

Lez 1 29/10/15

Fisica Sperimentale e Applicazioni  
Didattiche

# Durata e struttura

- Due corsi:
  - 48 ore di lezioni frontali (prof. E. Fiandrini)
  - 16 ore di attivita' di laboratorio (prof. A. Paciaroni):  
4 lezioni da 4 ore ciascuna in cui verranno svolte esperienze di laboratorio a gruppi 6-8 studenti su meccanica, termodinamica, elettricità e magnetismo
  - **NB: 1 esame per il corso di Fis. Sper. e 1 esame per il corso di laboratorio.**

# Orario delle lezioni

- Martedì 9-12 aula C
- Mercoledì' 9-11 aula B

# Materiale del corso

- Le copie delle lezioni sono scaricabili da:
- [http://www.fisgeo.unipg.it/~fiandrini/didattica\\_fisica/did\\_fis1516/](http://www.fisgeo.unipg.it/~fiandrini/didattica_fisica/did_fis1516/) dal giorno dopo (o due gg.) la lezione
- NB: questo indirizzo verrà usato anche per comunicazioni relative al corso (p.es. modifiche di orario, lezioni, date di esame straordinari, etc.)
- Testo consigliato: Fondamenti di Fisica, Halliday Resnick, Vol. Unico
- Ma va bene anche qualunque altro testo di fisica, anche di liceo scientifico.

# Ricevimento

- Sono sempre disponibile per ricevimento, su appuntamento.
- Vi pregherei di comunicare via e-mail, non per telefono.

□ E-mail: [emanuele.fiandrini@pg.infn.it](mailto:emanuele.fiandrini@pg.infn.it)

# Modalita' di esame

- L'esame e' **SCRITTO**
- **Fis. Sper. E App. Did.:**
- Consiste in 15 domande a risposta multipla sugli argomenti **svolti** del programma e di una unita' didattica su un argomento a piacere fra quelli svolti di non piu' di tre facciate
- **Laboratorio:** preparazione, svolgimento, relazione scritta per ciascun gruppo e per ciascuna esperienza. Il voto e' dato in base alla relazione scritta (e al lavoro svolto durante il laboratorio)

# Esempio di esame

29 Aprile 2013 (AA 2012/13) Nome ..... Cognome ..... Matricola.....

## **Esame di Didattica della Fisica per Scienze della Formazione Primaria.**

**Docente: Dr. E. Fiandrini**

*Rispondere correttamente alle seguenti domande (risposta esatta: 1.5 punti, risposta sbagliata: -0.5 punti, senza risposta 0 punti).*

1. In un diagramma *velocità-tempo* un moto uniformemente accelerato è sempre rappresentato da:

- A Una retta.
- B Una parabola.
- C Una retta passante per l'origine.
- D Una retta orizzontale.

2. Nel Sistema Internazionale, la forza si misura in:

- A Kilogrammi-forza.
- B Dyne.
- C Newton.
- D Watt.

3. Una forza puo' essere definita come:

- A la spinta che permette di spostare un oggetto.
- B qualsiasi causa che mette in movimento un corpo fermo.
- C qualsiasi causa in grado di modificare la velocità di un movimento.
- D la spinta che permette di tenere fermo un oggetto.

4. Quando si descrive un moto, la posizione "zero" da cui far partire la misura delle distanze:

- A deve sempre coincidere con la posizione da cui il punto materiale inizia a spostarsi.
- B deve sempre coincidere con la posizione in cui il punto materiale si trova all'istante  $t=0$ .
- C dipende dal tipo di moto (uniforme, accelerato o vario).
- D può essere scelta in modo arbitrario.

- X A Occorre connettere A in parallelo al percorso costituito da B e C connesse in serie.  
B Occorre connettere le tre lampadine in parallelo.  
C Occorre connettere le tre lampadine in serie  
D Occorre connettere A in serie al percorso costituito da B e C connesse in parallelo.
12. Quale tra queste operazioni *non può* fare parte della procedura seguita per effettuare un esperimento?
- X A la formulazione di principi o assiomi.  
B la scelta delle grandezze fisiche.  
C l'enunciazione della legge sperimentale  
D la ripetizione delle misure.
13. Il metodo sperimentale si fonda:
- A unicamente sull'analisi delle misure, le più accurate possibili  
B unicamente sugli esperimenti di laboratorio  
X C tanto sul ragionamento teorico che sulle prove sperimentali  
D unicamente sull'osservazione dei fenomeni naturali.
14. Le linee del campo elettrico sono oggetti reali?
- A sì, sono le traiettorie delle particelle che si muovono sotto l'effetto del campo elettrico.  
X B no  
C sì ma sono sottilissime e quindi invisibili  
D sì ma non ce ne accorgiamo perché riempiono tutto lo spazio
15. L'*effetto Joule* consiste nel fatto che:
- X A un conduttore metallico attraversato dalla corrente elettrica si riscalda..  
B un conduttore metallico attraversato dalla corrente elettrica ha una resistenza diversa da zero.  
C un conduttore metallico può essere attraversato dalla corrente elettrica.  
D se un conduttore metallico è attraversato dalla corrente elettrica, la sua temperatura diminuisce.

**Formulare una sintetica unità di apprendimento su un argomento a piacere, in non più di 3 facciate, descrivendo i concetti da introdurre per una classe di quinta elementare facendo uso anche di alcuni esempi pratici in cui possano essere coinvolti gli studenti.**

# Valutazione esame

- max 22.5 punti per il test a risposta multipla
  - max 10 punti per l'unita' didattica
  - → 32.5 punti disponibili
- 
- Gli esami svolti fino ad ora sono reperibili all'indirizzo:
  - [http://www.fisgeo.unipg.it/~fiandrini/didattica\\_fisica/esami/](http://www.fisgeo.unipg.it/~fiandrini/didattica_fisica/esami/)

# Obiettivi del corso

- Sapere disciplinare “adulto”
- progettare e sperimentare alcune attività laboratoriali
- costruire “apparecchi scientifici” con materiali “poveri”
- toccare con mano la fisica della vita di tutti i giorni
- (ri-)scoprire i saperi disciplinari coinvolti negli esperimenti

# Fisica!

- Il corso si chiama "**Fisica sperimentale e applicazioni didattiche**": e' un'esame di FISICA, seppur a un livello elementare
- Non e' pensabile di insegnare scienza senza alcune nozioni elementari di fisica.
- Tratteremo TUTTA la fisica generale: Meccanica, Termodinamica, Fluidi, Elettromagnetismo.



Non abbiate paura...



Dinamica

Cinematica

Termodinamica

Fluidi

Statica

Corrente elettrica

Campo magnetico

Elettrostatica

Onde

**La fisica (non) e' un mostro**

Statisticamente, l'87% degli studenti supera l'esame al 1° tentativo

# Cos'e' la Fisica

- E' facile accorgersi che il mondo che ci circonda non e' un caos in cui gli eventi avvengono per caso
- Un esame attento di cio' che ci circonda ci dice che molti di essi avvengono con sorprendente regolarita' (es alternarsi giorno/notte), evidenziando la loro non casualita'.

→ Come studiare, comprendere e sfruttare i fenomeni naturali del mondo fisico?

# La fisica come scienza sperimentale

- cioè una scienza che, partendo dalla osservazione dei fenomeni naturali **si serve di esperimenti** per chiarire aspetti essenziali dei fenomeni stessi



- La scienza, e la fisica in particolare, ha un ruolo importante nella nostra vita. E' grazie ad essa che oggi sappiamo manipolare il mondo sensibile intorno a noi
- La tecnica e la tecnologia sono i risultati della nostra comprensione delle leggi che regolano il mondo

# La fisica e altre discipline

- **Fisica e matematica:**
  - Nel **comunicare** la fisica: leggi fisiche espresse tramite il linguaggio formale della matematica (modelli matematici)
- **Fisica e tecnica/tecnologia:**
  - Nel **fare** fisica: artefatti inventati dall'uomo per sperimentare, validare o confutare congetture e scoprire leggi fisiche (la fisica scoperta attraverso l'uso di apparati)
  - Nell'**usare** la fisica: oggetti di uso comune basati su concetti fisici (la tecnica e tecnologia come risultati della nostra comprensione delle leggi che regolano il mondo)

# La fisica nella scuola primaria

- Fa parte dell' area **Matematico-scientifico-tecnologica**
- I concetti scientifici nascono a partire dall' **osservazione sistematica e ragionata** del mondo
- Risponde a interrogativi che si pongono già i bambini nella prima infanzia riguardo alla natura e alle macchine:
  - Come funziona?
  - Perché è così?
  - E' realmente così?
- Sviluppa la **capacità critica**: imparare a conoscere e a comprendere il mondo che ci circonda
- Attenzione alla tendenza a trattare la scienza come un sapere certo, trascurando la distinzione tra fatti, ipotesi, congetture e mere fantasie.



Che cos'è la *Fisica*?

Perché i corpi cadono?



Come si formano le nuvole?



Come fa la lampadina ad accendersi?



Come fa l'acqua ad  
uscire dal rubinetto?



Perché la luna non cade  
sulla terra?



Il motore della scienza e' la curiosita'.

La curiosita' fa nascere domande.

Le domande fanno nascere idee.

Dalle idee scaturiscono strumenti, materiali e concettuali, che ci permettono di manipolare il mondo fisico (e non solo) e di avere nuove idee



## Che cos'è la *Fisica*?

Quante domande ancora, come quelle che abbiamo appena visto, potremmo porci? E quali risposte ci sentiremmo di dare, oggi, con le conoscenze che abbiamo?

La **Fisica** si occupa dei fenomeni naturali: prendiamone in considerazione uno qualsiasi, ad esempio **la pioggia**.

La pioggia è un fenomeno naturale molto comune e, quindi, facilmente osservabile.

Tutti sanno cos'è la pioggia e sono in grado di riconoscerla



L'uomo ha sfruttato le proprie conoscenze tecniche ed ha inventato l' ombrello per ripararsi dalla pioggia.

**Tuttavia, se vogliamo fare della Fisica, non possiamo limitarci ad aprire l'ombrello...**

**La fisica e' utile perche' ci permette di fare previsioni attendibili su quello che accadra' in determinate condizioni.**



## Che cos'è la *Fisica*?

Fare della Fisica significa **osservare più attentamente il fenomeno**, quindi porsi delle domande e cercare delle risposte.

Perché cade proprio acqua?

Perché l'acqua cade sotto forma di gocce?

Con quale velocità scende l' acqua?

Da dove proviene?

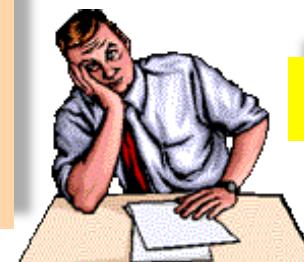
Dove va la pioggia che cade sulla terra?

Da quale altezza scende?

Perché talvolta la pioggia si trasforma in neve o ghiaccio?

Come possiamo prevedere quanta acqua cadrà e dove?

**Ci accorgiamo che il fenomeno, anche se naturale e molto comune, è tutt'altro che semplice: non possiamo rispondere contemporaneamente a tutte le domande.**



**Che fare?**

La parte della fisica che se ne occupa si chiama "meteorologia": è difficile fare previsioni perché i processi implicati sono intrinsecamente molto complessi e la nostra conoscenza incompleta



Che cos'è la *Fisica*?



Collegando la pioggia alla presenza delle nuvole nel cielo (e trascurando per ora le altre domande) potremmo fare l'ipotesi che l'acqua provenga dalle nuvole

Dovremmo, però, cercare di spiegare perché non piove anche se spesso il cielo è pieno di nuvole.....

Possiamo cioè tentare di affrontare uno alla volta i singoli problemi che si presentano, accantonando per il momento tutti gli altri, in modo che la soluzione, **anche se imperfetta e molto parziale**, sia più semplice da raggiungere

Così facendo potrà succedere che alcune ipotesi fatte risulteranno errate o contraddittorie ed allora verranno scartate

E. P. Si faranno allora nuove ipotesi fino a che, mettendo insieme le **risposte** che sembrano dare una spiegazione anche parziale del fenomeno, si otterrà una **teoria** più generale in grado di rispondere a tutti i *perché* che prima ci eravamo posti.



Che cos'è la *Fisica*?

Ma....come cercare le risposte?



- a) Risposte rivelate da entità superiori? NO
- b) Risposte metafisiche e filosofiche? NO
- c) Risposte basate sull'analisi sperimentale dei fatti? SI  
**→METODO SCIENTIFICO!**



Che cos'è la *Fisica*?

## La Fisica e il metodo sperimentale

Il termine **Fisica** deriva dal greco *physis*, cioè *natura*

*La fisica studia i fenomeni che avvengono nel mondo naturale per darne una descrizione accurata, coerente ed oggettiva*

**Per questo è una scienza *sperimentale***

cioè una scienza che, partendo dalla osservazione dei fenomeni naturali **si serve di esperienze** per chiarire aspetti essenziali dei fenomeni stessi

Il fondatore del **metodo sperimentale** fu **Galileo Galilei** (1564 – 1642), il quale può, per questo, essere considerato il primo fisico nel senso moderno della parola.

# Il metodo scientifico

Il messaggio principale da trasmettere ai bambini nell'eta' interessata, ma non solo a loro, e' quello dell'attenzione ai fenomeni naturali ed ai loro meccanismi, fornendo dei mezzi per poterne affrontare lo studio.

Questi mezzi possono essere riassunti in cio' che e' conosciuto come il metodo scientifico. La fisica si presta in modo particolare ad illustrare le caratteristiche di tale metodo, infatti esso nasce proprio con la fisica.

Inoltre il vantaggio di questa disciplina e' di essere rivolta allo studio della materia e delle interazioni che si hanno tra i suoi costituenti, e pertanto si muove in un ambito che puo' essere semplificato.

Altre discipline non hanno questo vantaggio concettuale, vedi per esempio le discipline biologiche, in cui i fenomeni sono estremamente complessi e di ardua riduzione ad effetti semplici.



Che cos'è la *Fisica*?

## La Fisica e il metodo sperimentale

Il **metodo sperimentale** parte dallo studio di un fenomeno **estremamente più semplice, cioe' UN MODELLO**, di quello che si osserva in natura e soltanto a passi successivi giunge a studiare il fenomeno reale in tutta la sua complessità.

Si osserva un fenomeno

Si formula un'ipotesi

Si svolgono esperimenti

Si confermano le ipotesi

Si formula una legge

Con la legge si prevedono altri fenomeni

Non si confermano le ipotesi

Si abbandona o si modifica l'ipotesi

# Il metodo scientifico

Tra le discipline scientifiche va considerato il caso speciale della **matematica**.

Infatti, mentre **le scienze sperimentali (biologia, chimica, fisica, etc.)** hanno come elemento dominante **il confronto con gli esperimenti**, o in termini più pittorici il confronto con la natura, la matematica si articola su sistemi di assiomi che devono **solo** soddisfare un requisito di consistenza logica e non essere espressioni di leggi naturali.

Il tipico esempio è quello delle geometrie non-euclidee. La geometria euclidea è basata storicamente sull'osservazione sperimentale (a livello terrestre). Successivamente i matematici riconobbero che il famoso quinto postulato di Euclide, quello per cui da un punto passa una ed una sola retta parallela ad una retta data, poteva tranquillamente essere modificato senza per questo arrivare ad una teoria logicamente insoddisfacente. Si ottennero così infinite nuove possibili geometrie tutte sullo stesso piano matematico.

Il compito delle scienze sperimentali è di verificare quale di queste geometrie sia quella realizzata in natura. Può essere interessante sapere che mentre per distanze di tipo terrestre la geometria è quella euclidea, su distanze astronomiche la geometria potrebbe essere di tipo non-euclideo. Inoltre questa questione risulta essere strettamente connessa con il tipo di evoluzione del nostro universo (relatività generale di Einstein).

# Il metodo scientifico

D'altra parte, nonostante gli scopi delle discipline sperimentalistiche e quelli della matematica siano dichiaratamente diversi, occorre aver sempre ben presente che lo strumento matematico è di primaria importanza nelle scienze.

Infatti, come scriveva Galileo nel Saggiatore:

*"La filosofia è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi agli occhi (io dico l'universo), ma non si può intendere se prima non s'impone a intendere la lingua, e conoscere i caratteri, ne' quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri sono triangoli, cerchi, ed altre figure geometriche, senza i quali mezzi è impossibile a intenderne umanamente parola; senza questi è un aggirarsi vanamente per un oscuro laberinto"*

# Il metodo scientifico

Il motivo per questa importanza della matematica e' conseguenza di uno dei punti cardine del metodo sperimentale, **la riproducibilita' degli esperimenti**.

Questo significa che se due sperimentatori diversi eseguono lo stesso esperimento seguendo esattamente le stesse procedure devono trovare lo stesso identico risultato (vedremo dopo in che senso le parole esattamente ed identico devono essere intese).

Occorre allora un qualche metodo obiettivo che permetta di dire quando le procedure ed i risultati sono gli stessi. **Questo si risolve associando a tutte quelle proprietà che si ritengono essenziali in un dato esperimento una procedura di misura ed un valore misurato.**

# Il metodo scientifico

A questo punto i due sperimentatori possono confrontare tra loro tutti i valori ottenuti per le quantita' misurate e quindi decidere se i loro risultati sono gli stessi o no.

Dunque i risultati di un esperimento vengono riportati in termini di un insieme di numeri che esprimono in parte i valori di alcune quantita' necessarie per definire le condizioni sperimentali (per esempio la temperatura e l'umidita' della stanza) ed in parte i risultati dell'esperimento.

A questo punto, oltre a decidere se i due esperimenti conducano o no allo stesso risultato, possono nascere altre domande, per esempio se esista una relazione tra le condizioni sperimentali ed i risultati che si ottengono.

Questo significa correlare tra loro i numeri associati alle condizioni sperimentali con i numeri che si associano ai risultati.

E' esattamente a questo livello che la matematica viene in aiuto in quanto strumento naturale per esprimere relazioni tra numeri.

# Il metodo scientifico

A questo punto possiamo spiegare il senso che si da nelle scienze sperimentalistiche alle parole **esattamente ed identico** impiegate nel contesto precedente.

Infatti **ogni misura e' intrinsecamente soggetta ad una indeterminazione** (spesso chiamata familiarmente, sebbene in modo improprio, errore). Questa indeterminazione puo' essere dovuta a varie cause, la piu' ovvia e' legata ai nostri strumenti di misura. Per esempio non si possono realisticamente misurare distanze inferiori al millimetro usando un normale doppio centimetro.

**A causa di cio' e' fondamentale che ogni sperimentatore dia i risultati di ogni misura con la relativa indeterminazione sperimentale.** Infatti, potrebbe accadere che effettuando un identico esperimento due sperimentatori trovino gli stessi risultati misurando le lunghezze con una precisione al millimetro (cio`e usando strumenti di misura sensibili a questa distanza), mentre ripetendo l'esperimento con strumenti sensibili al micron (millesimo di millimetro) trovino risultati diversi.

# Il metodo scientifico

**Dunque la riproducibilita', elemento necessario per validare un risultato sperimentale (od una legge fisica), non ha valore universale.**

Infatti viene a dipendere dalla bonta' degli strumenti a nostra disposizione. Questo fa sì che le equazioni matematiche che si trovano nei testi di discipline sperimentali non vadano intese in senso strettamente matematico.

La loro interpretazione e' che esse sono valide con un'approssimazione limitata dalle indeterminazioni con le quali si sono misurate le varie quantita' che intervengono nelle equazioni stesse.

# Il metodo scientifico

Questo aspetto non e' spesso molto sottolineato, ma e' un elemento essenziale delle scienze sperimentali e del modo nel quale progrediscono.

Infatti spesso si legge della scoperta che una certa legge non e' piu' valida e che deve essere sostituita con un'altra. Il tipico esempio e' quello della meccanica di Newton che e' stata sostituita dalla teoria della relativita' di Einstein.

Questo non significa che la meccanica di Newton sia "sbagliata".

Non c'e' dubbio che per velocita' prossime a quella della luce occorra usare la relativita', ma per velocita' piccole le equazioni della meccanica di Newton sono perfettamente adeguate.

Infatti, in quest'ultimo caso occorrerebbero misure di una precisione fantastica per poter stabilire che la meccanica newtoniana da un risultato non corretto.

Cioe' nel contesto "quotidiano" (oggetti relativamente grandi a basse velocita') la meccanica di Newton e' perfettamente adeguata a descrivere i fenomeni.

La relativita' di Einstein e' equivalente a quella di Newton quando il moto avviene a piccole velocita' rispetto alla velocita' della luce, cioe' **la relativita' non invalida la meccanica di Newton ma la ingloba in una teoria piu' ampia.**

Per esempio in alcuni casi occorre tenere conto di correzioni relativistiche anche nella nostra vita quotidiana, quando i sistemi GPS calcolano la nostra posizione: se non lo facessimo, l'errore sulla posizione sarebbe di molte decine di metri dopo pochi minuti di uso del navigatore.

**Nessuna teoria fisica e' "sbagliata", ma ogni teoria fisica ha un suo preciso ambito di applicazione**

# Il metodo scientifico

Science is a horrible history of beatiful theories murdered by ugly facts

## L'elemento centrale del metodo e' rappresentato dall'esperimento.

A questo si arriva partendo dall'osservazione di un dato fenomeno naturale e dalla successiva elaborazione di quanto osservato.

Questa elaborazione puo' consistere o in un tentativo di classificazione o nel tentativo di individuare i parametri che hanno un ruolo importante nel fenomeno stesso.

A titolo esemplificativo consideriamo la caduta dei gravi. Si inizia osservando che qualunque corpo non appoggiato a superfici vincolate alla terra cade. Successivamente si cerca di capire quali siano i parametri rilevanti effettuando varie prove con corpi ed altezze di caduta diversi. Si vede che i tempi di caduta possono dipendere da vari fattori, quali la forma del corpo, la sua massa, ecc.