



# **PRESENTAZIONE DEL CORSO DI FISICA II (SCIENZE CHIMICHE)**

**A.A. 2023/2024**

**LORENZO ROVIGATTI, DIPARTIMENTO DI FISICA**

# COSA NE PENSANO GLI STUDENTI



**WARNING**

**Risk of  
death**

# IL DOCENTE

- Sito: <http://www.roma1.infn.it/~rovigatl/didattica/current/>
- Email: [lorenzo.rovigatti@uniroma1.it](mailto:lorenzo.rovigatti@uniroma1.it)
- Stanza 104, primo piano dell'edificio Fermi (CU033)
- 6° anno di corso (3 anni a Chimica Industriale)

# IL DOCENTE

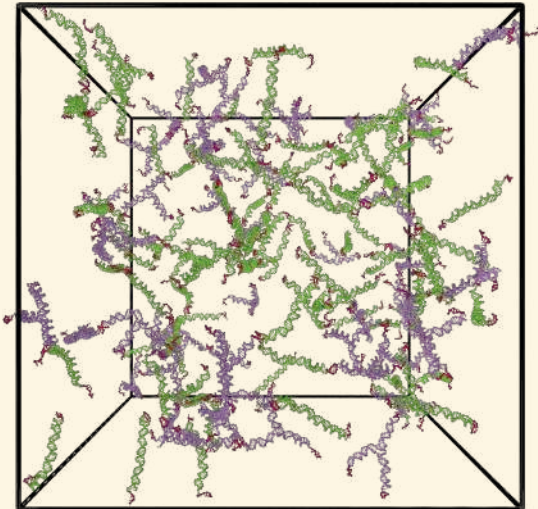
- Sito: <http://www.roma1.infn.it/~rovigatl/didattica/current/>
- Email: [lorenzo.rovigatti@uniroma1.it](mailto:lorenzo.rovigatti@uniroma1.it)
- Stanza 104, primo piano dell'edificio Fermi (CU033)
- 6° anno di corso (3 anni a Chimica Industriale)

LA MIA RICERCA

# IL DOCENTE

- Sito: <http://www.roma1.infn.it/~rovigatl/didattica/current/>
- Email: [lorenzo.rovigatti@uniroma1.it](mailto:lorenzo.rovigatti@uniroma1.it)
- Stanza 104, primo piano dell'edificio Fermi (CU033)
- 6° anno di corso (3 anni a Chimica Industriale)

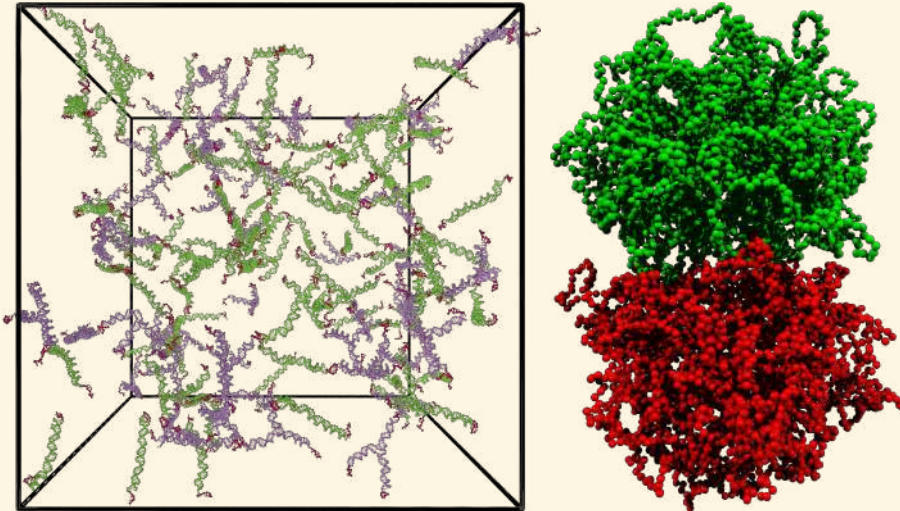
## LA MIA RICERCA



# IL DOCENTE

- Sito: <http://www.roma1.infn.it/~rovigatl/didattica/current/>
- Email: [lorenzo.rovigatti@uniroma1.it](mailto:lorenzo.rovigatti@uniroma1.it)
- Stanza 104, primo piano dell'edificio Fermi (CU033)
- 6° anno di corso (3 anni a Chimica Industriale)

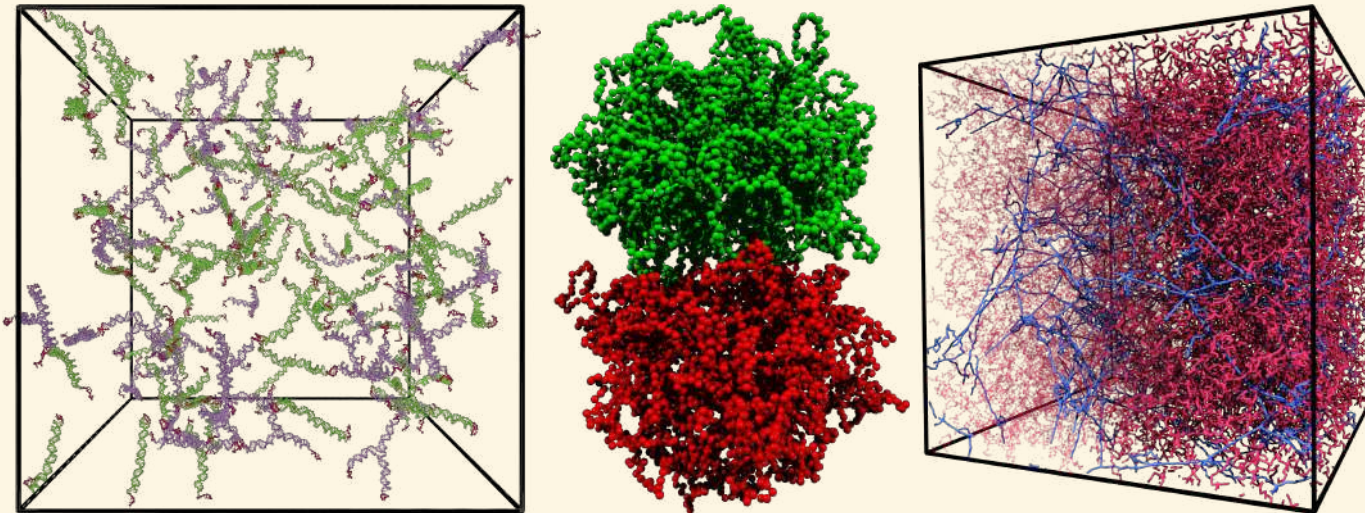
## LA MIA RICERCA



# IL DOCENTE

- Sito: <http://www.roma1.infn.it/~rovigatl/didattica/current/>
- Email: [lorenzo.rovigatti@uniroma1.it](mailto:lorenzo.rovigatti@uniroma1.it)
- Stanza 104, primo piano dell'edificio Fermi (CU033)
- 6° anno di corso (3 anni a Chimica Industriale)

## LA MIA RICERCA



# ORARI

## III CANALE (MAS - Z)

### LEZIONI IN AULA MAJORANA (DAL 25/09 AL 12/01)

- Mercoledì, 12:00 - 14:00
- Giovedì, 10:00 - 12:00
- Venerdì, 11:00 - 14:00

### RICEVIMENTO (PREVIO APPUNTAMENTO)

- Giovedì 12:10 - 13:10 (subito dopo la lezione)



# ORARI

## III CANALE (MAS - Z)

### LEZIONI IN AULA MAJORANA (DAL 25/09 AL 12/01)

- Mercoledì, 12:00 - 14:00
- Giovedì, 10:00 - 12:00
- Venerdì, 11:00 - 14:00

### RICEVIMENTO (PREVIO APPUNTAMENTO)

- Giovedì 12:10 - 13:10 (subito dopo la lezione)

**I CAMBI DI CANALE NON SONO PERMESSI!**

## COME SCRIVERE UN'EMAIL

<b>Da</b>	pincopallo.42839183@studenti.uniroma1.it
<b>A</b>	lorenzo.rovigatti@uniroma1.it
<b>Oggetto</b>	FIS2: richiesta ricevimento
<b>Testo</b>	<p>Caro [Gentile] professore,</p> <p>le scrivo per chiederle delucidazioni riguardo a [...] lei sarebbe disponibile il giorno [...]</p> <p>saluti [cordiali saluti],</p> <p>Pinco Pallo</p>

## COME SCRIVERE UN'EMAIL

<b>Da</b>	pincopallo.42839183@studenti.uniroma1.it
<b>A</b>	lorenzo.rovigatti@uniroma1.it
<b>Oggetto</b>	<b>FIS2: richiesta ricevimento</b>
<b>Testo</b>	<p>Caro [Gentile] professore,</p> <p>le scrivo per chiederle delucidazioni riguardo a [...] lei sarebbe disponibile il giorno [...]</p> <p>saluti [cordiali saluti],</p> <p>Pinco Pallo</p>

# IL CORSO

- 9 crediti - 88 ore (di lezione)
- $\approx 60\%$  lezioni frontali,  $\approx 40\%$  esercizi/esercitazioni

# IL CORSO

- 9 crediti - 88 ore (di lezione)
- $\approx$  60% lezioni frontali,  $\approx$  40% esercizi/esercitazioni

## IL PROGRAMMA

- Elettrostatica (campo e potenziale elettrostatico, conduttori, condensatori, dielettrici), **3 settimane**
- Corrente elettrica (corrente, resistenza elettrica, semplici reti elettriche), **2 settimane**
- Magnetostatica (campo magnetico, forza di Lorentz, leggi di Laplace, legge di Ampère, materiali magnetici), **3 settimane**
- Campo elettromagnetico (induzione elettromagnetica, leggi di Maxwell), **2 settimane**
- Onde elettromagnetiche (onde, riflessione e rifrazione, interferenza, diffrazione), **2 settimane**

# IL SITO DEL CORSO

Tutte le informazioni sul corso si trovano sul sito <https://elearning.uniroma1.it/course/view.php?id=13879>



La chiave per iscriversi è **Fisica2** (attenzione alla F maiuscola)

**"SIAMO CHIMICI, LA FISICA NON CI SERVE"**

# "SIAMO CHIMICI, LA FISICA NON CI SERVE"

- Moltissime (macro)molecole sono cariche (proteine, DNA, ioni)



# "SIAMO CHIMICI, LA FISICA NON CI SERVE"

- Moltissime (macro)molecole sono cariche (proteine, DNA, ioni)
- I metodi e gli strumenti basati su quanto diremo sono tantissimi
  - Spettrometro di massa
  - Risonanza magnetica
  - Motori elettrici
  - Strumenti ottici (microscopi, lenti, ecc.)
  - Scattering della luce (DLS, SLS, ecc.)

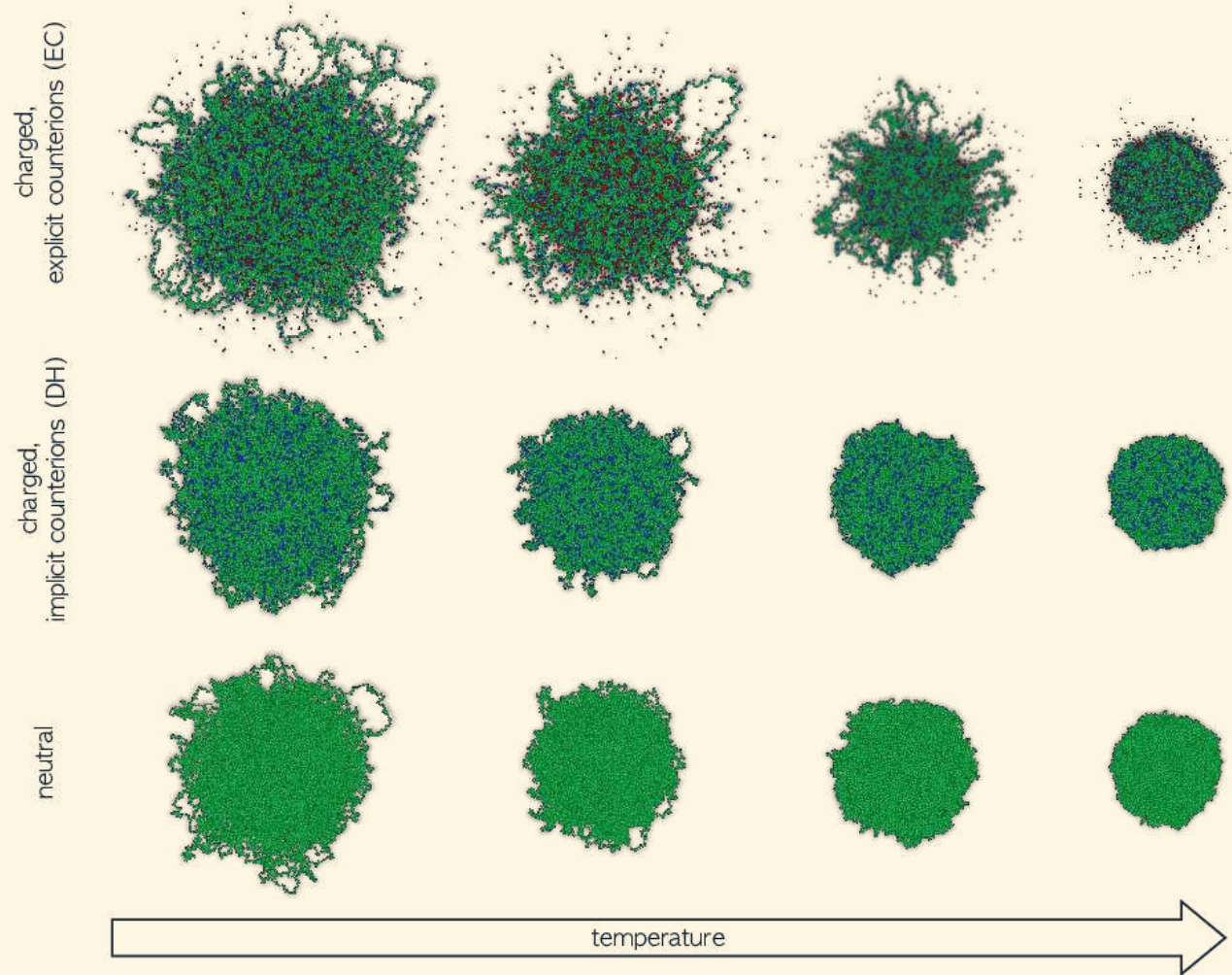
# "SIAMO CHIMICI, LA FISICA NON CI SERVE"

- Moltissime (macro)molecole sono cariche (proteine, DNA, ioni)
- I metodi e gli strumenti basati su quanto diremo sono tantissimi
  - Spettrometro di massa
  - Risonanza magnetica
  - Motori elettrici
  - Strumenti ottici (microscopi, lenti, ecc.)
  - Scattering della luce (DLS, SLS, ecc.)
- Il corso è progettato per esercitare le vostre abilità di risoluzione dei problemi (*"problem solving"*)

# "SIAMO CHIMICI, LA FISICA NON CI SERVE"

- Moltissime (macro)molecole sono cariche (proteine, DNA, ioni)
- I metodi e gli strumenti basati su quanto diremo sono tantissimi
  - Spettrometro di massa
  - Risonanza magnetica
  - Motori elettrici
  - Strumenti ottici (microscopi, lenti, ecc.)
  - Scattering della luce (DLS, SLS, ecc.)
- Il corso è progettato per esercitare le vostre abilità di risoluzione dei problemi (*"problem solving"*)
- La chimica teorica fa largo uso di ciò che studieremo

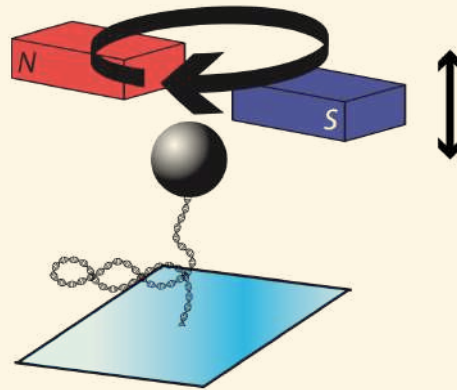
# ALCUNI ESEMPI (SCIENTIFICI)



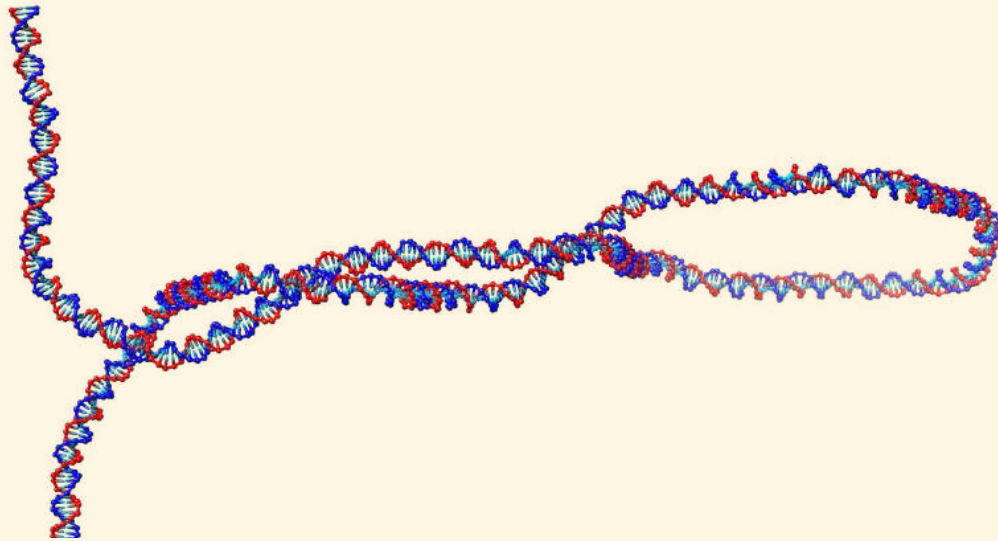
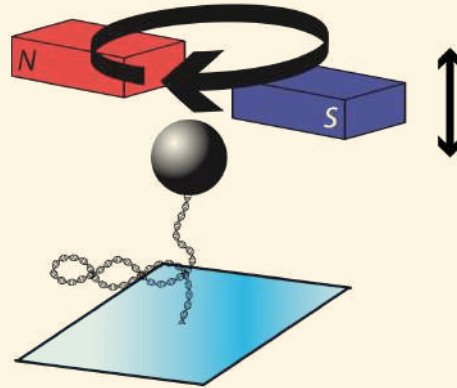
# ALCUNI ESEMPI (SCIENTIFICI)



# ALCUNI ESEMPI (SCIENTIFICI)



# ALCUNI ESEMPI (SCIENTIFICI)



# ALCUNI ESEMPI (SCIENTIFICI)





# ALCUNI ESEMPI (SCIENTIFICI)



## Recharging N95 masks using a van de Graaff generator for safe recycling†

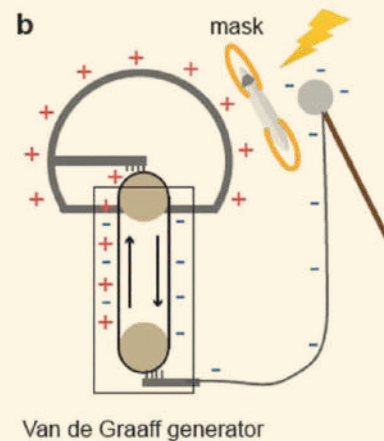
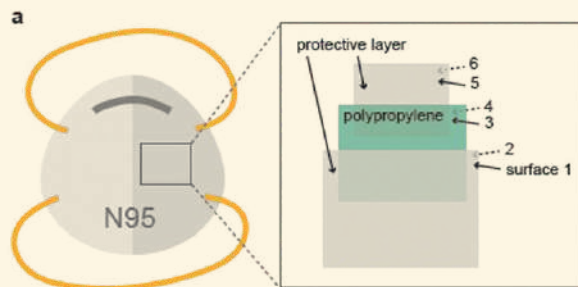
Cite this: *Soft Matter*, 2021,  
17, 10

Received 11th November 2020,  
Accepted 24th November 2020

DOI: 10.1039/d0sm02004d

[rsc.li/soft-matter-journal](https://rsc.li/soft-matter-journal)

K. Sugihara



## ALCUNI ESEMPI (SCIENTIFICI)



# ALTRI ESEMPI

# ALTRI ESEMPI



# ALTRI ESEMPI



# ALTRI ESEMPI



# ALTRI ESEMPI



# ALTRI ESEMPI





# ALTRI ESEMPI



# L'ESAME

- Scritto + orale
- Entrambi verteranno su tutto il programma
- Il compito scritto sarà in linea con (ma  $\neq$  da) gli esercizi proposti o fatti in aula
- Potrete portare un formulario che vi fornirò alla fine del corso
- Trovate sempre i compiti delle sessioni precedenti sul mio sito

# DISABILITÀ E DSA

*“ Sapienza offre agli studenti con disabilità e DSA dei servizi specifici, ed è bene rivolgersi alle figure opportune già dall'inizio del semestre*

**VI INVITO QUINDI A CONTATTARE**

- lo sportello disabilità e DSA
- la referente di Facoltà, Prof.ssa Laura Varone ([laura.varone@uniroma1.it](mailto:laura.varone@uniroma1.it))

## ALCUNI DETTAGLI

- Il testo di riferimento è: P. Mazzoldi, M. Nigro, C. Voci (MNV), “Elementi di Fisica – Elettromagnetismo e Onde”, EdiSES
- Il programma si trova anche in altri libri (Serway, Mencuccini, ...)
- Le spiegazioni avverranno alla lavagna (virtuale): niente slide (con piccole eccezioni per far vedere filmati e pagine interattive)
- Le "lavagnate" verranno messe online nella sezione del diario delle lezioni

## ALCUNI DETTAGLI

- Il testo di riferimento è: P. Mazzoldi, M. Nigro, C. Voci (MNV), “Elementi di Fisica – Elettromagnetismo e Onde”, EdiSES
- Il programma si trova anche in altri libri (Serway, Mencuccini, ...)
- Le spiegazioni avverranno alla lavagna (virtuale): niente slide (con piccole eccezioni per far vedere filmati e pagine interattive)
- Le "lavagnate" verranno messe online nella sezione del diario delle lezioni
- Repetita iuvant: gli esercizi saranno svolti principalmente da **voi**

# ALCUNI CONSIGLI

- La matematica è un presupposto **imprescindibile** per questo corso
- Seguite il corso, venite alle esercitazioni
- Partecipate attivamente in aula (**specialmente** durante le esercitazioni)
- Se qualcosa non è chiaro **attivatevi subito**: domandate a lezione, venite al ricevimento, ecc.

# ALCUNI CONSIGLI

- La matematica è un presupposto **imprescindibile** per questo corso
- Seguite il corso, venite alle esercitazioni
- Partecipate attivamente in aula (**specialmente** durante le esercitazioni)
- Se qualcosa non è chiaro **attivatevi subito**: domandate a lezione, **venite al ricevimento**, ecc.

# ALCUNI CONSIGLI

- La matematica è un presupposto **imprescindibile** per questo corso
- Seguite il corso, venite alle esercitazioni
- Partecipate attivamente in aula (**specialmente** durante le esercitazioni)
- Se qualcosa non è chiaro **attivatevi subito**: domandate a lezione, **venite al ricevimento**, ecc.

## CONSIGLI SPECIFICI PER GLI SCRITTI

- Fate **sempre** gli esercizi consigliati
- Conviene prima risolvere gli esercizi in maniera simbolica e poi calcolare il risultato numerico finale
- Attenti ai segni di vettore e alle unità di misura: ci tengo molto!



# COME RISOLVERE UN PROBLEMA DI FISICA

COMPrensione, PIÙ DIFFICILE

# COME RISOLVERE UN PROBLEMA DI FISICA

## COMPRESIONE, PIÙ DIFFICILE

- Leggere il testo lentamente e con attenzione

# COME RISOLVERE UN PROBLEMA DI FISICA

## COMPRESIONE, PIÙ DIFFICILE

- Leggere il testo lentamente e con attenzione
- Capire quali processi fisici sono coinvolti

# COME RISOLVERE UN PROBLEMA DI FISICA

## COMPRESIONE, PIÙ DIFFICILE

- Leggere il testo lentamente e con attenzione
- Capire quali processi fisici sono coinvolti
- Interpretare/prevedere il comportamento del sistema fisico senza scrivere equazioni

# COME RISOLVERE UN PROBLEMA DI FISICA

## COMPRESIONE, PIÙ DIFFICILE

- Leggere il testo lentamente e con attenzione
- Capire quali processi fisici sono coinvolti
- Interpretare/prevedere il comportamento del sistema fisico senza scrivere equazioni

# COME RISOLVERE UN PROBLEMA DI FISICA

## COMPrensione, PIÙ DIFFICILE

- Leggere il testo lentamente e con attenzione
- Capire quali processi fisici sono coinvolti
- Interpretare/prevedere il comportamento del sistema fisico senza scrivere equazioni

## SVOLGIMENTO, PIÙ SEMPLICE

# COME RISOLVERE UN PROBLEMA DI FISICA

## COMPRESIONE, PIÙ DIFFICILE

- Leggere il testo lentamente e con attenzione
- Capire quali processi fisici sono coinvolti
- Interpretare/prevedere il comportamento del sistema fisico senza scrivere equazioni

## SVOLGIMENTO, PIÙ SEMPLICE

- Scrivere i dati (cioè ciò che fornisce il problema)

# COME RISOLVERE UN PROBLEMA DI FISICA

## COMPRESIONE, PIÙ DIFFICILE

- Leggere il testo lentamente e con attenzione
- Capire quali processi fisici sono coinvolti
- Interpretare/prevedere il comportamento del sistema fisico senza scrivere equazioni

## SVOLGIMENTO, PIÙ SEMPLICE

- Scrivere i dati (cioè ciò che fornisce il problema)
- Identificare le incognite (cioè ciò che serve per risolvere il problema)



# COME RISOLVERE UN PROBLEMA DI FISICA

## COMPRESIONE, PIÙ DIFFICILE

- Leggere il testo lentamente e con attenzione
- Capire quali processi fisici sono coinvolti
- Interpretare/prevedere il comportamento del sistema fisico senza scrivere equazioni

## SVOLGIMENTO, PIÙ SEMPLICE

- Scrivere i dati (cioè ciò che fornisce il problema)
- Identificare le incognite (cioè ciò che serve per risolvere il problema)
- Collegare dati e incognite tramite le formule (col libro, se serve)

# COME RISOLVERE UN PROBLEMA DI FISICA

## COMPRESIONE, PIÙ DIFFICILE

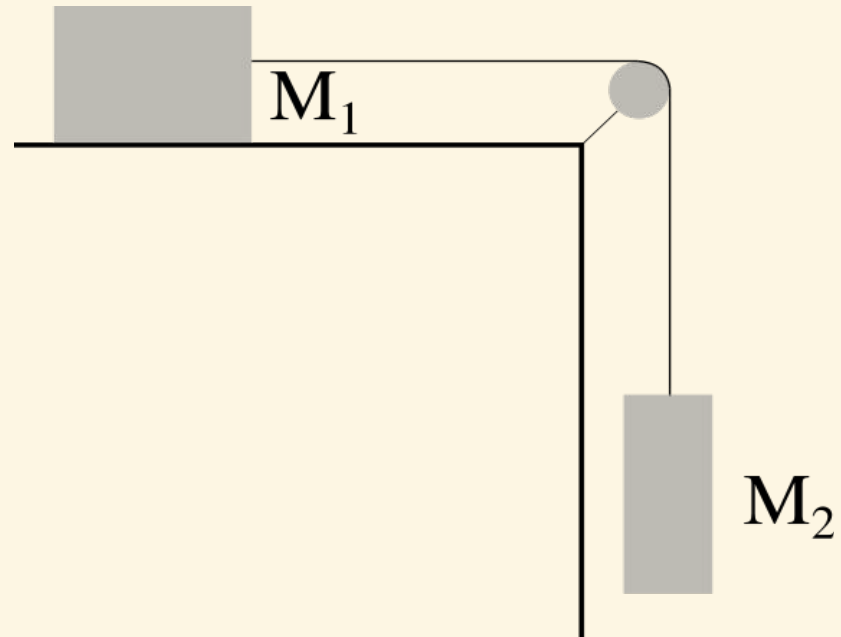
- Leggere il testo lentamente e con attenzione
- Capire quali processi fisici sono coinvolti
- Interpretare/prevedere il comportamento del sistema fisico senza scrivere equazioni

## SVOLGIMENTO, PIÙ SEMPLICE

- Scrivere i dati (cioè ciò che fornisce il problema)
- Identificare le incognite (cioè ciò che serve per risolvere il problema)
- Collegare dati e incognite tramite le formule (col libro, se serve)
- Svolgere i calcoli

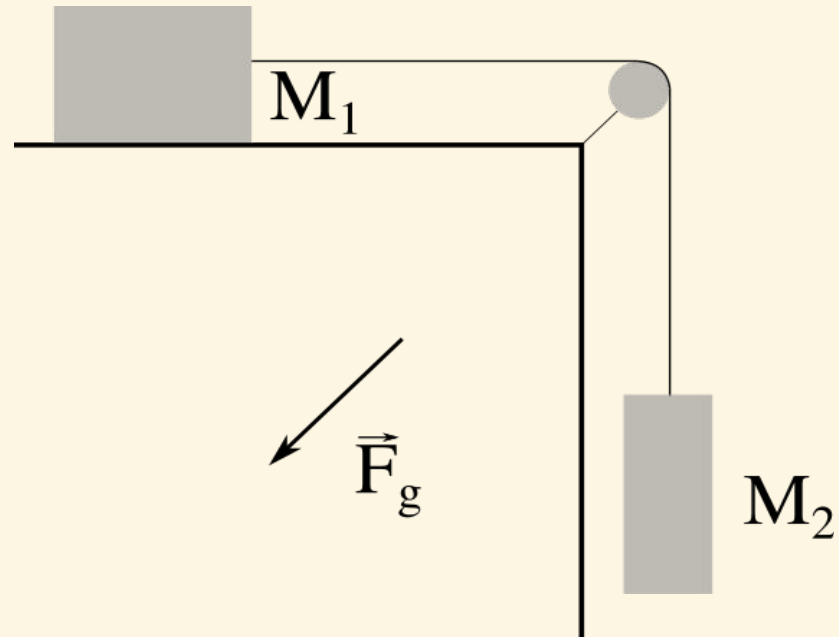
# ESEMPIO - 1

Come si comporta questo sistema fisico?



# ESEMPIO - 1

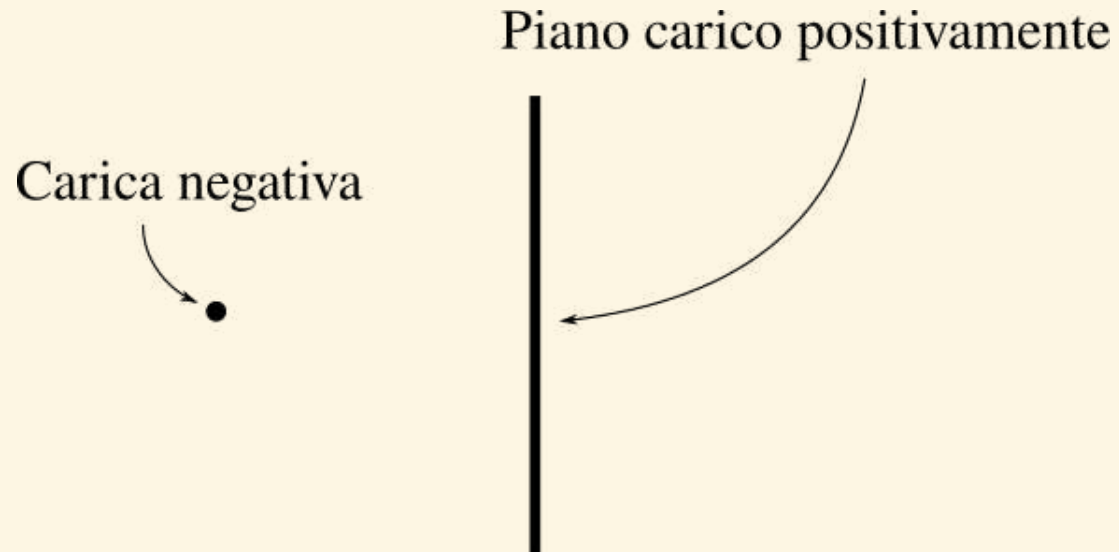
Come si comporta questo sistema fisico?



Dipende dai dettagli: leggete sempre **con attenzione** il testo

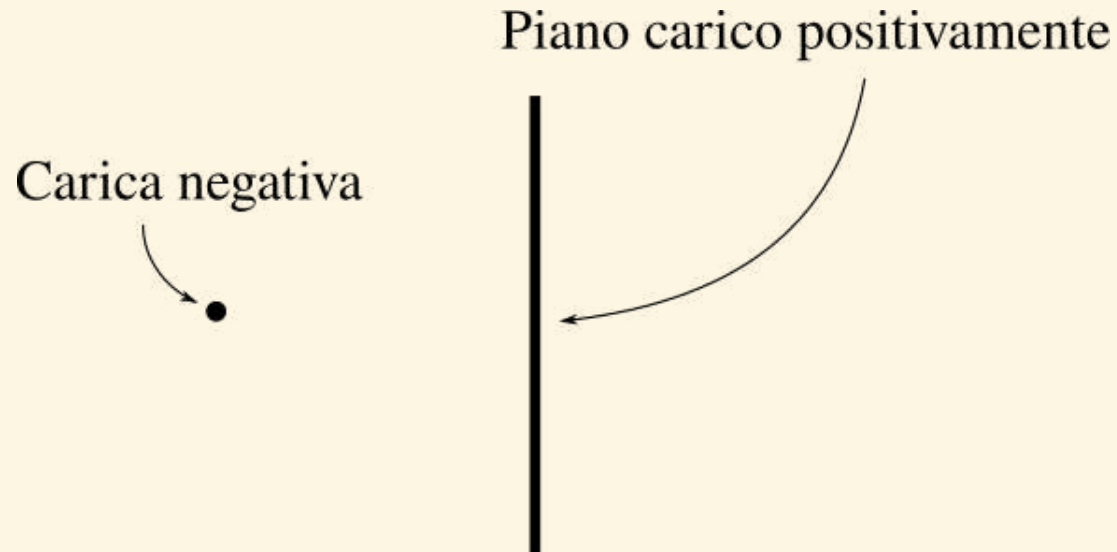
## ESEMPIO - 2

Il piano è fermo, la carica si può muovere: cosa succede?



## ESEMPIO - 2

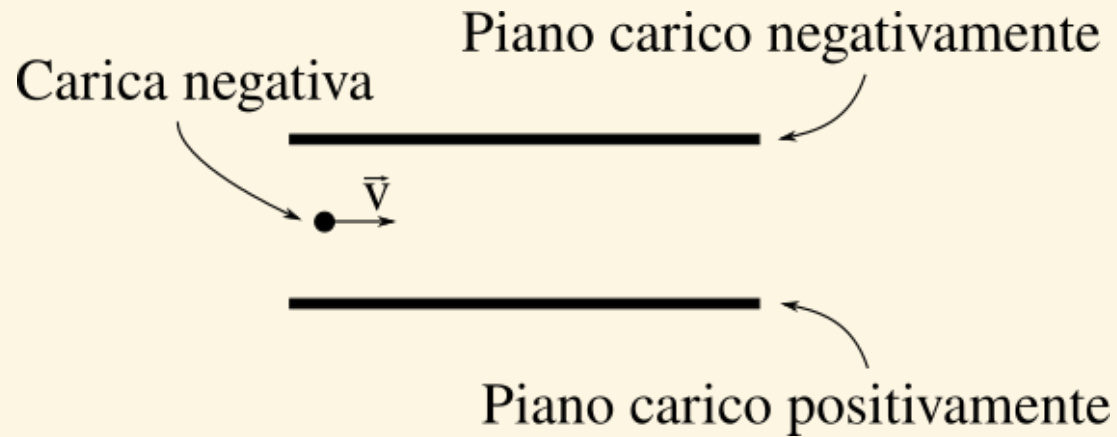
Il piano è fermo, la carica si può muovere: cosa succede?



E se la carica fosse positiva?

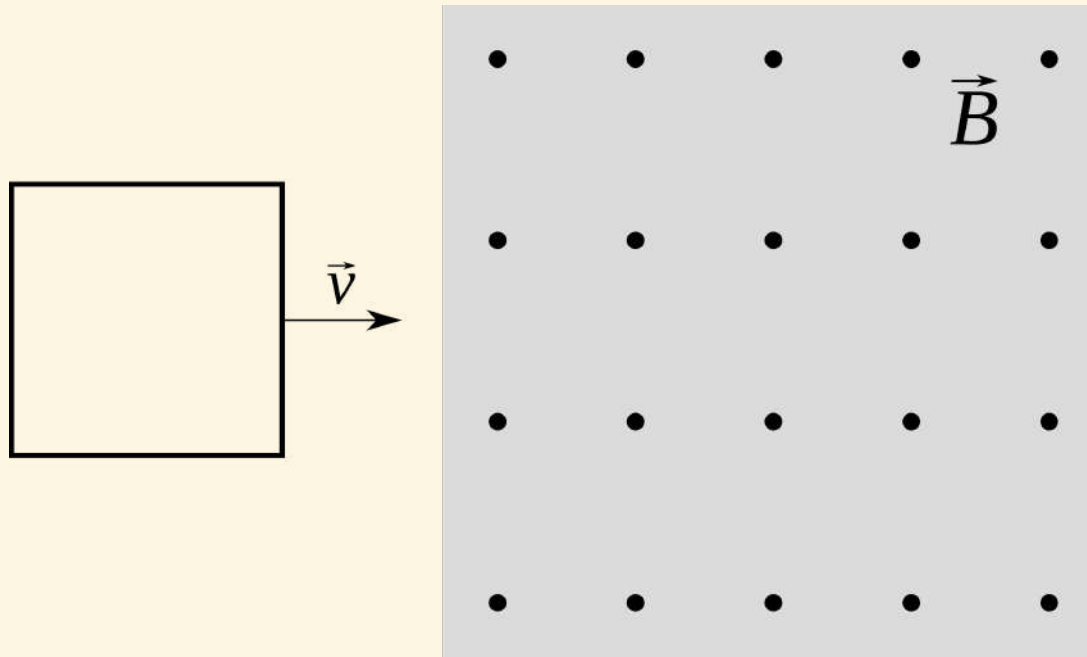
## ESEMPIO - 3

I piani sono fermi, la carica è in movimento: cosa succede?



## ESEMPIO - 4

Una spira entra in una regione di campo magnetico: cosa succede?





# FISICA: COSA DOVRETE SAPERE?

- Moto del punto materiale (posizione, velocità, accelerazione, traiettoria, ecc)
- Energia cinetica, energia potenziale, conservazione dell'energia
- Forze e momenti delle forze

# FISICA: COSA DOVRETE SAPERE?

- Moto del punto materiale (posizione, velocità, accelerazione, traiettoria, ecc)
- Energia cinetica, energia potenziale, conservazione dell'energia
- Forze e momenti delle forze
- Aver superato con successo Fisica 1 non è obbligatorio, ma aiuta

# LA FISICA È UNA SCIENZA SPERIMENTALE

- Dedicheremo molto tempo alle conseguenze pratiche di ciò che vedremo in aula
- Durante le esercitazioni porterò piccole esperienze da fare insieme
- Se tutto va bene vi porterò in Amaldi due volte per delle dimostrazioni

# LA FISICA È UNA SCIENZA SPERIMENTALE

- Dedicheremo molto tempo alle conseguenze pratiche di ciò che vedremo in aula
- Durante le esercitazioni porterò piccole esperienze da fare insieme
- Se tutto va bene vi porterò in Amaldi due volte per delle dimostrazioni

COMINCIAMO SUBITO

- Installate sul vostro smartphone questa app:
- La useremo per rinfrescare alcuni concetti di Fisica 1, per misurare campi magnetici e capire meglio le onde



# LA FISICA È UNA SCIENZA SPERIMENTALE

- Dedicheremo molto tempo alle conseguenze pratiche di ciò che vedremo in aula
- Durante le esercitazioni porterò piccole esperienze da fare insieme
- Se tutto va bene vi porterò in Amaldi due volte per delle dimostrazioni

COMINCIAMO SUBITO

- Installate sul vostro smartphone questa app:
- La useremo per rinfrescare alcuni concetti di Fisica 1, per misurare campi magnetici e capire meglio le onde
- Vediamo subito un esempio!



# MATEMATICA: COSA CI SERVIRÀ?

- Vettori
- Geometria
- Trigonometria
- Derivate
- Integrali (cosa sono e come si usano, **gli esercizi non richiedono mai integrali complicati**)
  - singoli
  - doppi e tripli
  - di linea

# MATEMATICA: COSA CI SERVIRÀ?

- Vettori
- Geometria
- Trigonometria
- Derivate
- Integrali (cosa sono e come si usano, **gli esercizi non richiedono mai integrali complicati**)
  - singoli
  - doppi e tripli
  - di linea

# VETTORI

Definiamo  $\vec{a} = (a_x, a_y, a_z)$  e  $\vec{b} = (b_x, b_y, b_z)$

1. Quanto vale  $\vec{a} + \vec{b}$ ? E  $\vec{a} - \vec{b}$ ?
2. Com'è definito il modulo di  $\vec{a}$ ,  $a$ ? Cosa rappresenta?
3. Com'è definito il versore  $\hat{a}$ ? Cosa rappresenta?
4. Qual è il prodotto scalare  $\vec{a} \cdot \vec{b}$ ?
5. Esprimere  $\vec{a} \cdot \vec{b}$  tramite  $a$  e  $b$ , i moduli di  $\vec{a}$  e  $\vec{b}$ , e l'angolo tra loro compreso,  $\theta$
6. Dati  $a$ ,  $b$  e  $\theta$  scrivere l'espressione del modulo del prodotto vettoriale  $\vec{a} \times \vec{b}$



# TRIGONOMETRIA

1. Come si passa da radianti a gradi e viceversa?
2. Quanto vale  $\sin 0$  ?
3. Quanto vale  $\cos 0$  ?
4. Quanto vale  $\sin^2 \theta + \cos^2 \theta$  ?
5. Qual è la definizione di  $\tan \theta$  ?
6. Quanto vale  $\frac{d \sin \theta}{d\theta}$  ?

# ALCUNI ESERCIZI - 1

- Quanto vale il modulo del vettore  $(2, 4, -3)$ ?

# ALCUNI ESERCIZI - 1

- Quanto vale il modulo del vettore  $(2, 4, -3)$ ?
- Quanto vale l'angolo compreso tra  $(3, 3, 0)$  e  $(2, 1, -5)$ ?

# ALCUNI ESERCIZI - 1

- Quanto vale il modulo del vettore  $(2, 4, -3)$ ?
- Quanto vale l'angolo compreso tra  $(3, 3, 0)$  e  $(2, 1, -5)$ ?
- Un vettore di modulo 3 giace sul piano  $(x, y)$  e forma un angolo di  $\pi/6$  con l'asse  $x$ . Quali sono le sue componenti?

# ALCUNI ESERCIZI - 1

- Quanto vale il modulo del vettore  $(2, 4, -3)$ ?
- Quanto vale l'angolo compreso tra  $(3, 3, 0)$  e  $(2, 1, -5)$ ?
- Un vettore di modulo 3 giace sul piano  $(x, y)$  e forma un angolo di  $\pi/6$  con l'asse  $x$ . Quali sono le sue componenti?
- Determinare il vettore  $\vec{w} = \vec{a} + \vec{b}$ , dove  $\vec{a} = (1, 1, 3)$  e  $\vec{b} = (-1, 3, 2)$

# ALCUNI ESERCIZI - 1

- Quanto vale il modulo del vettore  $(2, 4, -3)$ ?
- Quanto vale l'angolo compreso tra  $(3, 3, 0)$  e  $(2, 1, -5)$ ?
- Un vettore di modulo 3 giace sul piano  $(x, y)$  e forma un angolo di  $\pi/6$  con l'asse  $x$ . Quali sono le sue componenti?
- Determinare il vettore  $\vec{w} = \vec{a} + \vec{b}$ , dove  $\vec{a} = (1, 1, 3)$  e  $\vec{b} = (-1, 3, 2)$ 
  - Il vettore  $(2, -2, 1)$  è o meno ortogonale a  $\vec{w}$ ?

# ALCUNI ESERCIZI - 1

- Quanto vale il modulo del vettore  $(2, 4, -3)$ ?
- Quanto vale l'angolo compreso tra  $(3, 3, 0)$  e  $(2, 1, -5)$ ?
- Un vettore di modulo 3 giace sul piano  $(x, y)$  e forma un angolo di  $\pi/6$  con l'asse  $x$ . Quali sono le sue componenti?
- Determinare il vettore  $\vec{w} = \vec{a} + \vec{b}$ , dove  $\vec{a} = (1, 1, 3)$  e  $\vec{b} = (-1, 3, 2)$ 
  - Il vettore  $(2, -2, 1)$  è o meno ortogonale a  $\vec{w}$ ?
  - Dire se il vettore  $(21, 15, -12)$  è parallelo a  $\vec{w}$  e, se sì, discutere il suo verso in relazione a quello di  $\vec{w}$

# ALCUNI ESERCIZI - 2



## ALCUNI ESERCIZI - 2

- Un aereo percorre 100 Km in direzione nord, per poi virare e percorrere 150 Km in direzione nord  $30^\circ$  est ed infine percorrere 300 Km in direzione est. Calcolare lo spostamento risultante in modulo, direzione e verso.

## ALCUNI ESERCIZI - 2

- Un aereo percorre 100 Km in direzione nord, per poi virare e percorrere 150 Km in direzione nord  $30^\circ$  est ed infine percorrere 300 Km in direzione est. Calcolare lo spostamento risultante in modulo, direzione e verso.
- Un giocatore di golf in tre colpi riesce a gettare la sua palla nella buca. Il primo tiro sposta la palla di 12 m a nord, il secondo di 6 m a sud-est (cioè con un angolo  $-\pi/4 = -45^\circ$ ) ed il terzo tiro di 3 m a sud-ovest (cioè con un angolo  $-3\pi/4 = -135^\circ$ ). Quale spostamento è necessario per mandare la palla in buca in un colpo solo?

# GEOMETRIA

## ALCUNI ESEMPI

- Perimetro ed area di una circonferenza
- Area e volume di una sfera
- Volume di un cilindro
- Volume di una calotta sferica

# GEOMETRIA

## ALCUNI ESEMPI

- Perimetro ed area di una circonferenza
- Area e volume di una sfera
- Volume di un cilindro
- Volume di una calotta sferica

$$2\pi r, \pi r^2$$

$$4\pi r^2, \frac{4}{3}\pi r^3$$

$$h\pi r^2$$

$$\frac{4}{3}\pi \left( r_{\text{ext}}^3 - r_{\text{int}}^3 \right)$$

# DERIVATE

1. Data  $f(x) = x^2 - \frac{3}{4}x^5 + 3$ , quanto vale  $\frac{df(x)}{dx}$ ?
2. Data  $f(x, y) = 2xy^2 - x^2 - \frac{3}{4}x^5 + 3y + 5$ , quanto vale  $\frac{\partial f(x, y)}{\partial x}$ ?
3. Data  $f(x(t), t)$ , qual è la differenza fra  $\frac{df}{dt}$  e  $\frac{\partial f}{\partial t}$ ?

# INTEGRALI

1. Data  $f(x) = -\frac{1}{3}x^2 + 5$ , qual è l'espressione dell'integrale indefinito  $\int f(x)dx$ ?
2. Data la funzione definita sopra, quanto vale  $\int_0^2 f(x)dx$ ?
3. Integrali di linea: cosa sono, come si calcolano? Esempio:  $\int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{s}$
4. Integrali multipli: vedremo come si usano le coordinate sferiche e polari