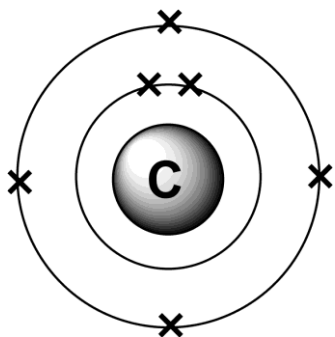


Органични полупроводникови наноматериали: Органични нанокристали и тяхното приложение в молекулярната електроника.

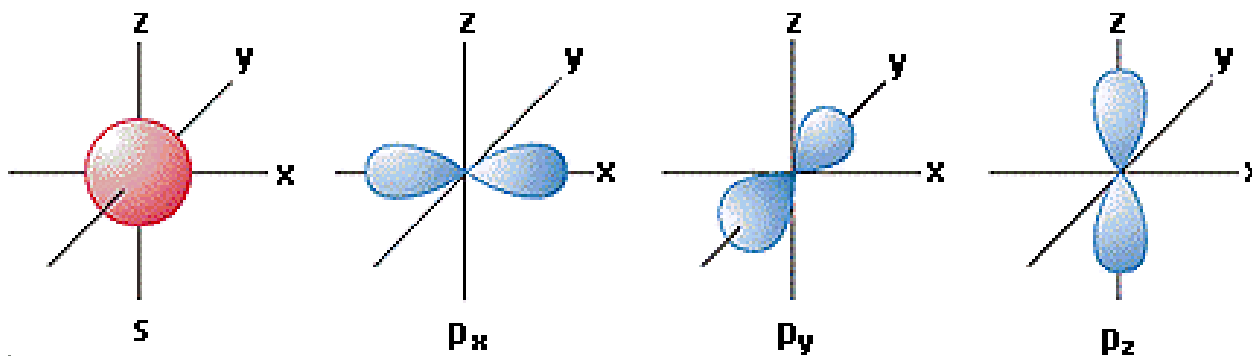
Доц. д-р Мария Александрова

- Защо тези материали се наричат органични полупроводници (ОПП)?
- Защо ОПП се наричат “мека материя”?
- Молекулярна структура на органичните кристали
- Невалидност на класическата зонна теория, прилагана за неорганичните полупроводници
- Основни свойства на ОПП
- Технологични предизвикателства – многослойни органични устройства и контакт метал/органичен полупроводник
- Нискомолекулни ОПП – приложения в микро- и наноелектрониката
- Особености при измерване проводимостта на високоомни образци

- Защо тези материали се наричат органични полупроводници (ОПП)?

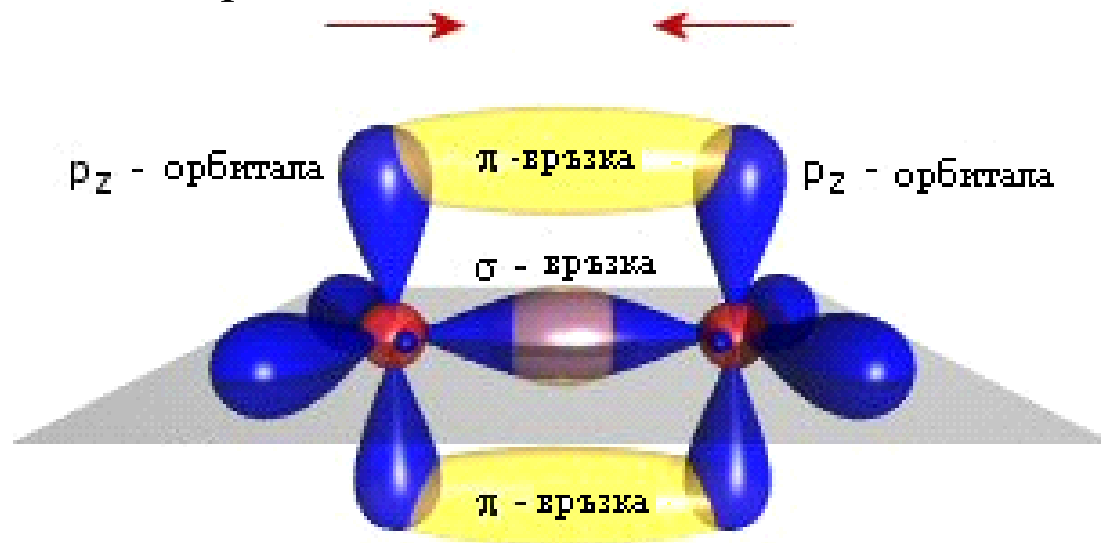


Елемент	Общ брой електрони	Диаграма на орбиталите			
		1s	2s	2p	3s
Li	3	$\uparrow\downarrow$	\uparrow		
Be	4	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$		
B	5	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	\uparrow	
C	6	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	\uparrow \uparrow	
N	7	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	\uparrow \uparrow \uparrow	
Ne	10	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$	
Na	11	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$	\uparrow

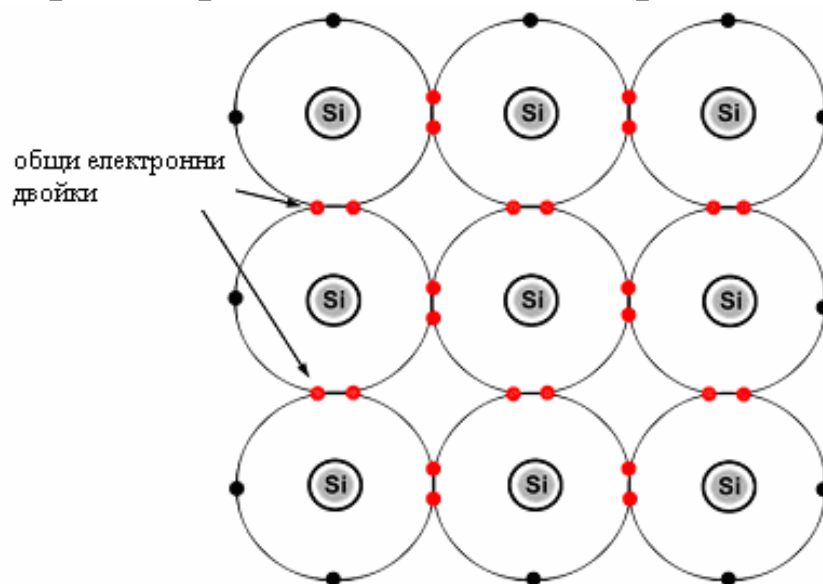


Електронната конфигурация на въглеродния атом

Защо ОПП се наричат “мека материя”?

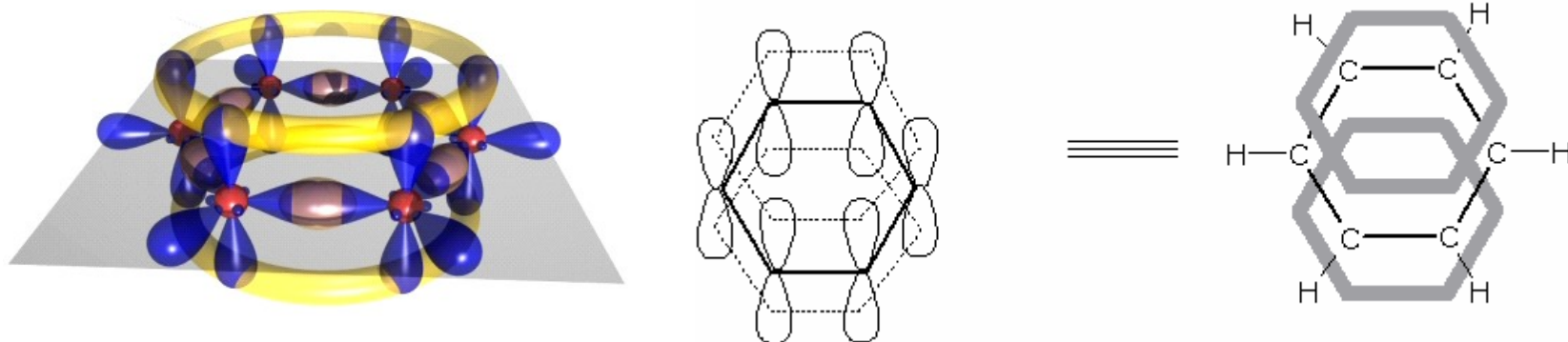


sp^2 хибридизация на въглеродни атоми.

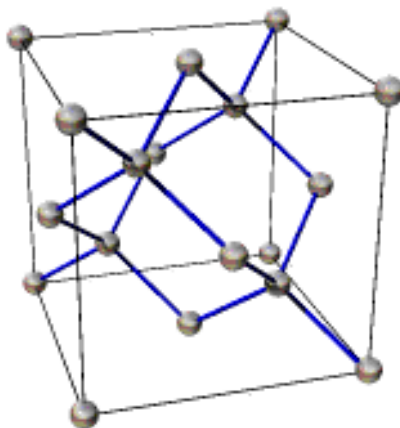


Ковалентна връзка в неорганичен полупроводник – силиций.

Молекулярна структура на органичните кристали.

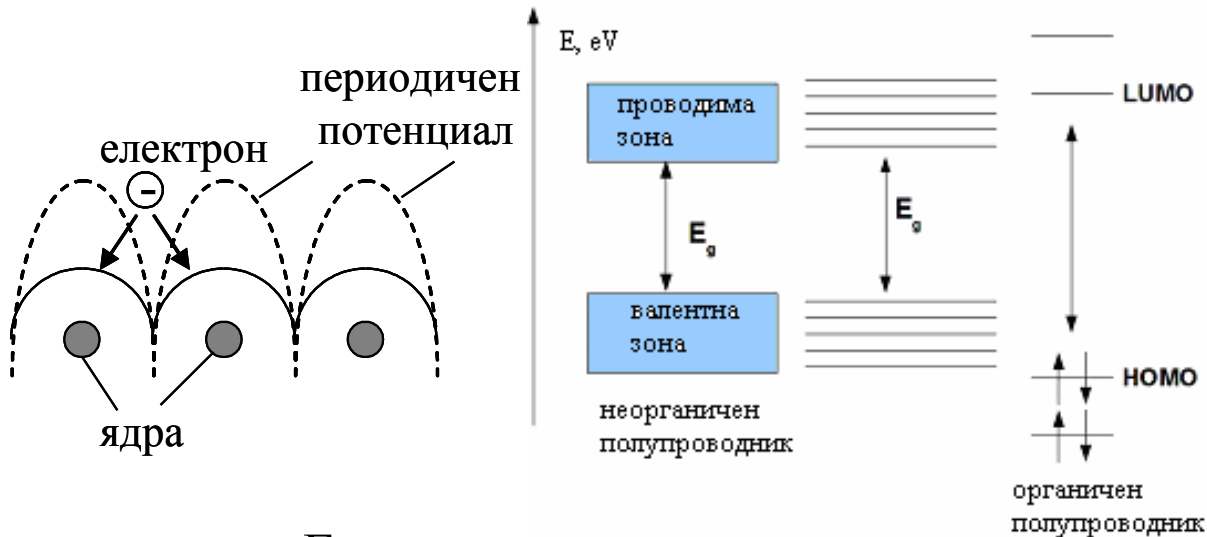


Основна градивна единица на органичния ПП.



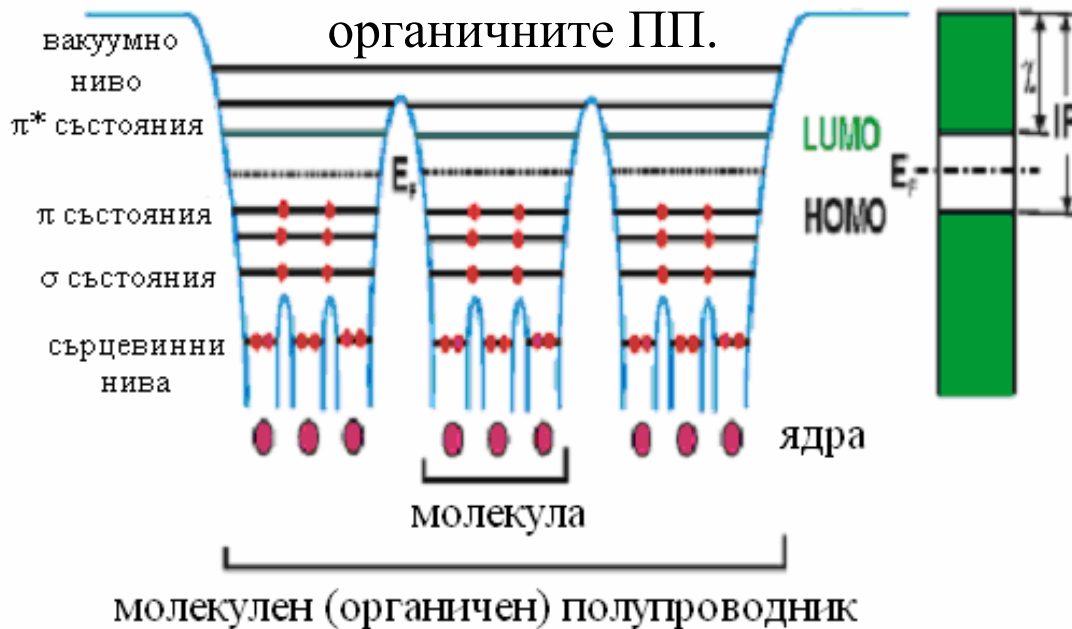
Организация на решетка от силициеви атоми.

Невалидност на класическата зонна теория, прилагана за неорганичните полупроводници



Влияние на периодичния потенциал на решетката върху свободния електрон при неорганичните ПП.

Енергетични нива при органичните ПП.



LUMO – lowest unoccupied molecular orbital : най-ниска незаета молекулна орбитала

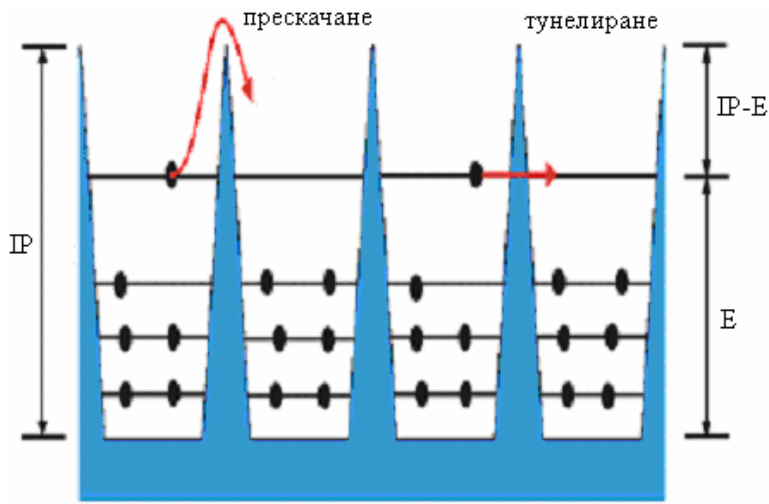
HOMO – highest occupied molecular orbital : най-висока заета молекулна орбитала;

IP – йонизационен потенциал

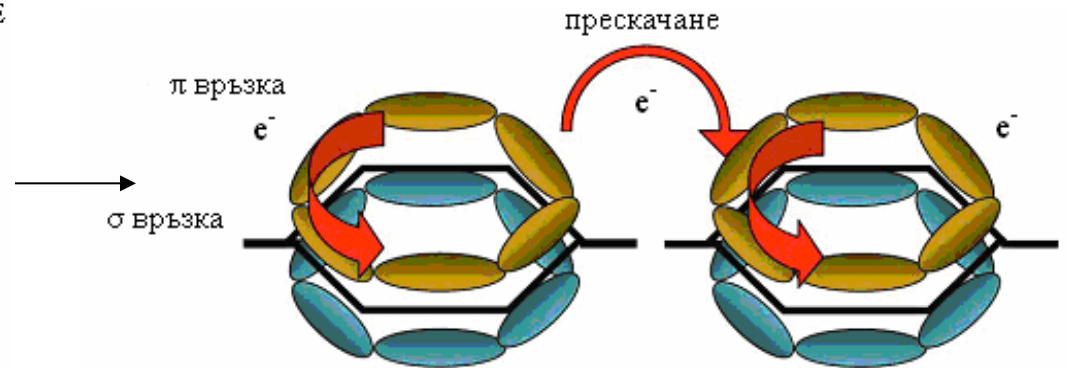
χ – електронен афинитет

E_F – ниво на Ферми

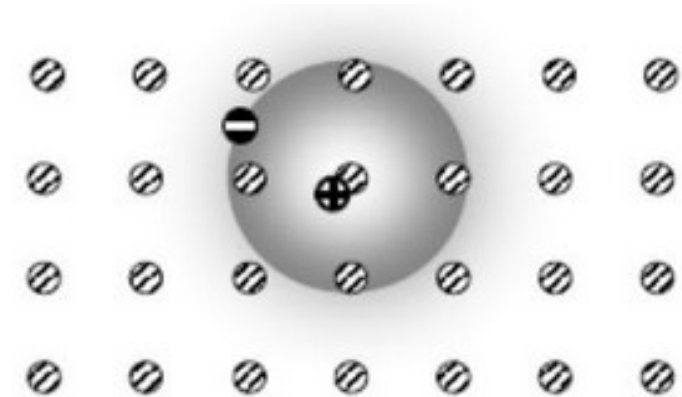
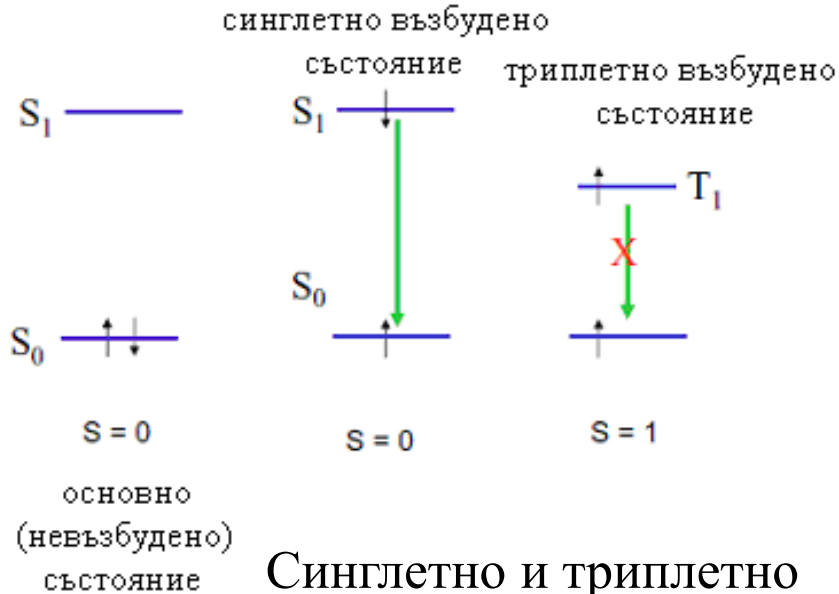
Основни свойства на ОПП



Механизъм на формиране на тока при органични ПП



Тунелиране на електрон през потенциална бариера и прескоков механизъм

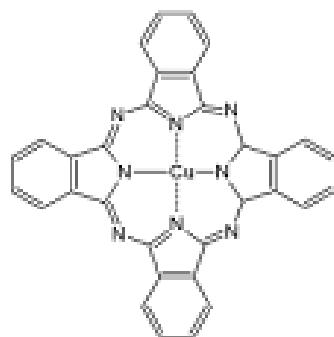


Екситон в органичен ПП.

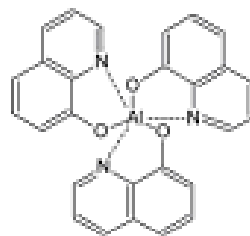
Синглетно и триплетно състояние в органичния ПП.

Съпоставка между свойствата на органични и неорганични полупроводници

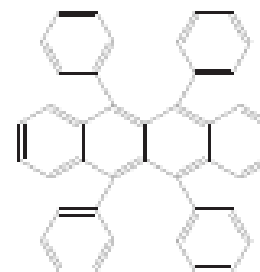
	Кристални/Неорганични полупроводници	Молекулни/Органични полупроводници
Връзки	Йонни, ковалентни	Ван дер Ваалсови между молекулите
Токоносители	Електрони, дупки, йони	Поларони, екситони
Ефективна маса	m_e	$10^3 m_e$
Заряден пренос	Зонен	Прескоков
Подвижност	$10^2-10^4 \text{ cm}^2/\text{Vs}$	$10^{-5}-10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$
Екситон	Wannier-Mott	Frenkel



CuPc



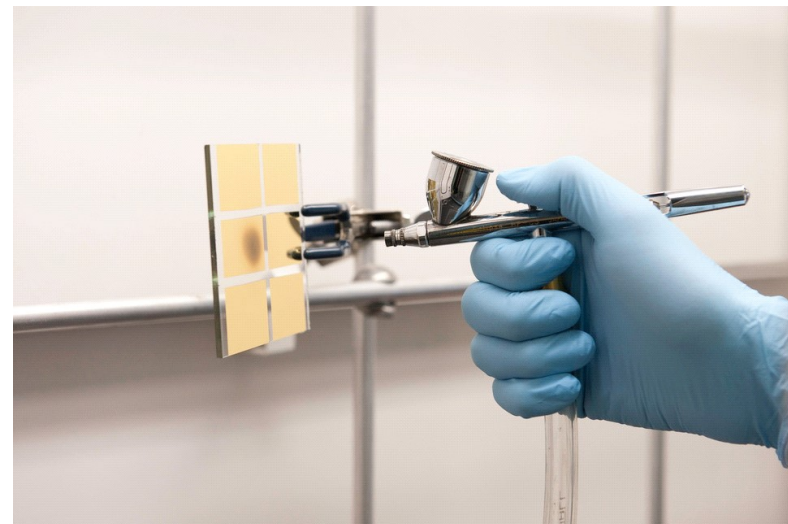
Alq₃



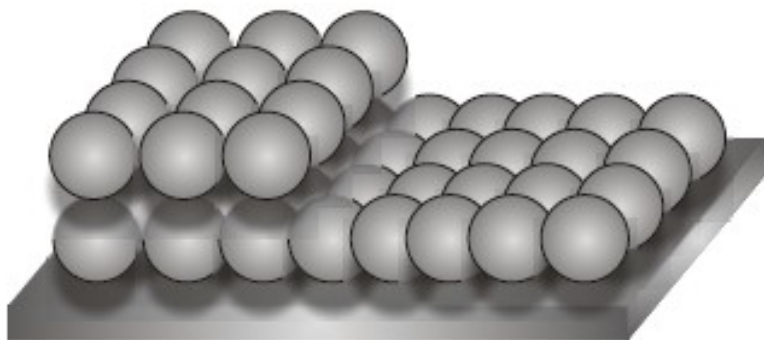
rubrene

Молекули на меден фталоцианин, трихидроксиев алуминат и рубрен.

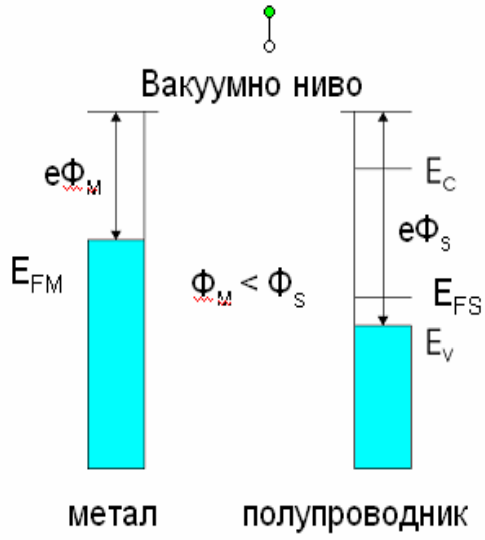
Технологични предизвикателства – многослойни органични устройства и контакт метал/органичен полупроводник



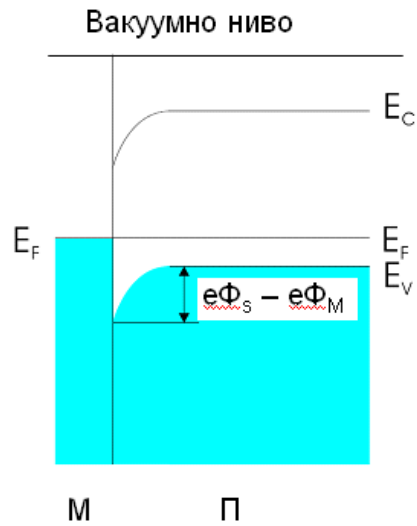
Принцип на пулверизиране на органичен разтвор.



Механизъм на израстване на органично покритие.

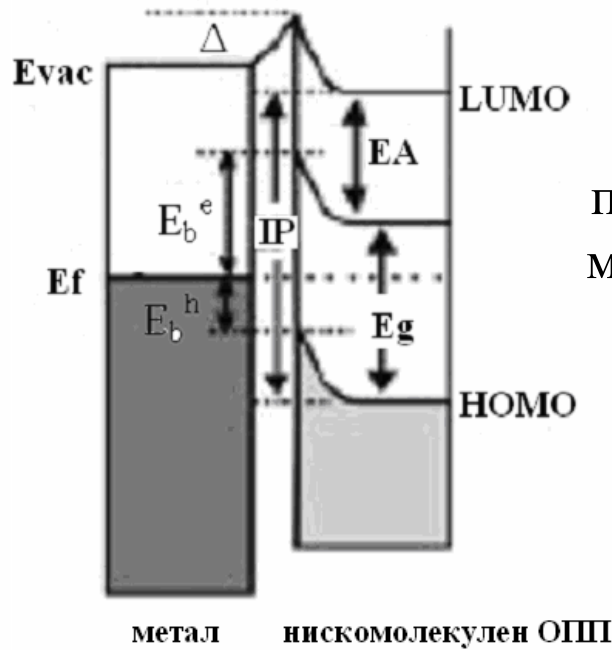
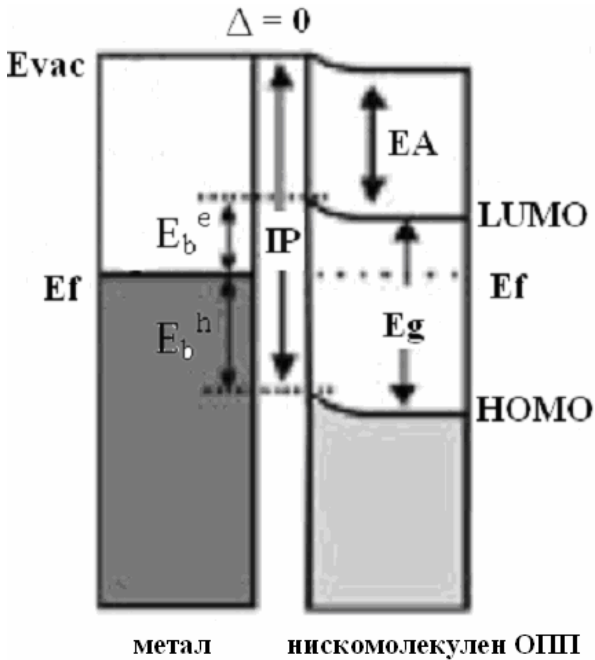


■ Запълнени електронни състояния



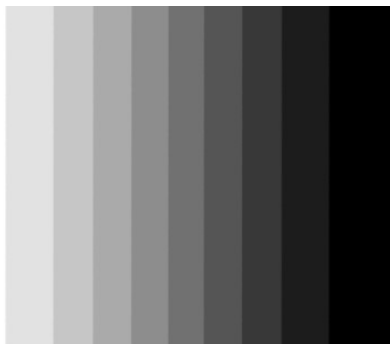
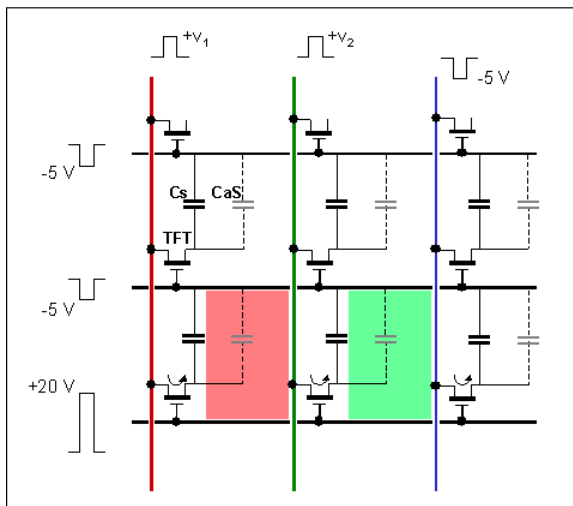
$$e\Phi_S - e\Phi_M = eV_0$$

Зонна диаграма на метал и неорганичен р-полупроводник
а) преди контакт; б) след контакт.

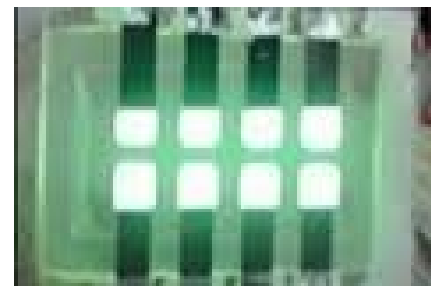
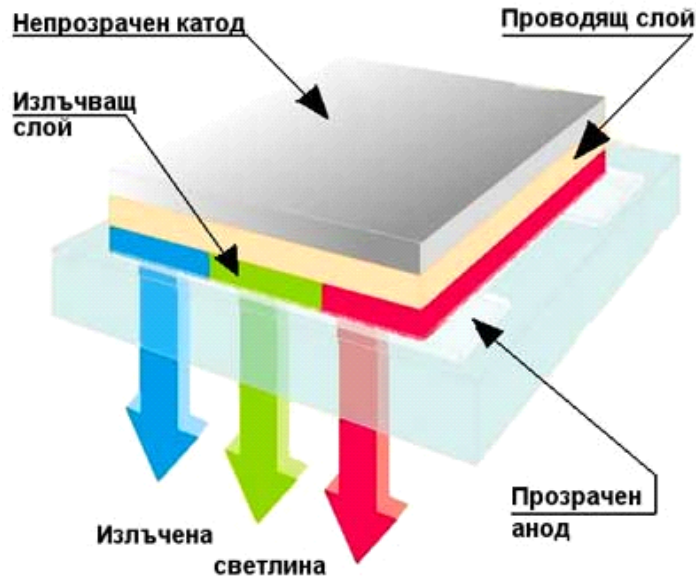


Енергийни диаграми на преход метал/ОПП: а) според модела на Шотки-Мот; б) при контакт със слой от нискомолекулни органични кристали.

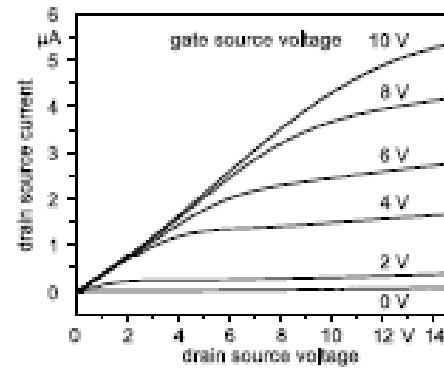
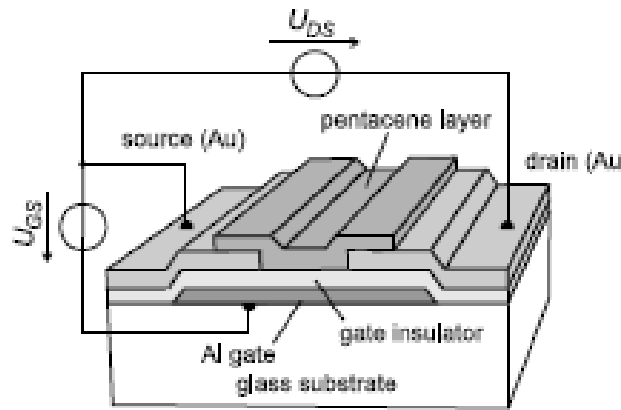
Нискомолекулни ОПП (органични кристали) – приложения в микро- и наноелектрониката



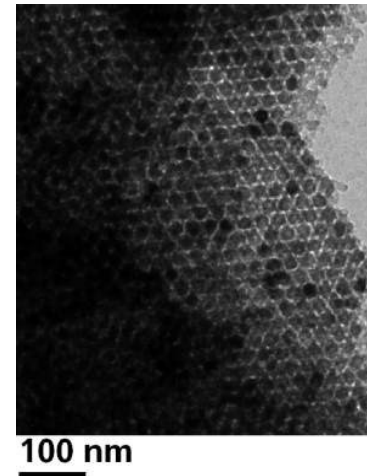
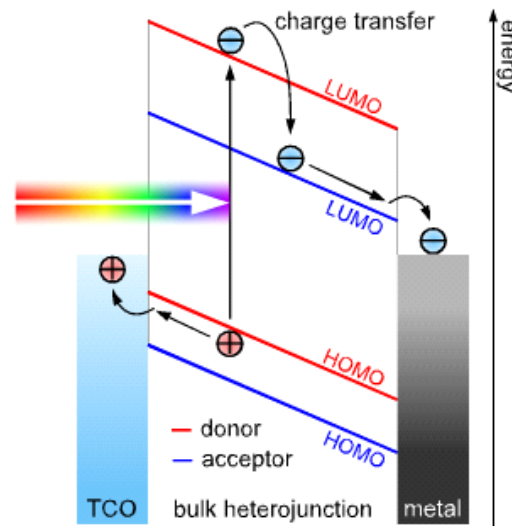
TFT матрица и скала на сивото при цветните неорганични дисплеи.



Органични нискомолекулни ПП – багрила и OLED дисплей.

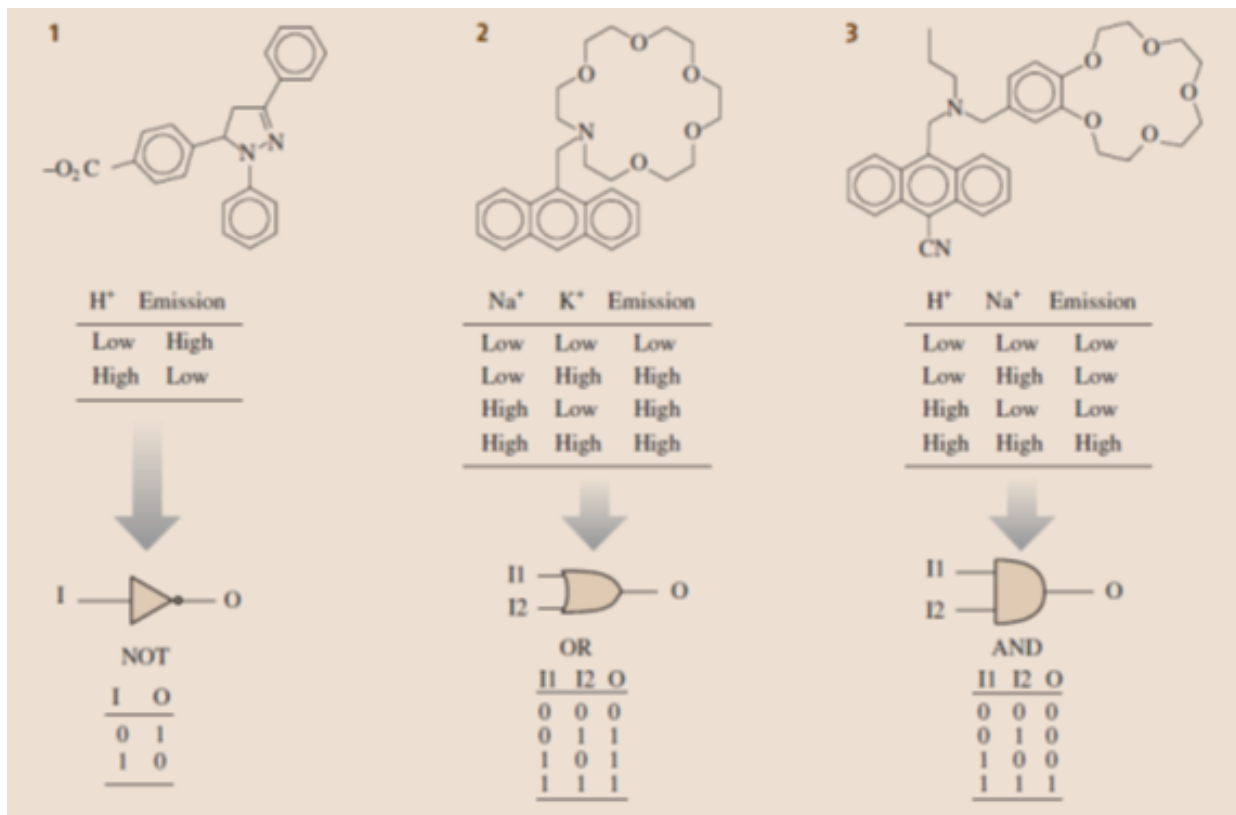


OTFT - Copyrights: Institut für Hochfrequenztechnik, TU Braunschweig

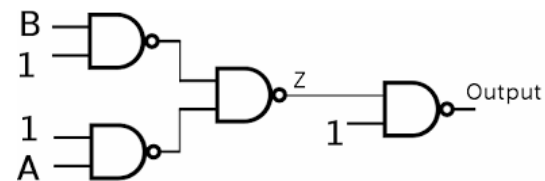
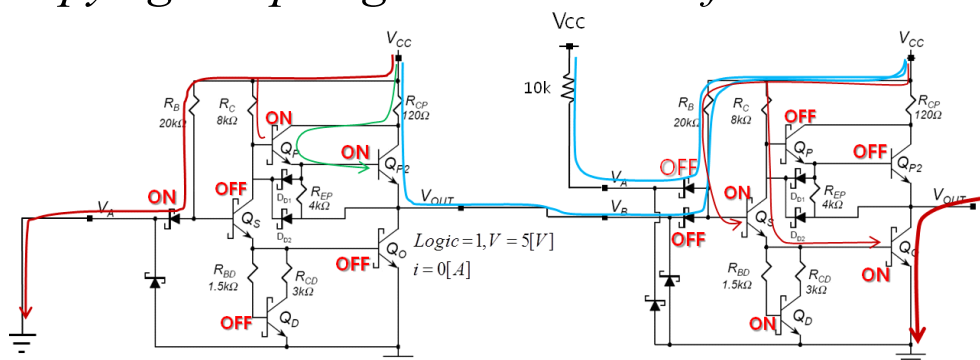


Органична слънчева клетка и наноструктура на фотопреобразователния органичен слой.

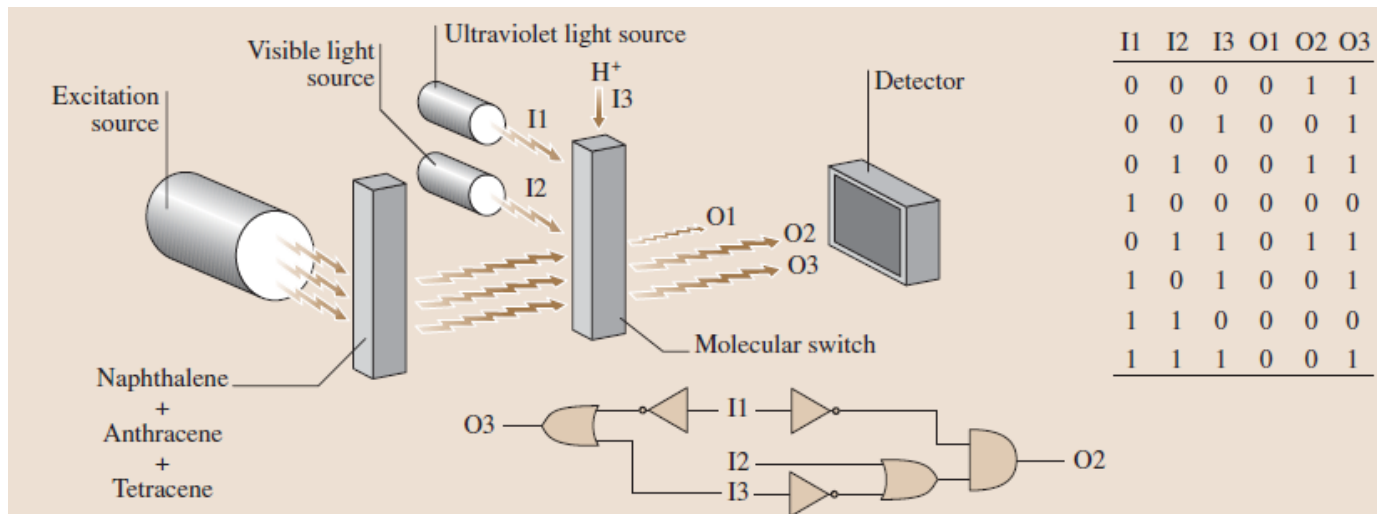
Copyrights: <http://www.physik.uni-wuerzburg.de>



Логически елементи – молекулярни превключватели
Copyright: Springer Handbook of NanoTechnology - B. Bhushan (2003).



Аналог - логически елемент в транзисторно изпълнение
 (неорганични ПП).



Логически елементи – молекулярни превключватели.
Copyright: Springer Handbook of NanoTechnology - B. Bhushan (2003).

БЛАГОДАРЯ ЗА ВНИМАНИЕТО!