

RELAZIONE UNIVERSITA' 4E

~~XIX Anna Maria Fizza, Nicola Allegro, Lexia Dedda,
XIX Anna Giuseppe, Francesco Sciano XIX~~

Il 6 febbraio, con il nostro gruppo ci siamo recati a Siena dove abbiamo fatto la prima lezione su "Come misurare il tempo" con la professoressa Vera Montalbano.

La primissima cosa che ci è stata detta è che il tempo non ha una vera e propria definizione ed è per questo possibile limitarsi a dire che è una grandezza fisica che si misura con l'orologio; dunque si fonda interamente sull'osservazione. La grandezza fisica è definita come la proprietà misurabile di un fenomeno che può essere distinta qualitativamente e determinata quantitativamente.

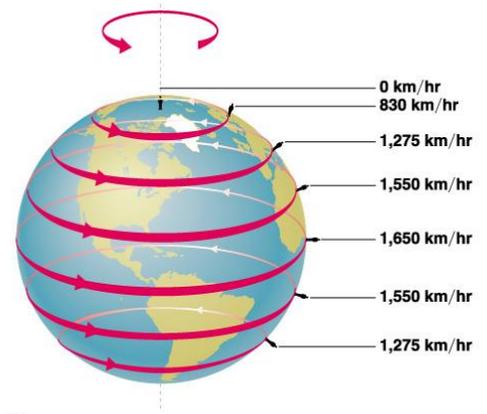
Esistono fenomeni naturali dove grandezze fisiche misurabili variano in modo prevedibile. I più basilari sono :

1. **FENOMENI PERIODICI** -> sono caratterizzati da una o due grandezze fisiche che variano nel tempo, ciò che caratterizza questo fenomeno è *il periodo*.

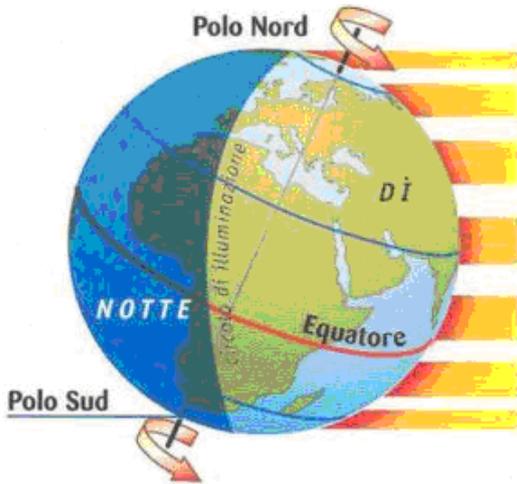
$$T : G(T+t) = G(t)$$

Il fenomeno periodico si ripete costantemente in ogni periodo ed è utile quando devo misurare tempi brevi. (ex. Nel pendolo, facendolo oscillare, il periodo si ha dopo un'intera oscillazione e l'arrivo alla verticale). Abbiamo osservato tre tipi di fenomeni periodici..

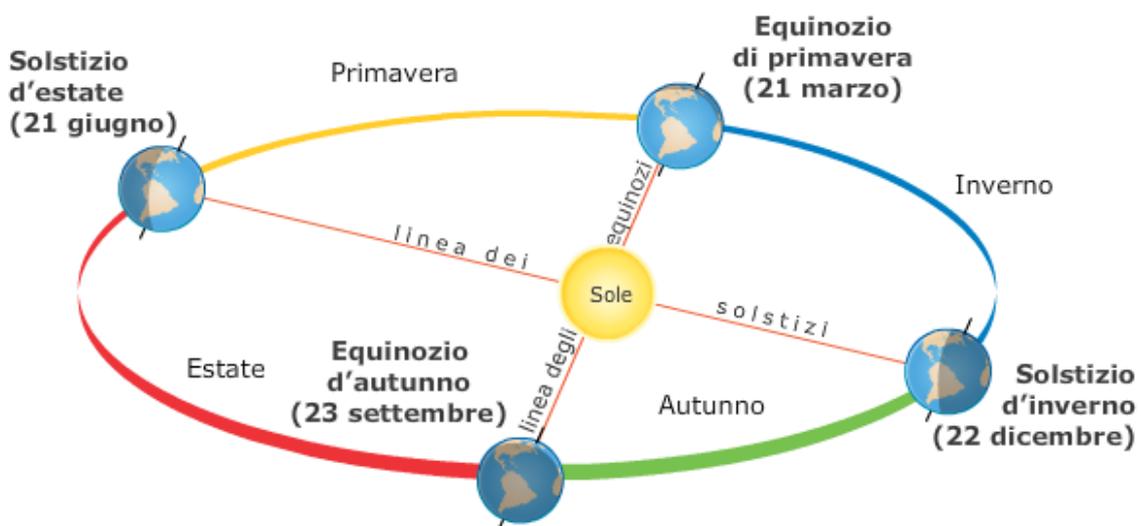
- **moto di rotazione** -> ovvero l'alternarsi del giorno della notte in cui abbiamo l'asse inclinato di 23° rispetto all'orbita e sappiamo che è un moto che si



compie in 23 ore 56 minuti e 11 secondi dove vediamo una velocità massima all'equatore e una velocità nulla al polo nord mentre la velocità angolare è la stessa ovunque.



- **moto di rivoluzione** intorno ad una stella o ad un altro pianeta ad esempio la rivoluzione della luna intorno alla Terra e della Terra intorno al Sole



In sintonia con quest'argomento ci hanno introdotto le **meridiane** ovvero orologi in grado di misurare il tempo fondandosi sul principio dello gnomone (un puntatore verticale che segna sempre correttamente sul mezzogiorno , che risulta essere il momento perfetto poiché l'ombra è minima; negli altri momenti della giornata la direzione dell'ombra dipende dalla stagione in cui siamo e non risulta dunque affidabile) .

Durante il solstizio d'estate , le ombre sono più corte possibile dato che è il giorno più lungo dell'anno al contrario invece nel solstizio d'inverno dove raggiungono i valori massimi .

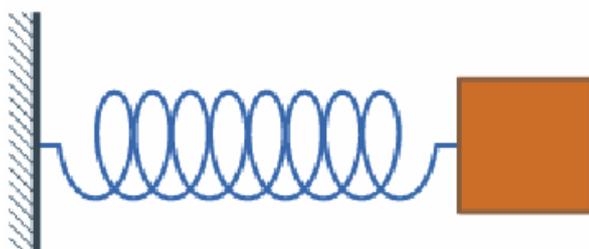
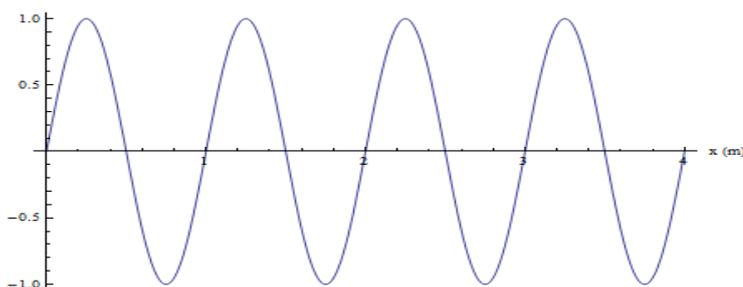
La meridiana più raffinata funzionerà bene a tutte le ore se il puntatore è inclinato correttamente ed è puntato verso il polo della sfera celeste. L'angolo tra il puntatore e la base corrisponde alla latitudine geografica dello sperimentatore.

Un modo più efficace per indicare il periodo in un moto periodico affinché sia particolarmente adatto nel caso dei tempi brevi, tralasciando dunque i fenomeni astronomici, è ricorrere all'uso **della frequenza** ossia l'inverso del periodo e quindi :

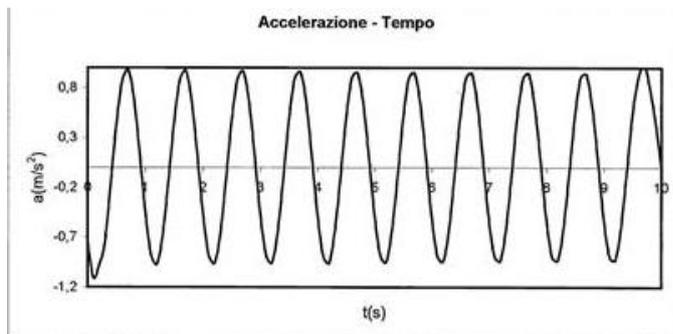
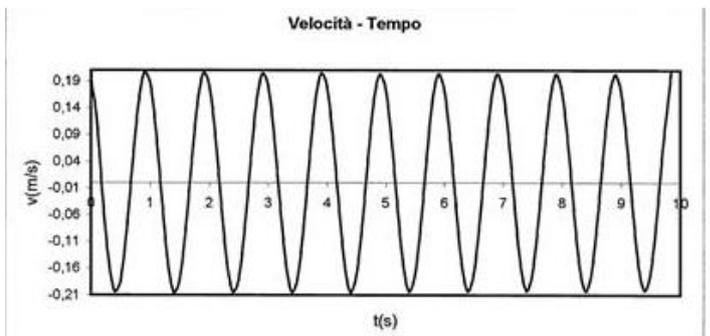
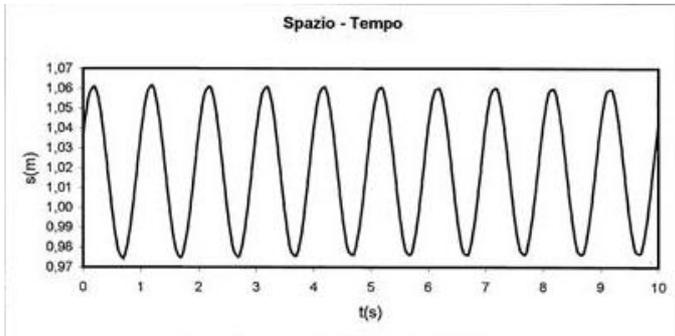
$F = 1/T$ che si misura in HZ (1 periodo al secondo) $1 \text{ HZ} = 1 \text{ S}^{-1}$

Ciò è applicabile in particolare per le onde sonore e le onde elettromagnetiche(luce, raggi UV e IR,microonde,onde radio...)

- **moto armonico** : moto periodico semplice descritto da funzioni armoniche in cui viene trascurato l'attrito e che al variare del tempo produce un'oscillazione contenuta tra un massimo e un minimo (ad esempio il moto di una massa attaccata ad una molla che viene spostata dalla sua posizione di equilibrio) . Tuttavia va specificato che non è sempre armonica la funzione periodica.



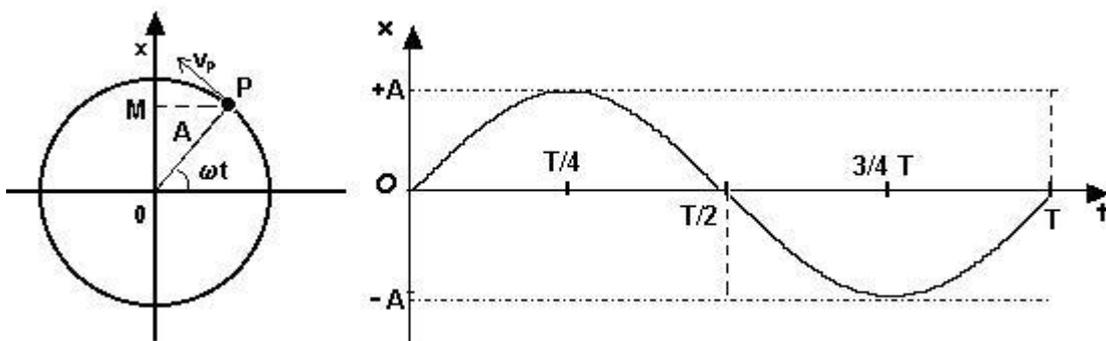
Una sovrapposizione finita o non finita di moti armonici da' origine ad un moto periodico .



Tra il 700 e 800 Fourier disse che qualsiasi moto periodico può essere descritto sovrapponendo un numero finito o non di moti armonici ognuno diverso fra loro.

Due esempi di moto periodico descritto da moto armonico sono :

♣ **moto circolare uniforme** :due moti armonici di uguale origine e periodo in cui rimane costante il vettore velocità angolare.



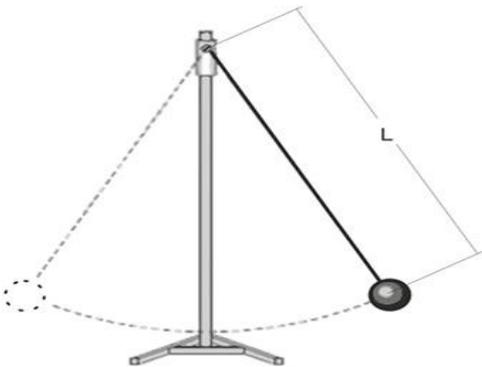
$$P(x,y) \begin{cases} x = R \cos \alpha \\ y = R \sin \alpha \end{cases}$$

$$P(x,y) \begin{cases} x = R \cos \omega t \\ y = R \sin \omega t \end{cases}$$

$$\text{Se } \alpha = \alpha(t) = \omega t \text{ con } \alpha = 0$$

♠ **pendolo:** è un sistema fisico costituito da un filo inestensibile e da una massa puntiforme (m) fissata alla sua estremità e soggetta all'attrazione gravitazionale; viene utilizzato per costruire orologi le

cui ruote dentate seguono di questo meccanismo, poiché ogni 60 secondi deve scattare la lancetta dei minuti e ogni 60 minuti quella delle ore.



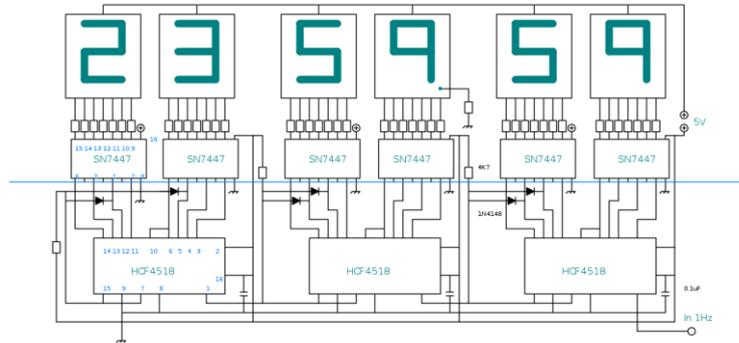
Secondo quanto dimostrato da Galileo le misurazioni, che si compiono con il pendolo per calcolare il tempo, si possono effettuare solo su angoli piccoli (minori di 15°) in quanto al di fuori di questo campo si ha un'accelerazione non trascurabile e si infrange dunque l'isocronia. A differenza di Galileo, Huygens è riuscito invece a teorizzare e testare con successo un pendolo cicloidale caratterizzato da periodo isocrono.

Dal fenomeno periodico si passa alla sua applicazione negli orologi, la cui precisione è data dalla regolarità del sistema fisico su cui si basa.



♣ **orologi meccanici:** precisione di frazione di secondi

♣ **orologi digitali:** precisione fino a 10^{-4} s, utilizzano cristalli di quarzo che oscillando danno luogo alla piezoelettricità che causa frequenze tali a azionare gli appositi contatori. Si ha quindi un legame tra fenomeni meccanici ed elettrici, frutto della ricerca spaziale.

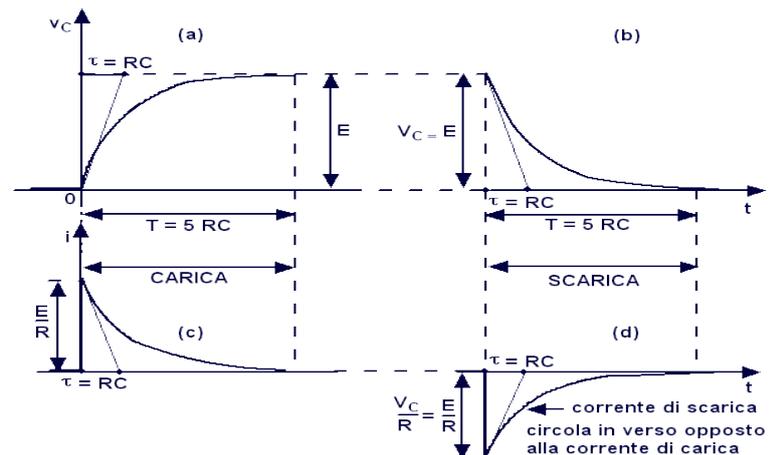


♣ **orologi atomici:** precisione fino a 10^{-18} utilizzando atomi di Cs, Rb, Hg e Sr. Sono gli orologi attuali ed hanno maggiore precisione in quanto viene utilizzato il GPS. Si trovano nel satellite. (per ricoprire tutta la superficie terrestre servono 24 satelliti, ma noi ne abbiamo disposti 27 in modo che quando uno è in manutenzione ne subentra un altro)



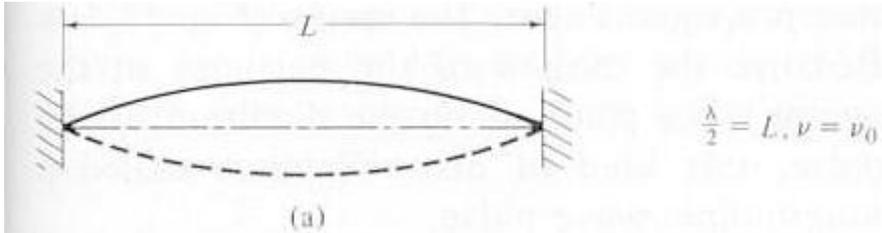
2. **FENOMENI CARATTERIZZATI DA UN TEMPO INTRINSECO** -> sono altri fenomeni che possono essere utilizzati per misurare il tempo e di tipo non periodico.

♠ **circuiti RC:** sono sistemi che decadono in modo esponenziale. Hanno dentro una resistenza e un condensatore che si carica anch'esso in modo esponenziale. Levando poi la corrente e chiudendo il circuito su se stesso, esso si scarica. Altri esempi sono: decadimenti di isotopi radioattivi e reazioni chimiche tra reagenti liquidi.

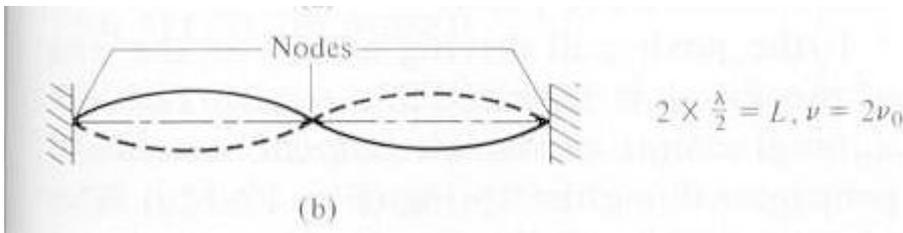


COME MISURARE IL TEMPO?

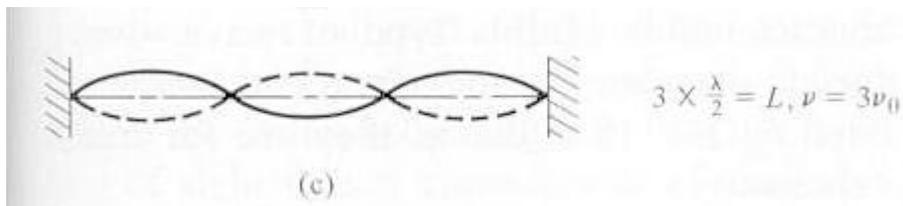
Molti sistemi meccanici hanno dei propri sistemi di oscillazione e dei moti propri (corda, piatto metallico, cassetta di legno, diapason)



- prima armonica o armonica fondamentale



- Seconda armonica



- Terza armonica



- Diapason



- Piatto metallico



- Cassetta di legno

Un esempio di questi fenomeni è la **risonanza** in cui ho due sistemi fisici che interagiscono tra di loro ed almeno uno ha dei moti propri stazionari con frequenza caratteristica; l'interazione tra di essi è governata da processi che trasformano energia più ordinata in energia meno ordinata. In alcuni sistemi il cambio di energia è diretto, immediato ed efficiente quindi si ha una minore perdita di energia. Un esempio è l'altalena; quando la spingiamo l'energia che si trasmette è totale perciò non ho perdite.

Noi percepiamo i suoni grazie a questo fenomeno poiché li facciamo entrare in risonanza con i sistemi di calibrazione dell'orecchio.

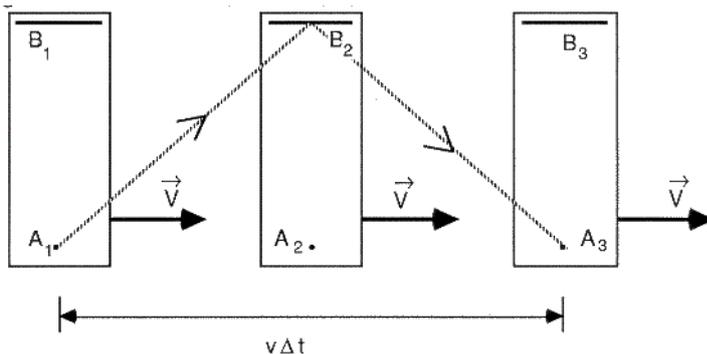
Un altro modo per misurare il tempo è tramite l'utilizzo di grandezze fisiche aventi variazioni costanti

- **orologi chimici:** dipendono dai reagenti e si verificano reazioni oscillanti ovvero reazioni chimiche che oscillano tra loro generando un cambiamento di colore in un determinato tempo.

- **orologi ad acqua:** orologi basati sul flusso e sulla quantità di acqua raccolta in una bacinella; quando essa è piena si svuota e si ripete l'operazione ciclicamente. Proseguendo con questo ritmo a lungo termine arrivo a stabilire il tempo.



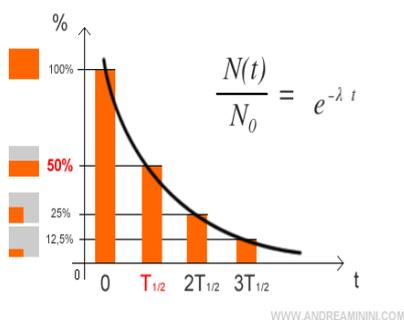
- **orologi a luce:** misurano il tempo guardando quanto spazio ha percorso la luce ad una determinata velocità.



Importante è selezionare il giusto ordine di grandezza quando si ha da misurare determinati tempi. Le fasce sono organizzate nel seguente modo:

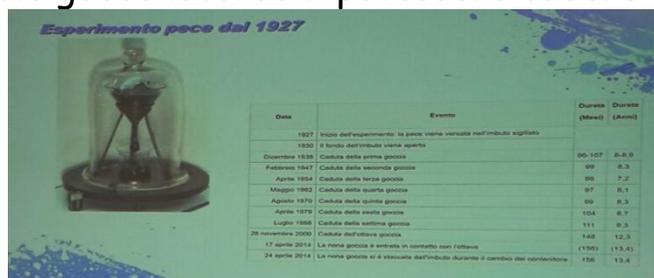
- 1) Tempi brevissimi: 10^{-18} (attosecondo, il più breve misurabile) a 10^{-12} secondi
- 2) Tempi brevi: 10^{-12} a 10^{-1} secondi
- 3) Tempi brevi: 1 secondo a 100 secondi
- 4) Tempi umani: 10^3 a 10^9 secondi
- 5) Tempi geologici o astronomici: 10^{10} a 10^{17} secondi ed oltre....

In quest'ultimo caso si occorre al metodo della radiodattazione, una funzione di tipo esponenziale che ci ha permesso di stimare l'età dell'universo che è di circa 13,7 miliardi di anni. Alla base di questo sistema si pongono i fenomeni nucleari e i decadimenti radioattivi. Ogni elemento in base a questa legge ha una propria vita precisa che è stimabile mediante calcoli precisi e non è in grado di sfuggire a questo fenomeno. Il primo elemento usato fu quello del radio.



Sia per i tempi brevi che per lunghi è usata invece la tecnica del video imaging. Sfruttando effetti stroboscopici si ottiene la slow motion che permette di avere fra le 30 e le 1000 foto al secondo di un fenomeno. Oppositamente si ha il time lapse per i tempi lunghi affinché essi vengano riassunti in pochi secondi o minuti.

Un esempio di tempo lungo è il calcolo della viscosità della pece che ha richiesto lunghi tempi affinché piccole gocce lavorabili potessero cadere



dall'imbuto.

ESPERIENZA DI LABORATORIO

Dopo aver acquisito una conoscenza generale sulle finalità del percorso e sugli argomenti che trattava siamo passati alla parte pratica ossia quella in laboratorio. L'esperimento propostoci è stato quello del pendolo. In due sessioni differenti il nostro obiettivo consisteva nel raccogliere dati sull'oscillazione e di conseguenza sul periodo, di un pendolo da noi costruito in due diverse vie:

- I. Manualmente: utilizzando un cronometro apposito approssimato fino al centesimo di secondo
- II. Digitalmente: usufruendo di "Tracker", un programma apposito per gli esperimenti in ambito fisico

Una volta raccolto tutto il materiale e organizzati i dati abbiamo creato il nostro pendolo con

- Una massa trascurabile legata a un'estremità
- Un filo inestensibile lungo 31,6 cm
- Un asta alla quale legare il filo
- Goniometro per misura angolo

Il primo passo è stato di individuare i possibili errori che avrebbero sicuramente influenzato il nostro esperimento.

1. Errore di misurazione angolo di partenza con il goniometro
2. Problema di energia cinetica dovuta alla spinta iniziale, risolta semplicemente saltando la prima oscillazione
3. Tempo di risposta al cronometro legato alla coordinazione occhio-mente-mano

Gli angoli posti sotto esame erano di 20°, 30° e 40°.

Nel primo pomeriggio abbiamo effettuato e filmato le oscillazioni ufficiali che poi ci sarebbero servite anche nella successiva attività. Per ogni angolo posto sotto osservazione abbiamo effettuato 10 oscillazioni di cui la prima da trascurare e 5 diverse misurazioni, 1 per studente. Il tempo da noi preso era sulle 9 oscillazioni totali da considerare; per ottenere il periodo quindi è stata semplicemente fatta una divisione del tempo totale per il numero di oscillazioni. Ecco i risultati raffigurati in tabella:

| | 20° | 30° | 40° |
|----------------------------------|-------|-------|-------|
| 1 | 10,05 | 10,17 | 10,25 |
| 2 | 10,06 | 10,15 | 10,34 |
| 3 | 10,17 | 10,29 | 10,26 |
| 4 | 10,09 | 10,25 | 10,30 |
| 5 | 10,14 | 10,30 | 10,31 |
| Semidispersione (Vmax-Vmin)/2 | 0,06 | 0,08 | 0,05 |
| Valore medio | 10,10 | 10,23 | 10,29 |
| Periodo Tempo/n.oscillazioni | 1,12 | 1,14 | 1,14 |

I risultati ottenuti sono stati tutti frutto di approssimazione, ciò per attestare il fatto che le misurazioni manuali non sono eccessivamente precise.

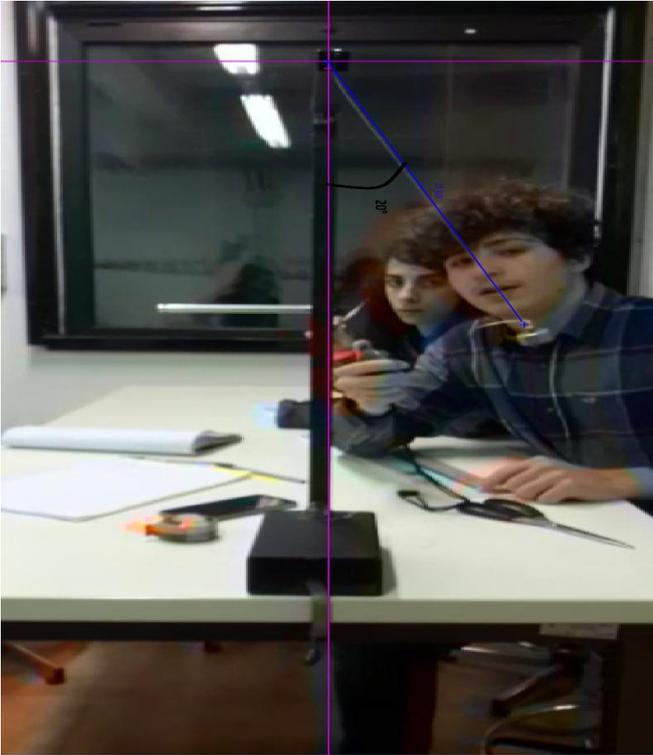
La seconda parte del lavoro consisteva nell'utilizzo del software consigliatoci "Tracker". Per far sì che ciò avvenisse, ossia per mantenere il più possibile i dati fedeli ed in corrispondenza abbiamo caricato nel calcolatore i filmati delle precedenti osservazioni affinché esso le analizzasse e ne ricavasse gli esatti risultati. Per far lavorare il software abbiamo impostato la modalità manuale in quanto la qualità del video non era delle migliori, così come l'ambiente che non creava il giusto contrasto che evidenziasse la massa in oscillazione dato che vi era la presenza di luce artificiale. La prima cosa da fare era settare, dalla prima immagine, come valori fissi gli assi cartesiani, coincidenti con il sostegno in ferro, e la lunghezza del filo che il sistema non era in grado di calcolarsi in quanto l'immagine sullo schermo era in scala.

Mentre il filmato scorreva immagine per immagine il nostro compito era quello di selezionare il centro di massa del pendolo ed applicarlo in modo che il sistema ricavasse le esatte coordinate x e y da inserire nel grafico.

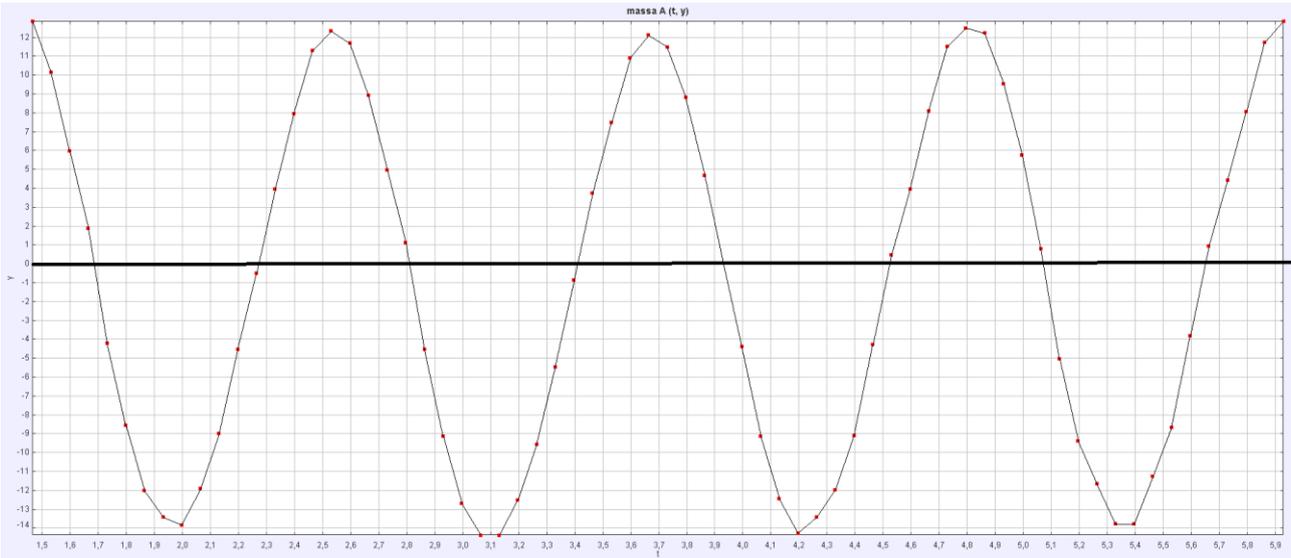
Ci è stato consigliato dalla docente universitaria di valutare solo le prime 4 oscillazioni e dunque solo 3 periodi da esaminare in quanto il processo sarebbe risultato essere troppo lungo .

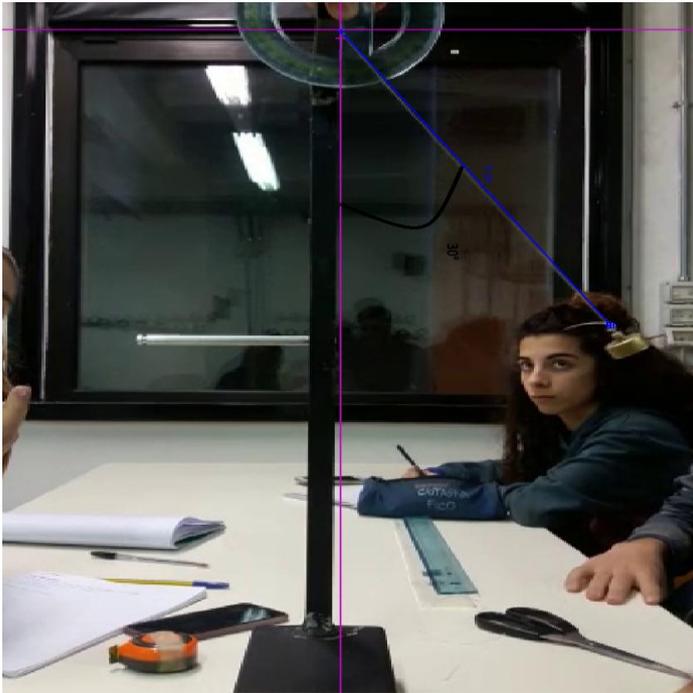
Nelle prossime pagine sono elencati i grafici e le considerazioni ricavate.

Per ricavare il periodo da ciascuna funzione ci è stato suggerito di verificare l'intersezione della curva con l'asse delle x.

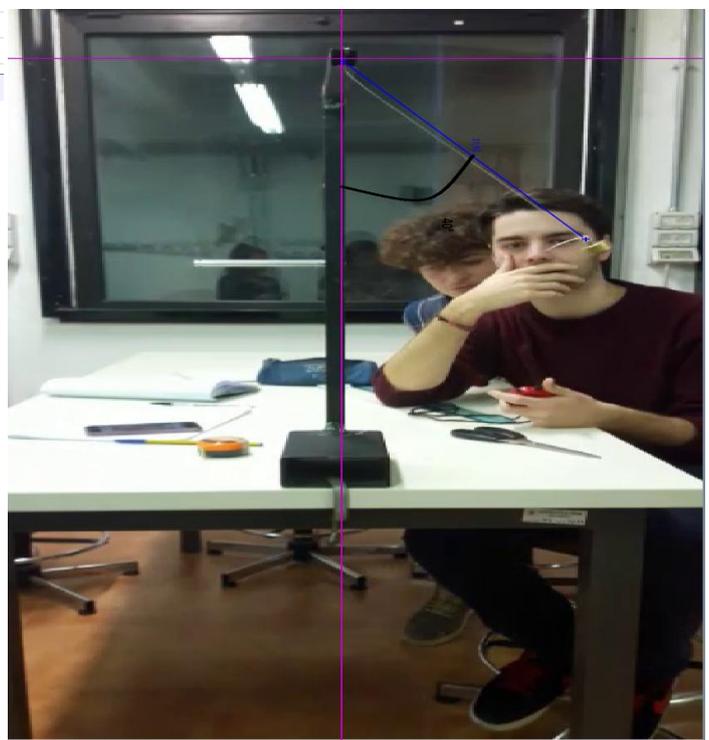
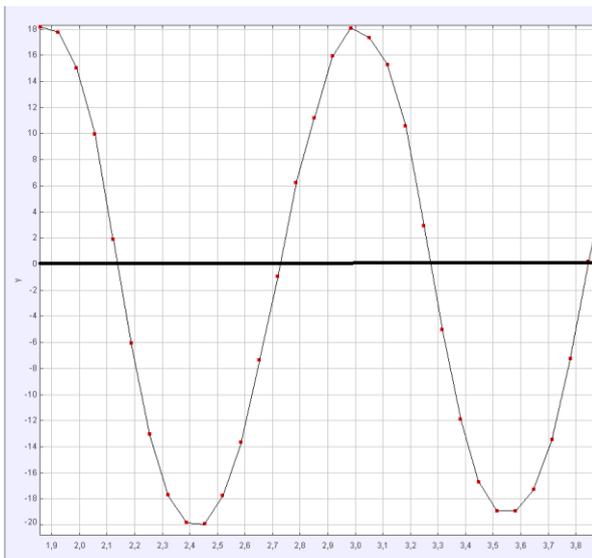


| | |
|----|------|
| | 20° |
| T1 | 1,13 |
| T2 | 1,12 |
| T3 | 1,12 |

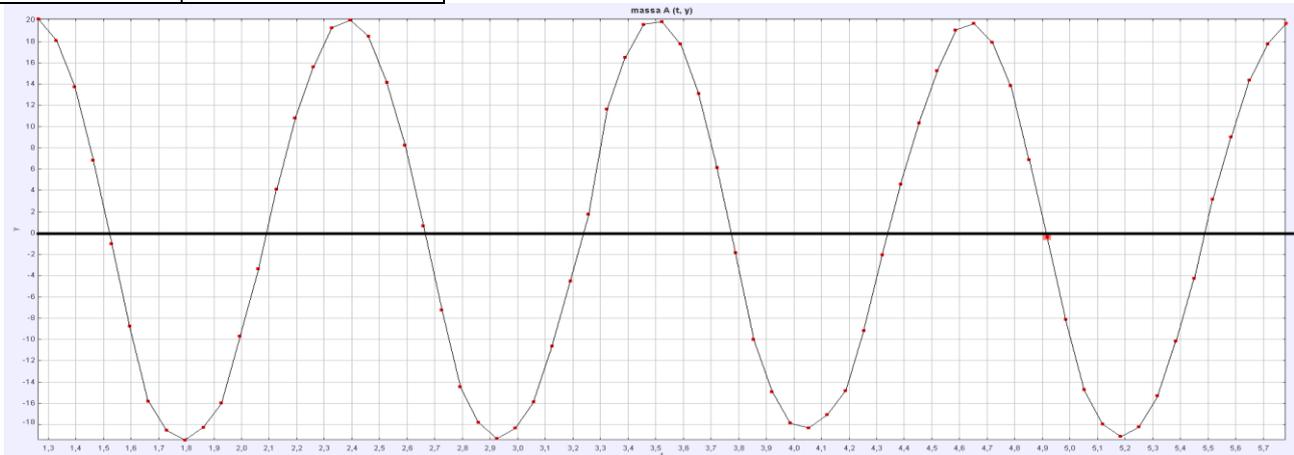




| | |
|----|------|
| | 30° |
| T1 | 1,14 |
| T2 | 1,14 |
| T3 | 1,13 |



| | |
|----|------|
| | 40° |
| T1 | 1,15 |
| T2 | 1,15 |
| T3 | 1,14 |



L'ultimo procedimento è stato quello di elaborare, analizzare ed infine confrontare i risultati ottenuti nelle due diverse vie. Dal confronto è emerso che il software ci ha fornito di risultati più efficaci e costanti, basati più sull'applicazione all'evento che su calcoli approssimativi e di stima come nel caso delle misure con il cronometro. Tuttavia riscontrando i risultati non si hanno grandissime differenze con la media generale di ciascun angolo. La nostra previsione è che con angoli maggiori la differenza si noterà ancor di più.