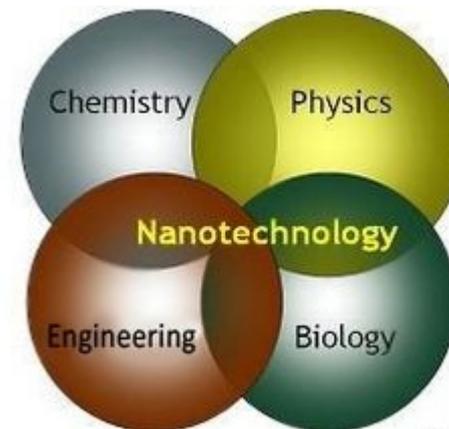
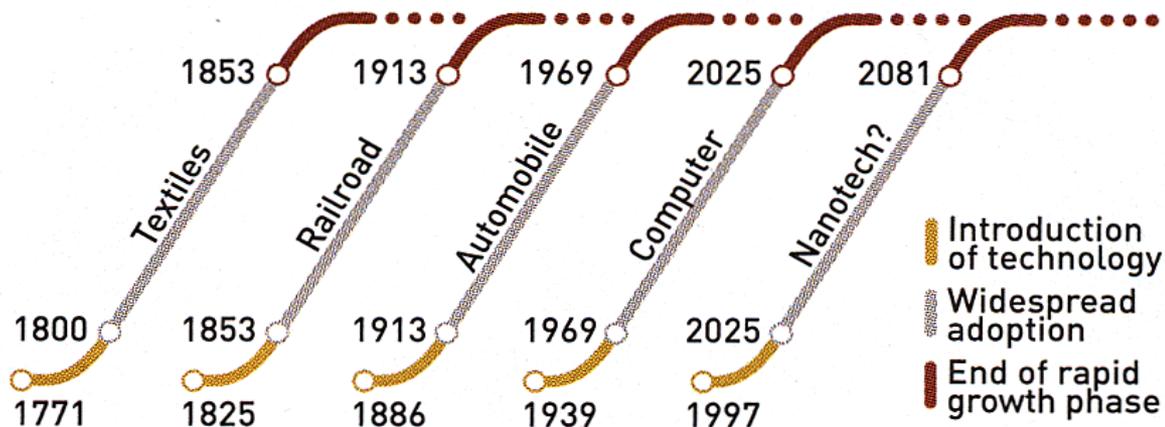






# Laurea Magistrale in Ingegneria delle Nanotecnologie



## Dati occupazionali dopo **5 anni** dalla LM Ingegneria delle Nanotecnologie

Dato statistico	LM Nanotecnologie Sapienza	Media Facoltà ICI Sapienza, Roma	Media Ingegneria Nazionale
Lavora	<b>85,7%</b>	82,3%	78,6%
Lavora con contratto a tempo indeterminato	<b>100,0%</b>	62,7%	55,4%
Ha partecipato ad almeno un'attività di formazione	<b>85,7%</b>	65,7%	65,3%
PhD (in corso e/o concluso)	<b>42,9%</b>	19,4%	10,3%
Retribuzione media mensile (netto)	<b>1959 Euro</b>	1713 Euro	1576 Euro



# Ingegneria delle Nanotecnologie a.a. 2020-2021

## Presentazione del manifesto degli studi agli allievi

### **SALUTI DI BENVENUTO**

**Marco ROSSI** - *Presidente CAD di Ingegneria delle Nanotecnologie*

### **ESPERIENZE POST-LAUREA di EX-ALUMNI**

**Pierluigi MONDELLI**, PhD @ Oxford University, UK

**Umberto CELANO**, Senior Scientist & Metrology Liaison @ IMEC, Belgio

### **IL PUNTO DI VISTA DEL MONDO DEL LAVORO**

**Manuel CASALBONI**, *Vicepresidente dell'Ordine degli Ingegneri di Roma*

**Sergio D'ALBERTO**, *LFoundry*

### **ILLUSTRAZIONE DEL PERCORSO FORMATIVO PER L'A.A. 2020-21: FINALITÀ DELLA LM E REQUISITI DI ACCESSO**

**Marco ROSSI**, **Alessio TAMBURRANO**, **Francesca APOLLONIO**, **Carlo Massimo CASCIOLA**

### **LE INFRASTRUTTURE PER LE NANOTECNOLOGIE IN SAPIENZA**

**Maria Sabrina SARTO**, Pro Rettore alle infrastrutture e strumenti per la ricerca di eccellenza

**Antonio D'ALESSANDRO**, Direttore del Centro di Ricerca delle Nanotecnologie applicate all'Ingegneria di Sapienza – CNIS

### **LA PAROLA AGLI STUDENTI**

Spazio interattivo dedicato agli studenti: i docenti ed i relatori presenti risponderanno alle domande poste dagli allievi

### **CONCLUSIONE DELL'INCONTRO**



# Dati occupazionali

## Dopo **3 anni**\*

### dalla LM in Ingegneria delle Nanotecnologie

Dato statistico	LM Nanotecnologie Sapienza	Media Facoltà ICI Sapienza, Roma	Media Ingegneria Nazionale
Lavora	<b>44,0%**</b>	84,8%	86,6%
Lavora con contratto a tempo indeterminato	<b>72,7%</b>	64,9%	<b>67.1%</b>
Ha partecipato ad almeno un'attività di formazione post-laurea	<b>80,0%</b>	62,4%	56,9%
PhD (in corso e/o concluso)	<b>48,0%</b>	12,1%	10,3%
Retribuzione media mensile (netto)	<b>1.626 Euro</b>	1.671 Euro	1.649 Euro

\*Ultima Indagine Almalaurea 2019

\*\* Almalaurea non considera come occupati i laureati che svolgono attività di dottorato, da qui la differenza percentuale rispetto alla altre Ingegnerie

Il corso di Ingegneria delle nanotecnologie è ad elevato contenuto innovativo, e forma professionisti con una visione verso l'acquisizione di conoscenze di alto grado di specializzazione:

→ Elevatissimo numero di laureati che hanno svolto attività post-doc e/o PhD

→ I dati retributivi sono in linea con quelli di Ingegneria



# Dati occupazionali

## Dopo 5 anni\*

### dalla LM in Ingegneria delle Nanotecnologie

Dato statistico	LM Nanotecnologie Sapienza	Media Facoltà ICI Sapienza, Roma	Media Ingegneria Nazionale
Lavora	<b>85,7%</b>	82,3%	78,6%
Lavora con contratto a tempo indeterminato	<b>100,0%</b>	62,7%	55,4%
Ha partecipato ad almeno un'attività di formazione	<b>85,7%</b>	65,7%	65,3%
PhD (in corso e/o concluso)	<b>42,9%</b>	19,4%	10,3%
Retribuzione media mensile (netto)	<b>1959 Euro</b>	1713 Euro	1576 Euro

\* Media delle ultime 3 coorti chiuse da più di 5 anni nel 2018

Dopo 5 anni, i laureati si sono formati con alto un grado di specializzazione, e sono molto apprezzati dal mercato del lavoro e della ricerca:

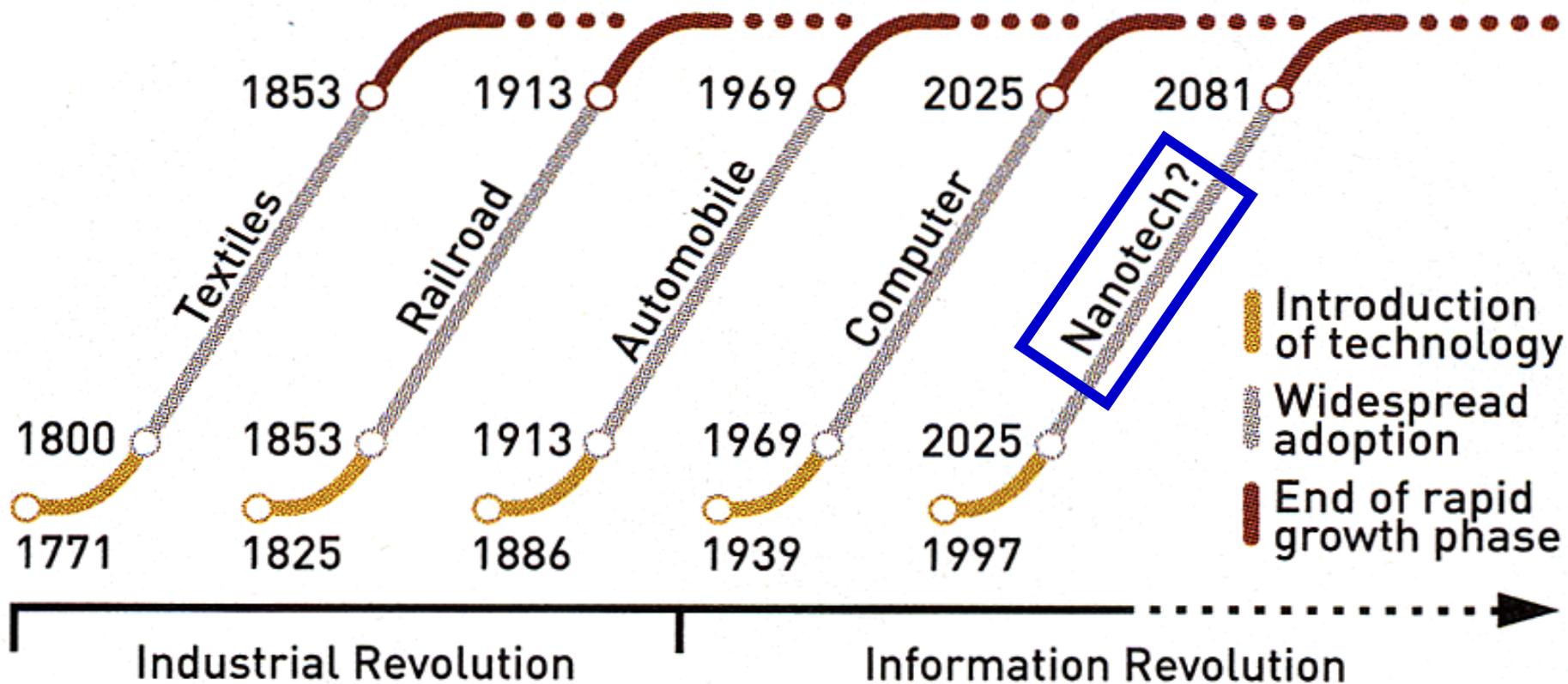
→ La totalità dei laureati occupati ha trovato stabilmente collocazione, molti anche in ambito ricerca

→ Il dottorato risulta avere effetti molto positivi sulla qualità occupazionale



# Le nanotecnologie rappresentano veramente il futuro?

Basic advancements in science and technology come about twice a century and lead to massive wealth creation.



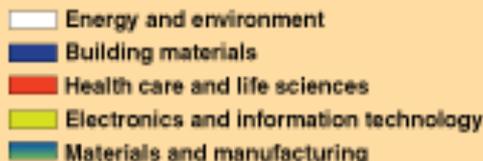
SOURCE: Norman Poire, Merrill Lynch



# Ingegneria delle Nanotecnologie a.a. 2020-2021

## Presentazione del manifesto degli studi agli allievi

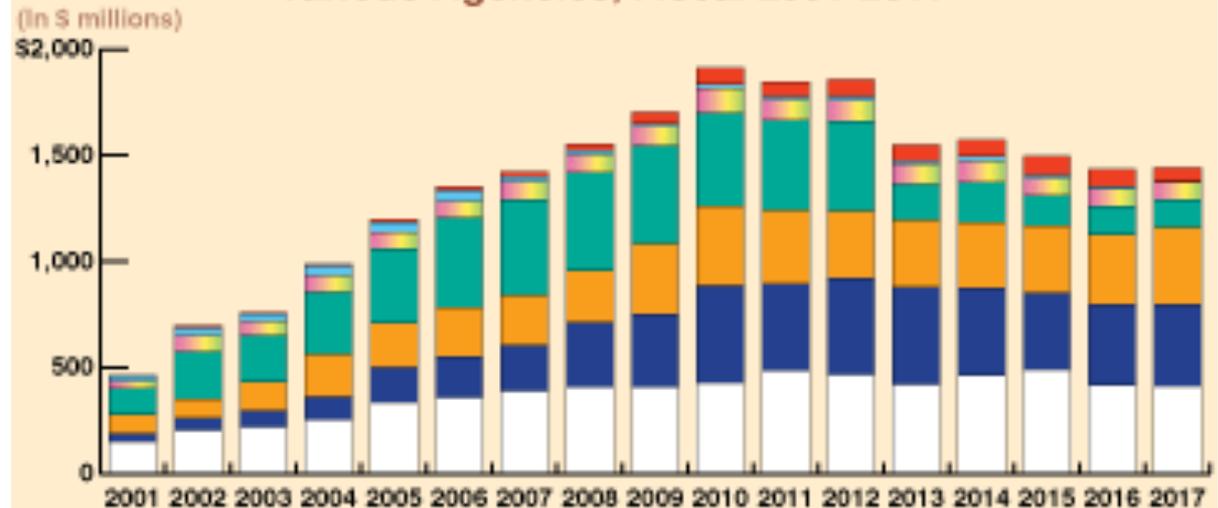
Global Revenue from Nanotechnology-Enabled Products by Sector, 2012 and 2018\*



\* Projected.

Source: Lux Research Inc., December 2015

National Nanotechnology Initiative Funding for Various Agencies, Fiscal 2001-2017



\* 2009 data exclude funds from the America Recovery and Reinvestment Act. 2016 data based on enacted levels but may shift. 2017 data reflect requested funding.

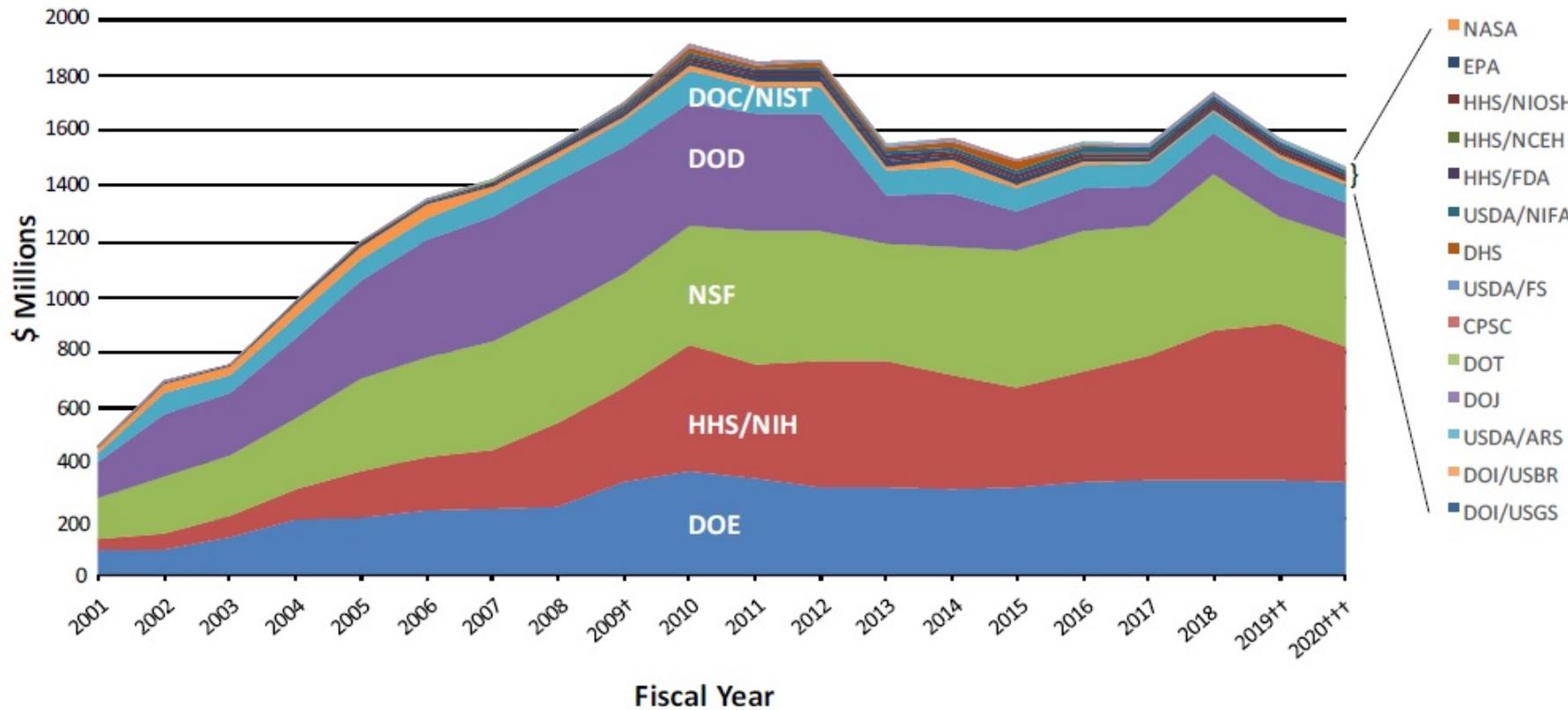
Source: Graphic from "Supplement to the President's Budget for Fiscal Year 2017," National Nanotechnology Initiative, March 2016, p. 25, <http://tinyurl.com/jq2ofdx>; data from <http://tinyurl.com/ijposyf>



# Ingegneria delle Nanotecnologie a.a. 2020-2021

## Presentazione del manifesto degli studi agli allievi

### NNI – 2001-2020





# Caratteristiche delle Nanotecnologie

## ***Tecnologie alternative***

- ✓ Sostituiscono precedenti tecnologie e rendono possibile l'imporsi di prodotti e processi radicalmente nuovi

## ***Tecnologie abilitanti***

- ✓ Come l'elettricità, il motore a combustione interna, l'informatica e Internet, il loro impatto sarà ampio e imprevedibile

## ***Tecnologie interdisciplinari***

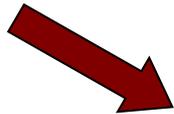
- ✓ Porteranno/costringeranno a lavorare insieme ricercatori di settori scientifici tradizionalmente separati favorendo la nascita di nuove idee attraverso la fertilizzazione incrociata



# Operare nella dimensione "nano"...

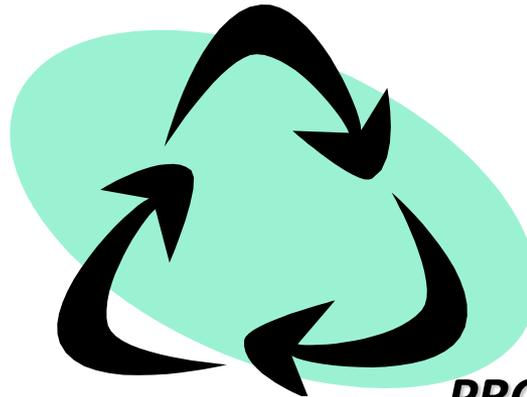
*...significa sviluppare metodi nuovi di*

**FISICA**



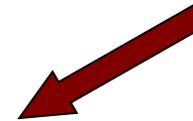
**CARATTERIZZAZIONE**

**SINTESI**



**PRODUZIONE**

**CHIMICA**



*tra loro fortemente interconnessi*

**= MULTIDISCIPLINARIETA'**

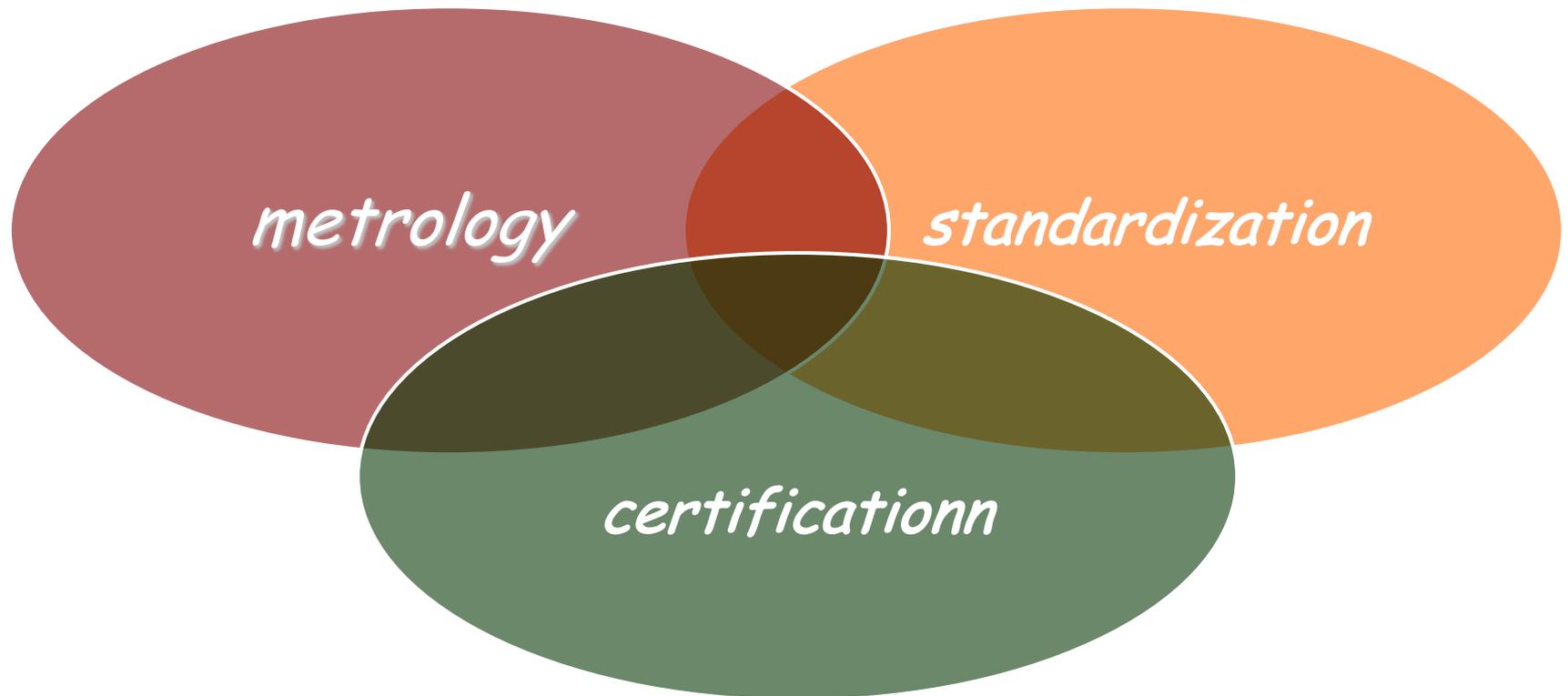
**INGEGNERIA**





# *Nanometrology: an open question*

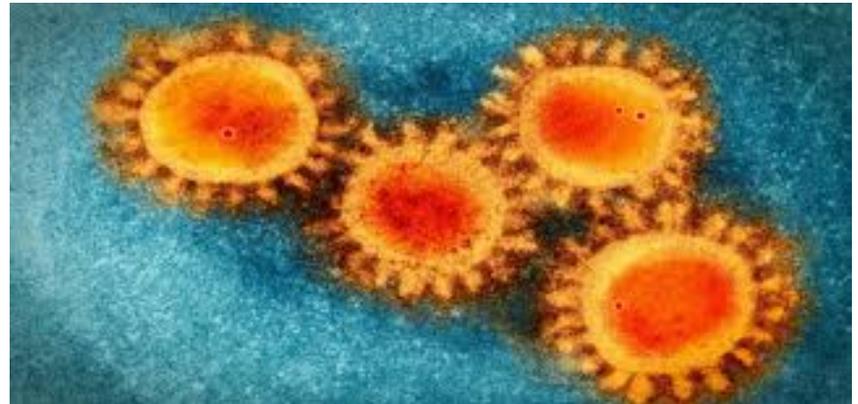
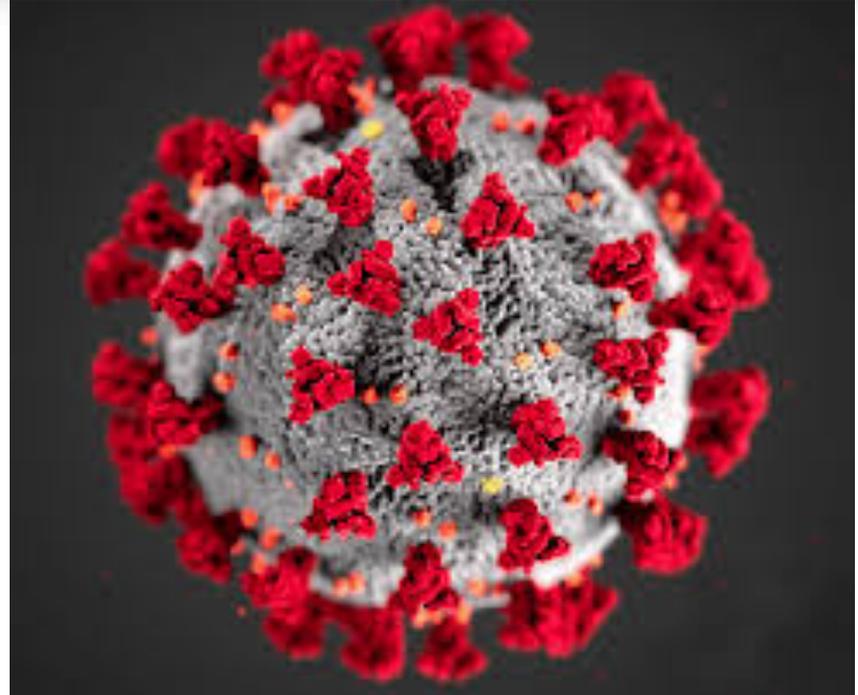
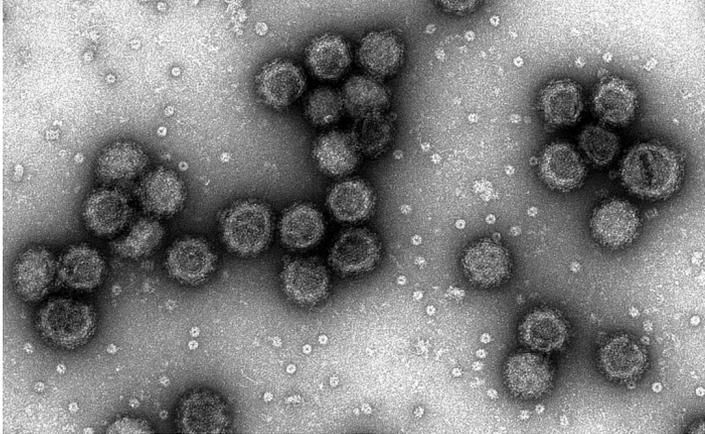
***Impossible to measure = Impossible to produce***



***If a product cannot be measured, it cannot be manufactured***

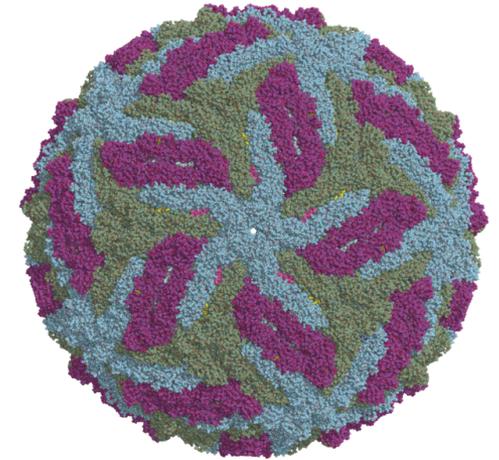


# COronaVirus-19

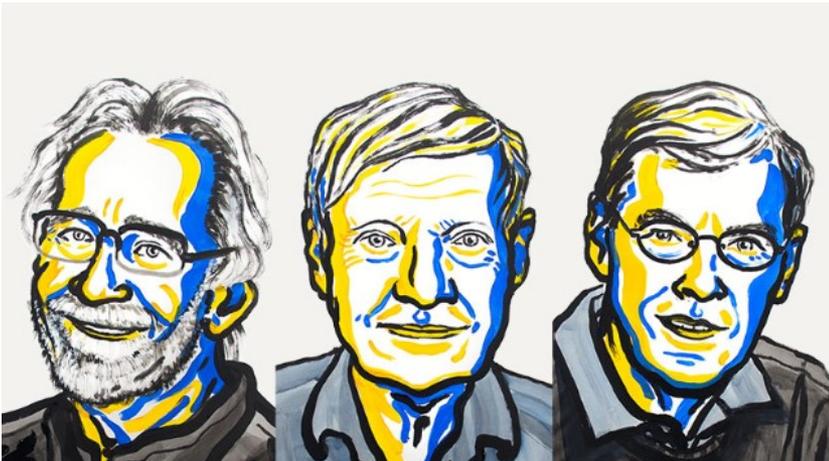




# Cryo Transmission Electron Microscopy



Zika virus cryo-EM structure



**Chemistry Nobel 2017 goes to:**

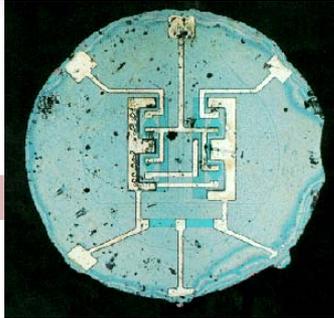
**Jacques Dubochet** (*biologo molecolare*)

**Joachim Frank** (*fisico*)

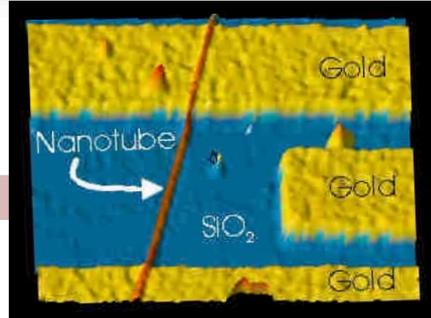
**Richard Henderson** (*fisico*)



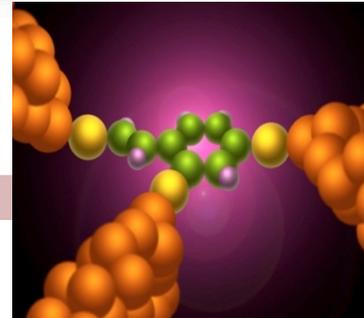
# L'evoluzione dell'elettronica



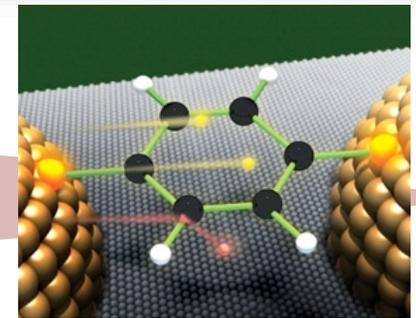
1961



1998



2008 (model)

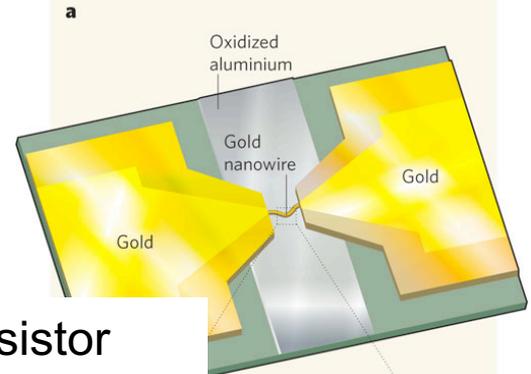


12.2009 (exp)

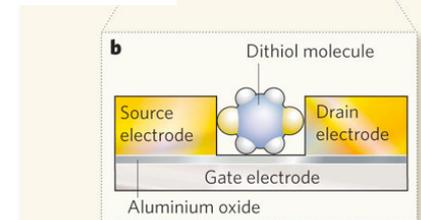
Dal primo Transistor (molto discreto...)



16 dicembre 1947  
W. Shockley, J. Bardeen, W. Brattain



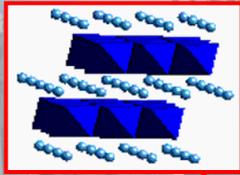
all'ultimo Transistor (una sola molecola...)



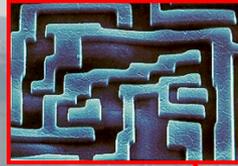
Una giornata tipica...



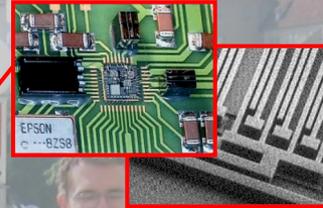
**Pace Maker  
Li-Batterie**



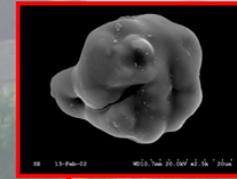
**GPS Navigatore  
Materiali funzionali**



**Air Bag  
Sensori Accelerazione  
MEMS**



**Cosmetici  
TiO<sub>2</sub> Nanoparticelle**



**Cellulare  
SAW Strutture**



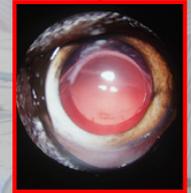
**Anca Artificiale  
Materiali  
Biocompatibili**



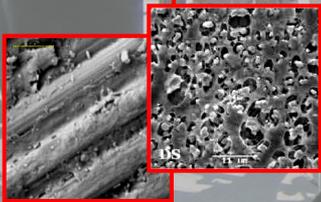
**Lenti e rivestimenti  
Ottici Materiali  
Filtri UV r**



**Camera Digitale  
CCD Chip**



**Lenti Artificiali  
Polimeri  
Biocompatibili**



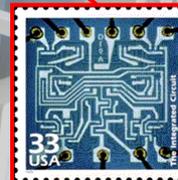
**Telaio Bici  
Fibre di Carbonio  
Materiali Compositi**



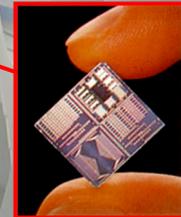
**Testina lettura  
Multistrati  
Magnetici**



**LED Display  
Materiali Fotonici**



**Carta di Credito  
Circuiti Integrati**



**Cronometro-Satellite  
Dispositivi Semiconduttori  
Micro-Batterie**



# ***Laurea Magistrale in Ingegneria delle Nanotecnologie***

istituita nell'a.a. 2008-09  
ai sensi del DM 270

***LM 53 (Scienza e Ingegneria dei Materiali)***



# *Finalità della laurea*

**L'Ingegneria delle Nanotecnologie richiede competenze specifiche per analisi, sviluppo, simulazione e ottimizzazione di dispositivi, materiali e processi fondati sulle nanotecnologie.**

**Obiettivo formativo primario è il conseguimento di attitudini volte alla:**

- ◆ gestione e utilizzazione di micro- e nanotecnologie per materiali, biotecnologie e processi realizzativi di micro- e nano-dispositivi;
- ◆ progettazione di micro-nano-dispositivi per applicazioni funzionali e multifunzionali;
- ◆ progettazione e gestione di micro- e nano-sistemi complessi;
- ◆ gestione del rischio e della sicurezza nell'utilizzo delle nanotecnologie.



# *Sbocchi occupazionali*

Il percorso formativo dell'Ingegnere Magistrale delle Nanotecnologie è finalizzato alle esigenze nell'**industria manifatturiera ad alto contenuto tecnologico** che opera nei diversi settori dell'ingegneria (meccanica, elettronica, aerospazio, automotive, trasporti, materiali avanzati, elettrotecnica, bioingegneria, processi di trasformazione e di produzione, ingegneria biomedica).

Ulteriori sbocchi occupazionali previsti sono presso **centri di ricerca** come ricercatore o dirigente di ricerca, presso **enti pubblici o privati** che operano nel settore delle tecnologie avanzate e dell'innovazione tecnologica come **esperto di tecnologie e ingegnere dell'innovazione** (inclusi comuni, province, e soprattutto regioni).

Inoltre, grazie ad un'approfondita conoscenza di discipline ingegneristiche, si propone come **qualificato professionista**.

**Può accedere all'albo degli Ingegneri per la sezione industriale.**



# Articolazione del percorso formativo

La LM in Ingegneria delle Nanotecnologie prevede una durata di **2 anni** al termine dei quali l'allievo discute una tesi di laurea, con un'acquisizione complessiva di **120 CFU**

La LM offre 2 'percorsi', di analogo contenuto formativo, che si distinguono essenzialmente per la lingua di erogazione:

**percorso A:** con insegnamenti in prevalenza in *lingua italiana*

**percorso B:** con tutti gli insegnamenti in *lingua inglese, dedicato agli studenti internazionali*

Entrambi i percorsi formativi la Laurea Magistrale in Ingegneria delle Nanotecnologie si articolano in due tipologie di insegnamenti:

- **OBBLIGATORI:** **8** insegnamenti per un totale di 72 CFU
- **DI COMPLETAMENTO E SPECIALIZZAZIONE:** **1** insegnamento (6 CFU) a scelta in un gruppo opzionale; **2** insegnamenti (per un totale di 12 CFU) a scelta in un blocco di completamento; **Insegnamenti a scelta libera** dell'allievo (per un totale di almeno 12 CFU)

Viene garantita anche la possibilità di presentare piani di studi 'personalizzati', nel rispetto dell'ordinamento vigente e soggetti alla specifica approvazione del CAD

<https://web.uniroma1.it/nano/>



# Dettaglio insegnamenti 'bloccati'

1	Chimica superiore per nanotecnologie		9	Mattiello	I	Chim/07
<i>STRUTTURA DELLA MATERIA CON ELEMENTI DI MECCANICA QUANTISTICA E SIMULAZIONI ATOMISTICHE</i>						
2	UDI	Struttura della materia con elementi di meccanica quantistica	6	Postorino	I	FIS/03
		Simulazioni atomistiche	6	Zollo	II	FIS/01
<i>INGEGNERIA DELLE SUPERFICI E DEI FILM SOTTILI E MATERIALI NANOSTRUTTURATI</i>						
3	UDI	Materiali nanostrutturati	6	Pulci	I	ING-IND/22
		Ingegneria delle superfici e dei film sottili	6	Marra	II	ING-IND/22
4	Fabbricazione e caratterizzazione di nanostrutture		6	Mariani	II	FIS/03
5	Microscopie e tecniche di nanocaratterizzazione		9	Rossi	II	FIS/01
6	Micro-nanofluidica		6	Casciola	III	ING-IND/06
7	Micro-nano devices and materials for electrical-electromagnetic applications		6	Sarto	III	ING_IND/31
<i>COMPONENTI NANOELETRONICI E MICROELETTROMECCANICI INTEGRATI</i>						
8	UDI	Componenti elettronici integrati	6	Irrera	III	ING-INF/01
		Micro electromechanical systems	6	Balucani	IV	ING-INF/01
9	1 su 2	Dinamica di sistemi micromeccanici	6	Culla	III	ING-IND/13
		Processi industriali per la produzione di micro e nano particelle		Stoller		ING-IND/25

<https://web.uniroma1.it/nano/>



# Requisiti di accesso

## 1° Requisito automatico di accesso: **85 CFU nei seguenti ambiti disciplinari**

### **27 CFU negli SSD di formazione di base**

CHIM/03; FIS/01; FIS/03; MAT/02; MAT/03; MAT/05; MAT/06; MAT/07

### **58 CFU negli SSD relativi alla formazione ingegneristica e applicativa**

CHIM/02; CHIM/07; FIS/07; INF/01; ING-IND/03; ING-IND/04; ING-IND/06; ING-IND/07; ING-IND/08; ING-IND/09; ING-IND/10; ING-IND/11; ING-IND/12; ING-IND/13; ING-IND/14; ING-IND/21; ING-IND/22; ING-IND/24; ING-IND/25; ING-IND/26; ING-IND/27; ING-IND/31; ING-IND/32; ING-IND/33; ING-IND/34; ICAR/08; ING-INF/01; ING-INF/02; ING-INF/03; ING-INF/04; ING-INF/06; ING-INF/07; MAT/08; MAT/09



*In assenza del requisito automatico di accesso l'immatricolazione è subordinata a verifica da parte del Consiglio d'Area (CdA) dei requisiti curricolari. La verifica si basa sul curriculum dell'allievo, sui programmi dei corsi e su un colloquio volto ad accertare il possesso delle conoscenze riconducibili agli 85 CFU che costituiscono il requisito automatico di accesso.*

## 2° Requisito automatico di accesso: **media degli esami sostenuti $\geq 23/30$**



# Assenza dei Requisiti di accesso

**Gli allievi privi del 1° requisito automatico di accesso (85 CFU nei SSD specificati), anche dopo la verifica di equipollenza e in possesso di laurea triennale conseguita in Italia in una classe diversa da quelle dell'ingegneria (L7, L8 e L9) devono acquisire, oltre a quanto previsto obbligatoriamente nell'offerta formativa, un minimo di 24 CFU negli ambiti disciplinari riportati nel seguito:**

- **un minimo di 6 CFU nel SSD ING-IND/31**
- **un minimo di 6 CFU nel SSD ING-IND/13**
- **un minimo di 6 CFU nel SSD ICAR/08**
- **un minimo di 6 CFU in uno di questi SSD: ING-IND/06, ING-INF/04, ING-IND/25.**

**Per gli allievi privi del 2° requisito automatico di accesso (media esami  $\geq 23/30$ ), la verifica della preparazione personale avverrà mediante apposita **prova di ammissione scritta e orale su argomenti caratterizzanti gli aspetti di base dell'ingegneria.****

Sul sito del Consiglio d'Area saranno riportate le modalità di svolgimento e il calendario delle prove di ammissione (almeno 2 per a.a.). La prova di ammissione può accertare una preparazione sufficiente o insufficiente. Nell'ultimo caso, non è consentita l'iscrizione.



*Le NanoTecnologie necessitano di:*

- *Conoscenze allo stato dell'arte e approcci multidisciplinari*
- *Investimenti, visione strategica, azione e determinazione*

***Superare lo scetticismo è più arduo che risolvere le difficoltà tecniche pur grandi insite nello sviluppo di tecnologie estremamente innovative e di assoluto stato dell'arte.***

***Dietro ogni problema c'è una opportunità***

***G. Galilei***