

Laboratorio di Fisica della Materia Condensata

Contatti

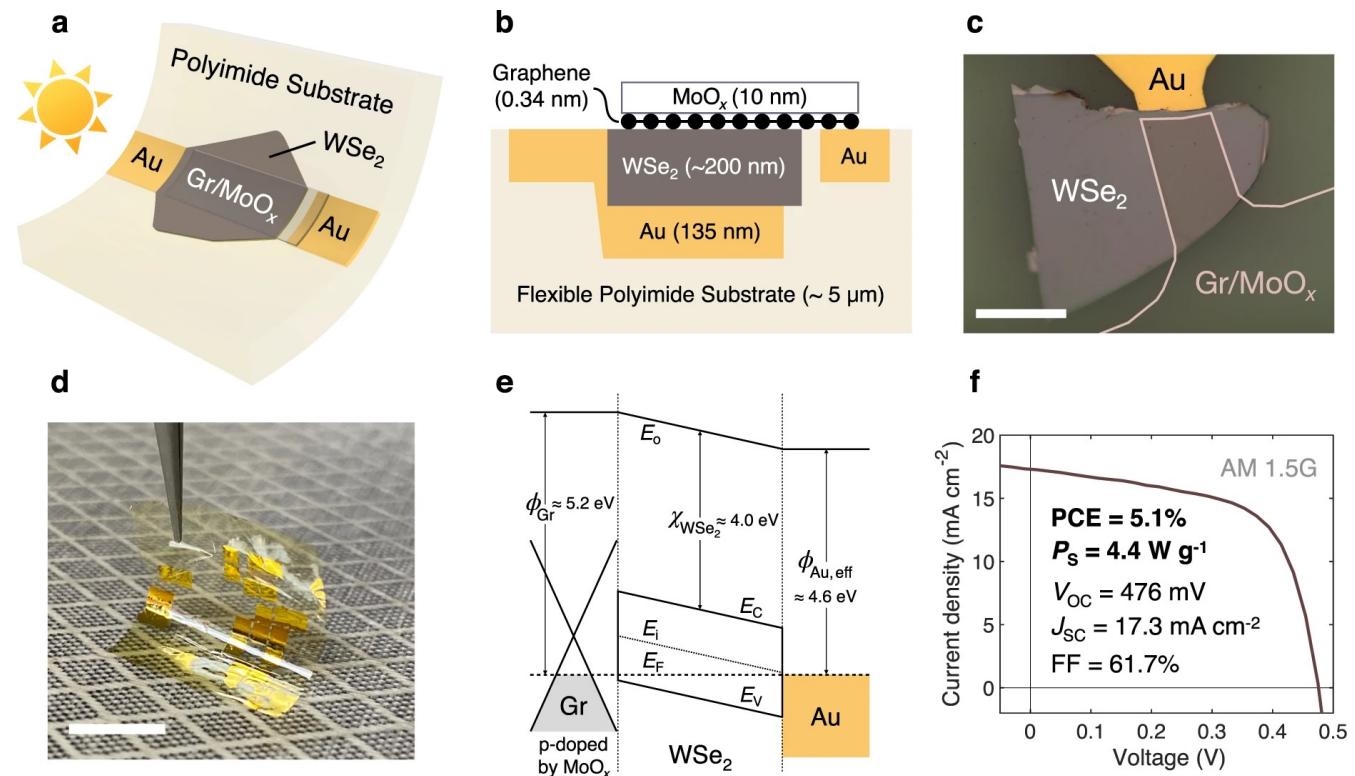
- Alberto Morgante: amorgante@units.it
- Francesco Scazza: francesco.scazza@units.it
- Roberto Costantini: roberto.costantini@units.it

Introduzione I

Lo sviluppo di nuovi materiali funzionali è legato allo studio delle loro proprietà fisiche (e chimiche), della risposta a stimoli esterni, etc.

La caratterizzazione di un materiale ci permette di ottenere informazioni utili a migliorarlo:

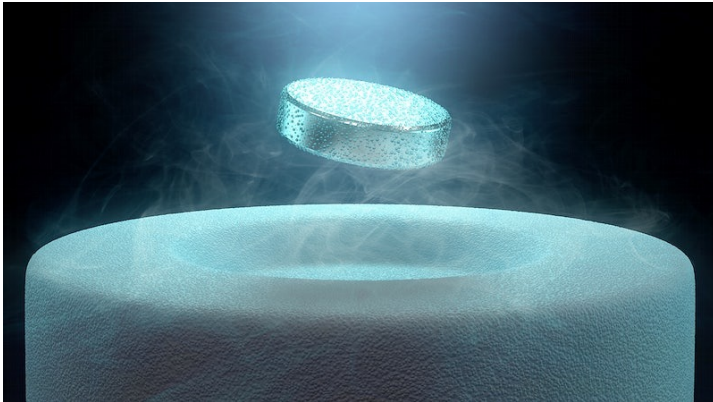
- evitando ossidazione/contaminazioni o degrado nelle performance
- rendendo più efficiente la sintesi
- trovando strategie per cambiare a piacimento le proprietà elettroniche...



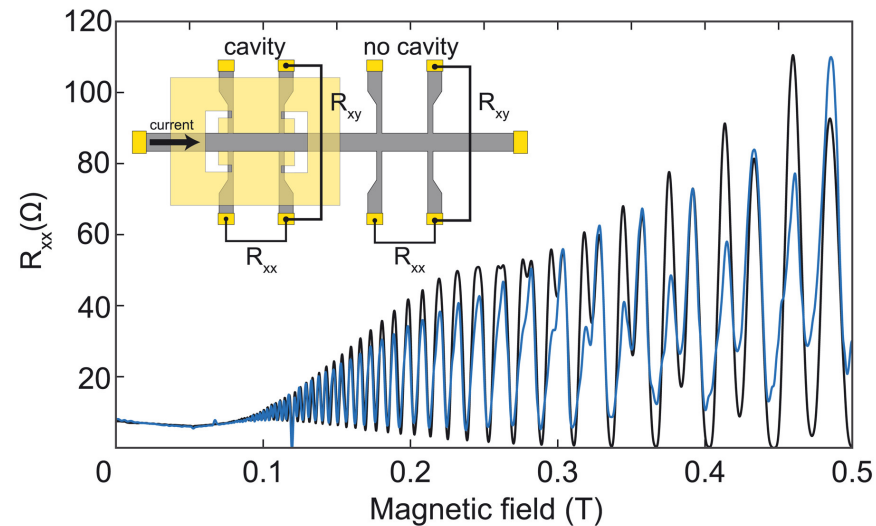
Introduzione II

Alcuni materiali sintetici e/o nanostrutturati permettono di studiare processi fisici fondamentali, ad esempio:

Superconduttività

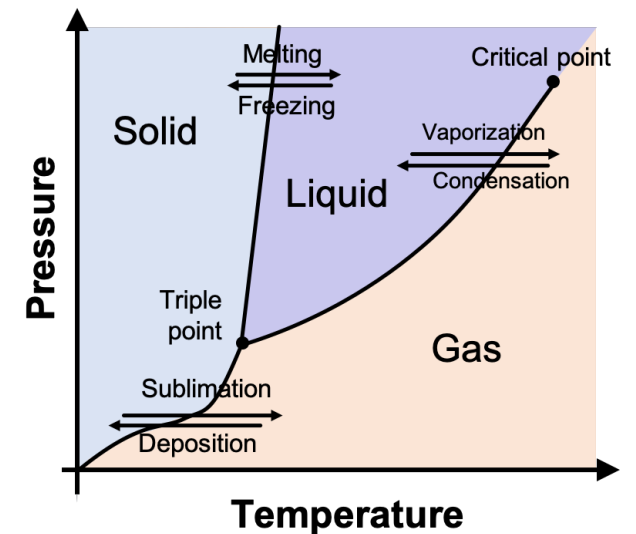


Effetto Hall quantistico

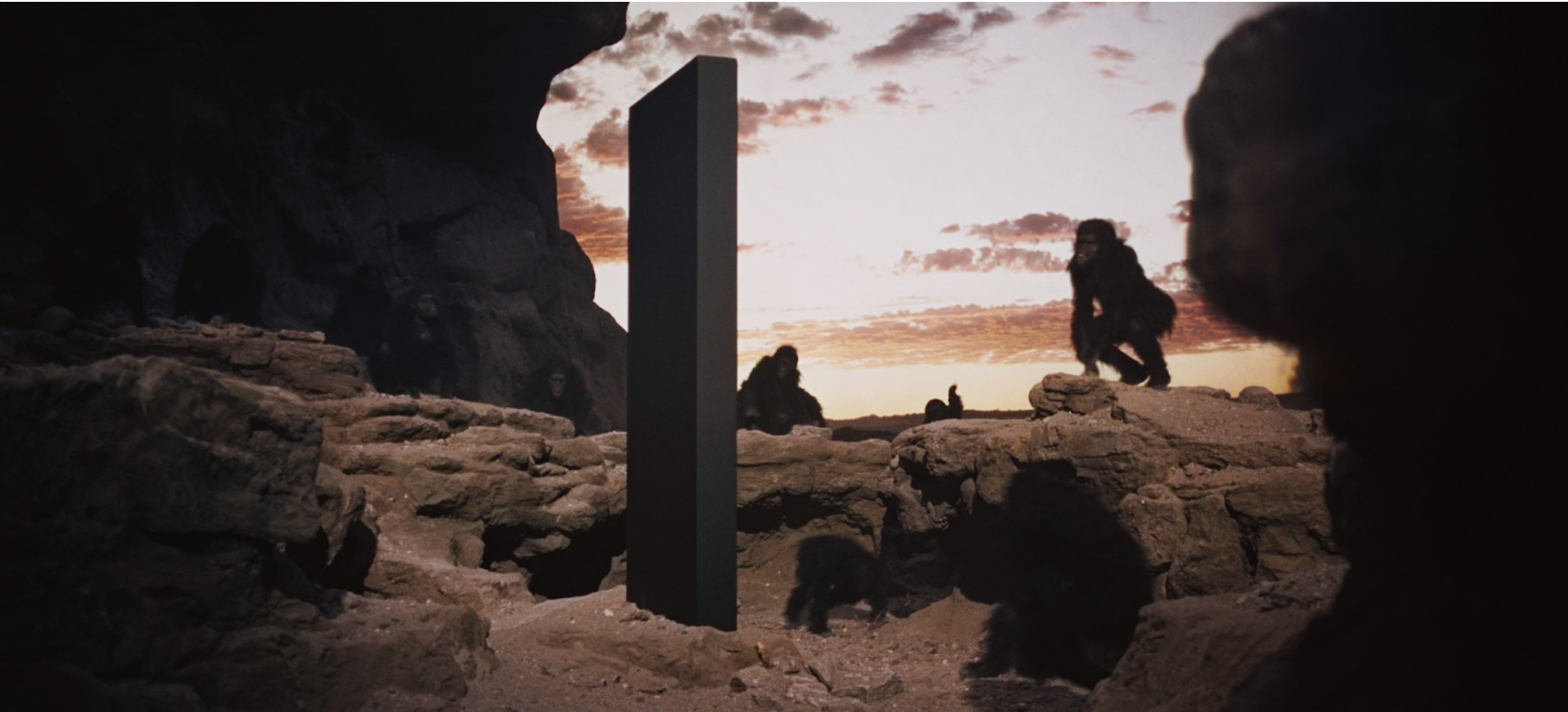


Appugliese *et al.* *Science* **375**,1030 (2022)

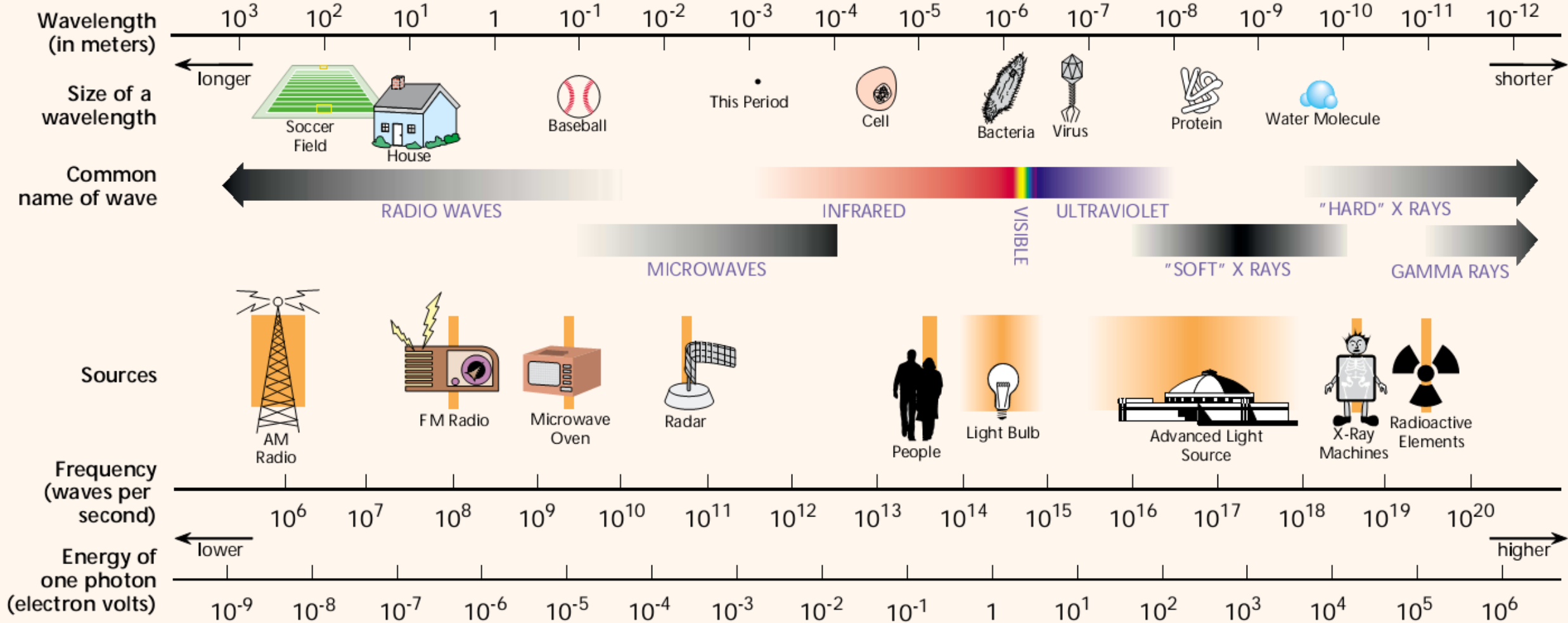
Transizioni di fase



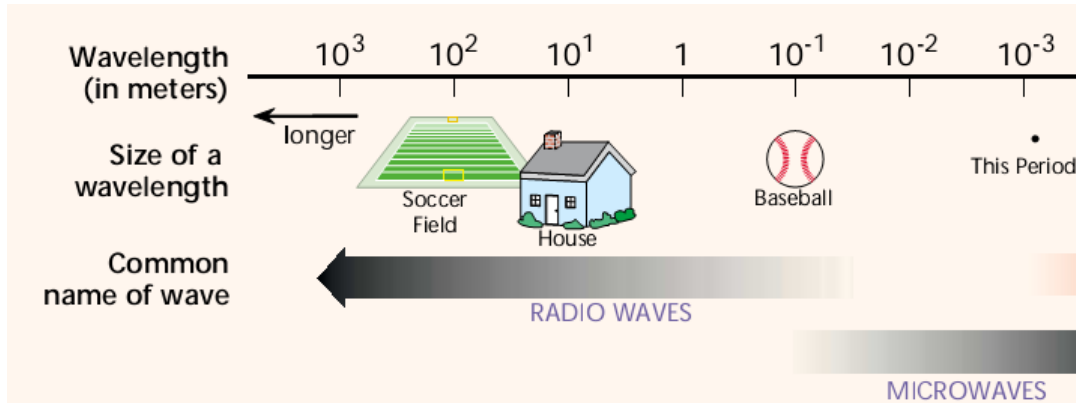
Come analizzo un materiale?



THE ELECTROMAGNETIC SPECTRUM

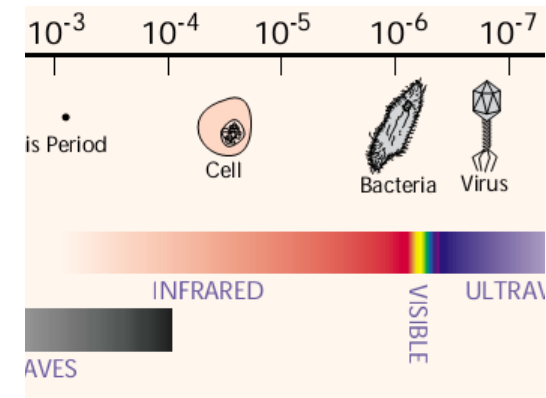


Dimensioni fisiche



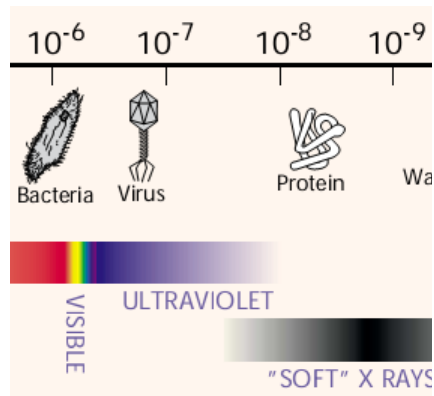
Macrostruttura (>mm)

Topografia, composizione, proprietà macroscopiche (temperatura, conduttività,...)



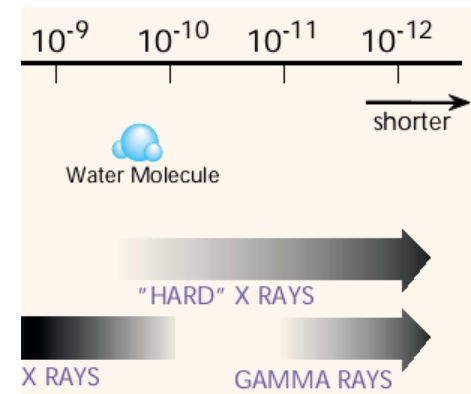
Struttura/microstruttura (mm- $0.1\mu\text{m}$)

Microscopia ottica e elettronica, spettroscopie ottiche, ...



Microstruttura (μm -nm)

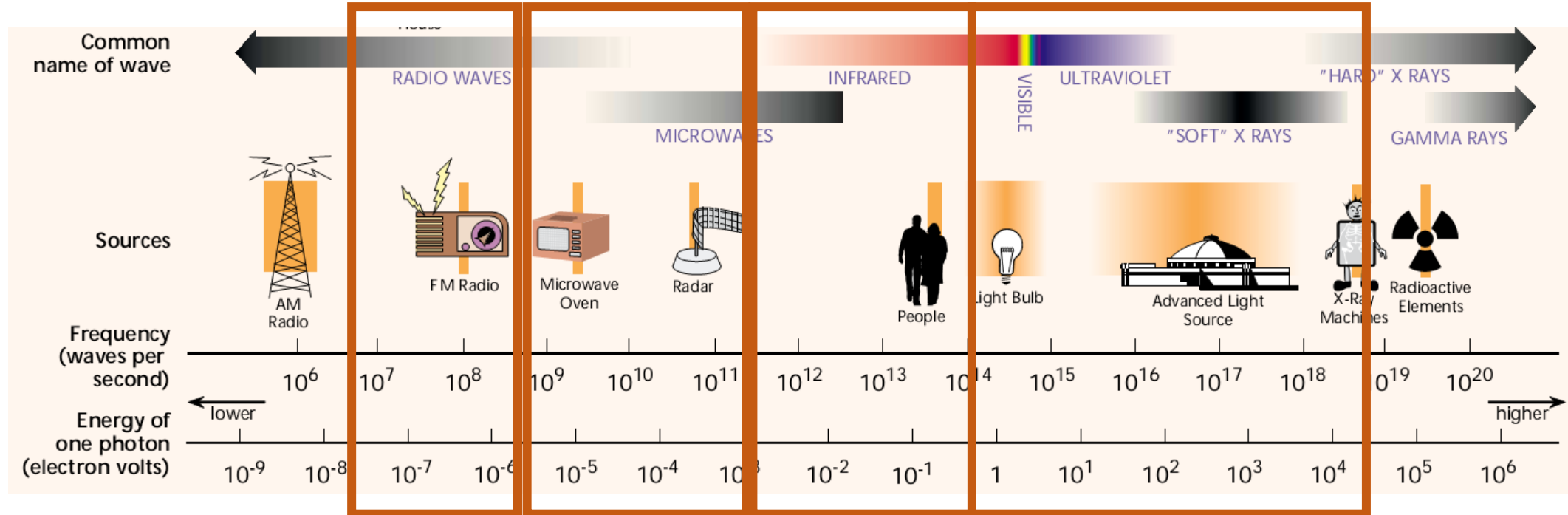
Microscopia elettronica, microscopie a scansione di sonda (AFM, STM, ...), spettroscopie ottiche, diffrazione a basso angolo (SAXS), ...



Struttura atomica (nm-fm)

Microscopia elettronica o di scansione di sonda ad alta risoluzione, diffrazione di raggi X, elettroni o neutroni, ...

Intervalli energetici



Transizioni di spin
nucleari (NMR)

Rotazioni molecolari

Vibrazioni molecolari

Transizioni elettroniche
Livelli di core e banda di
conduzione-valenza

Alcune tecniche sperimentali

Diffrazione

- Raggi X
- Neutroni
- Elettroni

Microscopia

- Ottica
- Elettronica
- Raggi X
- Di scansione (STM, AFM)

Spettroscopia

- Visibile-IR-UV
- Raman
- Fotoemissione (raggi X o UV)
- Assorbimento di raggi X

E molte altre ancora...

Parametri da considerare (criteri tecnici)

- **Precisione:** Assenza di errori casuali. Prossimità tra i valori ottenuti in diverse misurazioni.
- **Accuratezza:** Assenza di errori sistematici. Prossimità tra i valori misurati e quelli veri.
- **Risoluzione:** Capacità di discriminare tra valori vicini di una grandezza.
- **Limite di rilevamento:** Valore minimo di una grandezza che permette di misurare una tecnica, per un livello di fiducia o affidabilità stabilito.
- **Rapporto Segnale/Rumore (SNR):** Importanza delle interferenze o delle influenze ambientali nella misura.
- **Intervallo dinamico:** Intervallo di valori di una grandezza misurabili con uno strumento (con la calibrazione corretta).
- **Selettività:** Capacità di discriminare segnali diversi o segnali reali dalle interferenze.

Elementi di un sistema sperimentale

Generatore di segnale – perturbazione

- Particelle (elettroni, neutroni, ioni), campi elettromagnetici, forze applicate, ...

Campione – emissione del segnale

- Radiazione, emissione di particelle, cambio di proprietà, ...

Trasduttore + processore di segnali

- Il segnale viene convertito (es. Termocoppia, piezoelettrico, ...) e/o processato (amplificato, filtrato, integrato, ...)

Dispositivo di lettura (trasduttore di uscita)

- A seconda del tipo di segnale questo si converte in una quantità misurabile: lastra fotografica, CCD, fotodiodo, amperometro, ...

Alcuni altri esempi

Segnale di perturbazione	Tecnica	Segnale di risposta
Elettroni	Spettroscopia di elettroni Auger (AES), microscopia elettronica (SEM, TEM, ...), scattering di elettroni (LEED, EELS, ...)	Elettroni
Elettroni	Microanalisi di raggi X (EDX, WDX) Catodoluminescenza	Fotoni
Fotoni	Spettroscopia di fotoemissione a raggi X (XPS) o ultravioletti (UPS)	Elettroni
Fotoni	Diffrazione di raggi X (XRD), fluorescenza di raggi X (XRF), spettroscopia di assorbimento UV-VIS-IR, spettroscopia Raman, fotoluminescenza (PL)	Fotoni

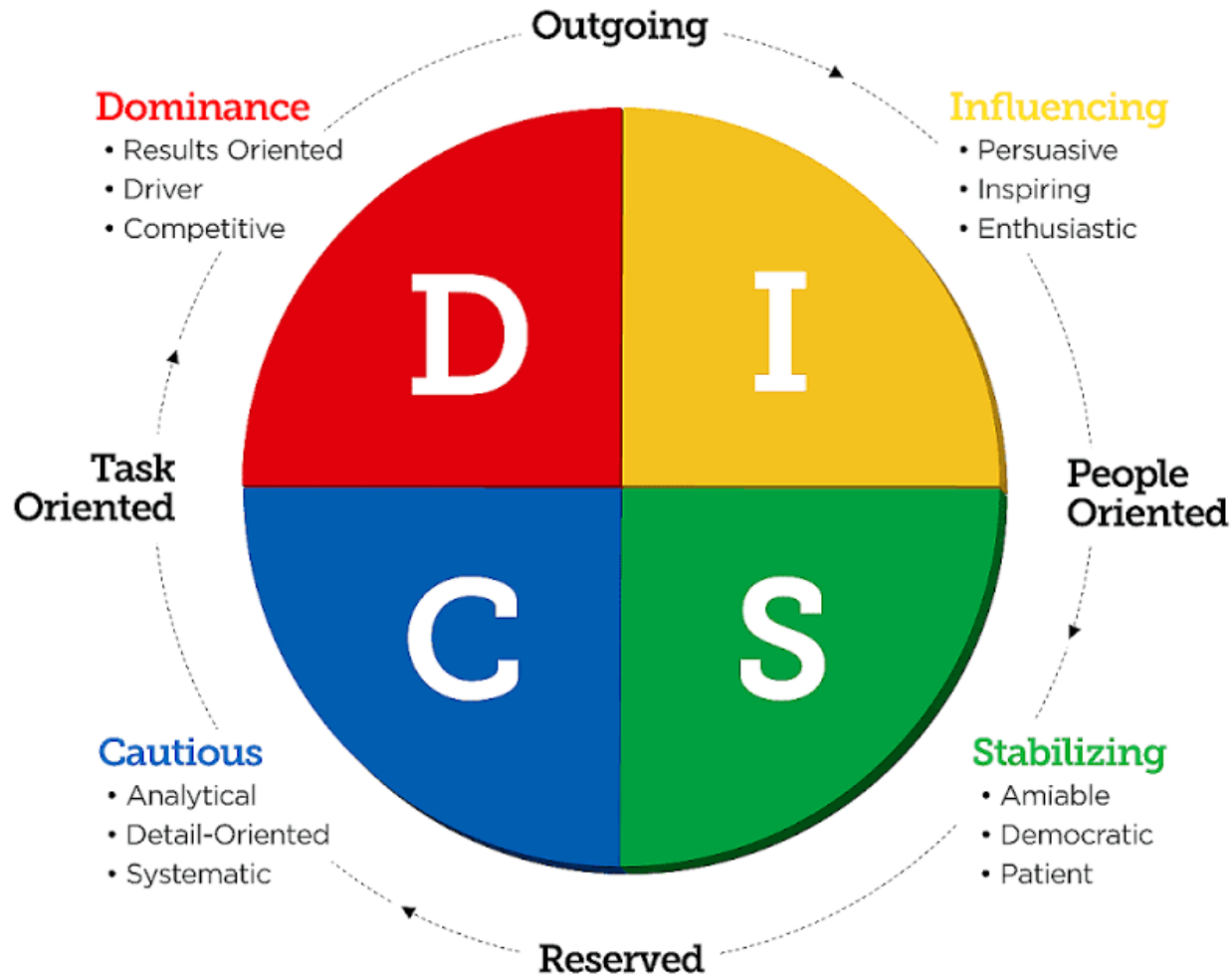
Cose da fare

- Divisione in gruppi: Idealmente 3-4 gruppi in totale, per svolgere le attività pratiche su due giorni con 2 gruppi per volta
- Pianificazione: Da svolgere 72 ore in totale, circa 20 di teoria + circa 52 di esercitazioni

Consigli

- Tenere un quaderno di laboratorio, dove annotare i dettagli sul funzionamento degli strumenti utilizzati e i parametri di misura
- Fare domande!

Quattro tipi di personalità



In ciascun gruppo, idealmente:

1 rosso

1 giallo

1 o più verde e/o blu

Orario

Ipotesi

Attività pratiche

Lunedì e giovedì 14-19

Lezioni di teoria

Mercoledì 14-16

	Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì		
09:00							
09:30	APPLICAZIONI DELLA RADIAZIONE DI SINCROTRONE	TRANSIZIONI DI FASE E FENOMENI CRITICI	MECCANICA STATISTICA	FISICA DELLA MATERIA CONDENSATA I	ATOMI, MOLECOLE E FOTONI	ATOMI, MOLECOLE E FOTONI	
10:00	VESELLI ERIK laboratorio T21 [Edificio F]	PASTORE GIORGIO Aula D [Edificio F]	MARZOLINO UGO Aula B [Edificio F]	PERESSI MARIA Aula B [Edificio F]	SCAZZA FRANCESCO Aula B [Edificio F]	SCAZZA FRANCESCO Aula B [Edificio F]	
10:30	09:00 - 11:00	09:00 - 11:00	09:00 - 11:00	09:00 - 11:00	09:00 - 11:00	09:00 - 11:00	
11:00							
11:30	MECCANICA STATISTICA		TEORIA DEI CAMPI I	APPLICAZIONI DELLA RADIAZIONE DI SINCROTRONE	TRANSIZIONI DI FASE E FENOMENI CRITICI	FISICA DELLA MATERIA CONDENSATA I	FISICA DELLA MATERIA CONDENSATA I
12:00	MARZOLINO UGO Aula B [Edificio F]		BASSI ANGELO Aula B [Edificio F]	VESELLI ERIK Aula N [Edificio A - corpo centrale]	PASTORE GIORGIO Aula C [Edificio F]	PERESSI MARIA Aula B [Edificio F]	PERESSI MARIA Aula B [Edificio F]
12:30	11:00 - 13:00		11:00 - 13:00	11:00 - 13:00	11:00 - 13:00	11:00 - 13:00	11:00 - 13:00
13:00							
13:30							
14:00							
14:30	LABORATORIO DI FISICA COMPUTAZIONALE - Lezione		FISICA COMPUTAZIONALE PERESSI MARIA, MARRAZZO ANTIMO	LABORATORIO DI FISICA DELLA MATERIA CONDENSATA	LABORATORIO DI FISICA DELLA MATERIA CONDENSATA	LABORATORIO DI FISICA DELLA MATERIA CONDENSATA	
15:00	PERESSI MARIA, MARRAZZO ANTIMO Aula B [Edificio F]		14:00 - 15:00	LABORATORIO DI FISICA COMPUTAZIONALE - Laboratorio	SCAZZA FRANCESCO, MORGANTE ALBERTO, COSTANTINI ROBERTO Aula F2 [Edificio C1]	SCAZZA FRANCESCO, MORGANTE ALBERTO, COSTANTINI ROBERTO Aula F2 [Edificio C1]	STRUMENTI INFORMATICI PER LA FISICA
15:30	14:00 - 16:00	LABORATORIO DI FISICA DELLA MATERIA CONDENSATA		PERESSI MARIA, MARRAZZO ANTIMO Lab. informatico Poropat [Edificio F]	14:00 - 16:00	14:00 - 16:00	COSLOVICH DANIELE Aula D [Edificio F]
16:00			STRUMENTI INFORMATICI PER LA FISICA	14:00 - 17:00			14:00 - 17:00
16:30		SCAZZA FRANCESCO, MORGANTE ALBERTO, COSTANTINI ROBERTO Aula F2 [Edificio C1]	COSLOVICH DANIELE Aula D [Edificio F]				
17:00		15:00 - 18:00	15:00 - 18:00				
17:30				TEORIA DEI CAMPI I			
18:00				BASSI ANGELO Aula B [Edificio F]			
18:30				17:00 - 19:00			
19:00							