Fisica

DaveRhapsody

30 Settembre 2019

Indice

Capitolo 1

Introduzione al corso

Non è presente materiale didattico, le lezioni sono architettate in modo che si segua dalla lavagna, è consigliato dal prof stesso di usare gli appunti od i libri che (per coloro che han fatto fisica) si usavano alle superiori.

Il programma è **tutta la fisica** in generale, ma affrontata in modo semplice, quasi banale, l'ultimo argomento dovrebbe essere il magnetismo, immaginatevi quanto (non) si farà di quell'argomento. Ci sono 5 appelli in un anno, il primo sarà a gennaio, poi febbraio, giugno, luglio e settembre, MA Gennaio e Febbraio dell'anno dopo sono inclusi

Il che significa che io posso fare i due parziali e poi fare l'orale anche a Febbraio. Noi possiamo iscriverci solo allo scritto, e verremo spostati all'orale SE siamo già sufficienti.

Alcune osservazioni

Lo studio della fisica nasce dall'osservazione di una serie di fenomeni che accadono, con lo scopo di misurarli ed infine dimostrare il perchè questi si verificano,

Esistono una serie di **modelli** che sono in grado di descrivere ciò che noi vediamo, ad esempio quando vedremo il moto, noi diremo "Osserviamo il moto di un corpo", con corpo inteso come punto. Il punto è un oggetto di dimensioni infinitesimali, e nel caso del moto ne analizzeremo i dettagli in modo specifico.

La nostra teoria parte da un modello semplificato che consente di capire il funzionamento di ciò che abbiamo di fronte. Nel caso dei Gas ad esempio ci saranno arricchimenti dei modelli (del tipo non esistono solo gas perfetti) etc.

Noi dobbiamo cercare di trovare il modello minimo, più semplice in grado di **descrivere** una cosa. In fisica si adotta un atteggiamento **Deduttivo** , infatti non si ragiona generalmente in modo induttivo. Consideriamo che non esiste un modello finale che non si possa contradire.

1.1 Cosa ci servirà

Iniziamo definendo alcune quantità che ci interesseranno, ovvero massa, spazio e tempo.

C'è bisogno di capire che quantità si stia misurando, quindi si usano le unità di misura che cosa oggettivamente stiamo quantificando. Immaginatevi cosa significhi quantificare senza unità di misura. (Per dire Galileo usava i battiti del cuore.)

1.1.1 Dal punto di vista numerico

In qualsiasi campo si ha un ordine di grandezza, ogni fenomeno ha la propria scala da usare, ci saranno i coefficienti di riferimento, i prefissi (μ, mm, n), c'è un vero e proprio intervallo di grandezze (10^n).

1.2 Notazione scientifica

Ecco un esempio di numero scritto in notazione scientifica:

$$5 \cdot 10^5 = 500008 \cdot 10^{-1} = 0,1$$

Ragionando su come sono composti, abbiamo le cifre significative, ovvero cifre che hanno senso di essere tenute in considerazione. In che senso? Se devo misurare un banco di scuola posso dire che è tipo 1034 mm, OPPURE dire che è un metro e 34 millimetri.. E' la stessa cosa, ok, detta in modi diversi

Se specifico una cifra (tipo anche) lo 0 in un $0,12320$ esso è cifra significativa!

Se ho invece un numero tipo $1,010$ posso scriverlo in due modi

- 1,011 +/- (Ok non so come si fa il + e - in LaTeX) 0,001
- 1,01

Nulla di estremamente complesso ma va detto comunque, per dire se ho $1,234567$ posso approssimarlo in $1,23457$.

ATTENZIONE Nel caso della **NOTAZIONE SCIENTIFICA** si tiene in considerazione la parte numerica $\neq 0$. tipo 123.000.000 ha 3 cifre che sono proprio 123

Siccome all'esame c'è una domanda su questa cosa, lo riassumo: Dato un qualsiasi numero α che per ipotesi consideriamo 123.000, si considerano cifre significative tutte quelle che sono diverse da zero, MA potrebbero anche essere 0 nel caso in cui gli zeri sian racchiusi tra cifre diverse da 0.

Sì, faccio un esempio:

4.003.000 (quattro milioni, non '4 virgola... cose') avrà quattro cifre, che sono 4, 0, 0, 3, per cui in notazione scientifica avremmo 4,003 x 10^6.

Capitolo 2

Cinematica

E' la branca della fisica che si occupa di descrivere la traiettoria di un corpo, dovremo predirla, calcolarla, basandosi su un campo di forza, uno spazio , introdurremo la forza in grado di cambiare il moto di un corpo MA per prima cosa

2.1 Come definiamo la traiettoria di un corpo

Definiamo la differenza tra grandezza scalare e vettoriale

- Le grandezze vettoriali hanno con sè una direzione, un verso, ed un modulo definito anche intensità. L'esempio per eccellenza è lo spostamento e la velocità.
- Le grandezze scalari sono valori precisi fissi, dei valori che indicano qualcosa di quantitativo più che qualitativo.

2.1.1 Esempio di grandezza vettoriale

Supponiamo di avere due punti x_0 *e* x_1 ponendoli distanti λ tra loro. λ sarà coincidente con $x_1 - x_0$. Per definire il verso basta osservare chi è il minimo tra x_0 *e* x_1, lo si vede graficamente, oppure osservando chi dei due è il maggiore.

Da un lato abbiamo un vettore (ancora monodimensionale), ma abbiamo anche dato un piano dimensionale, per esprimere il concetto di vettore relativo alla posizione del nostro punto.

Il sistema di riferimento è il sistema cartesiano, in questo caso Monoasse pertanto ci basta avere solo la x. x_0 *e* x_1 sono semplicemente dei punti, ma hanno un nome specifico, in questo caso sono delle vere e proprie posizioni.

Come si diceva prima, per capire il **Verso** bisogna osservare la differenza tra x_0 *e* x_1, se negativa allora va all'indietro, al contrario andrebbe avanti molto semplicemente

2.1.2 L'esempio di una palla che cade in un piano inclinato

Il nostro punto materiale è la palla, e per capire lo spostamento bisogna tracciare un grafico che indica le posizioni lungo le quali la pallina passa, quindi si semplifica tutto con un grafico a singolo asse.

Chiaro che se ho un modello **Dinamico** è un problemino diverso perchè avrei anche forze tipo la grafità etc, ma per ora descriviamo questo moto.

La pallina parte dalla posizione p_0 e passerà per un $p_{1,2,3,4}$ aventi una serie di tempi passati dall'istante 0 che si chiameranno $t_{1,2,3,4}$ etc.
Per descrivere questo bisogna trovare una legge che sia in grado di esprimere per qualsiasi istante quali possano essere le condizioni.

$$\left\{ t_\lambda = \textit{tempo richiesto per arrivare dalla posizione } p_0 \textit{ a } p_\lambda \right.$$

2.1.3 Alcune precisazioni

- Lo spostamento è la distanza in linea d'aria
- La distanza percorsa può essere nettamente maggiore, poichè è il percorso specifico che vado ad effettuare
  - Per intenderci, da A a B potrei dover passare per un punto C, la distanza diventa minimo la somma di(A + B) + (C + B), di conseguenza a meno che siano allineati, cambia già la distanza
  - Se da A vado a B e torno indietro, la distanza percorsa è 2AB, mentre lo spostamento vettoriale è 0

Lo spostamento è vettoriale, la distanza percorsa è uno scalare

2.2 La velocità

E' la quantità di spazio(s) percorsa da un corpo in un determinato tempo(t), specificando che ci sia la distanza percorsa e lo spostamento.

Dati due punti Lo spostamento non è altro che un vettore che parte dal primo al secondo punto, quindi che va da p_0 a p_1.

Attenzione, prima c'è da tenere conto della differenza dei tempi, che chiameremo $\Delta t = t_{Finale} - t_{Iniziale}$
Abbiamo più tipi di velocità:

- Velocità media scalare: $v_{media} = \frac{distanza\ percorsa}{\Delta t}$ che è la distanza percorsa sul tempo passato da quando son partito a quando sono arrivato
- Velocità media vettoriale: $\vec{v} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t}$ con Δx che è il vettore spostamento tra la posizione $p_{iniziale}$ e p_{finale}

Osservazione:

Ragionando per formule inverse, se voglio capire quanto ho percorso mi basta fare $d = \Delta t \cdot v_{media}$, ma in realtà non è propriamente corretto.

Se per esempio avessi qualcosa del tipo

$$\begin{cases} SE\ t_1 = 1\ E\ x_1 = 1 \\ SE\ t_2 = 2\ E\ x_2 = 4 \\ SE\ t_3 = 3\ E\ x_3 = 9 \\ SE\ t_4 = 4\ E\ x_4 = 16 \end{cases}$$

Posso osservare che lo spazio percorso x(t) corrisponda all'accelerazione A*t^2

$$x(t) = At^2$$

Queste quantità sono vicine alle nostre esigenze quotidiane, oggettivamente lo spostamento vettoriale non dice nulla, non ci permette di dire assolutamente nulla durante uno spostamento. Ok, sì, la velocità media, ma in fisica non è che conti poi così tanto.

Esempio Prendiamo un percorso Δx (differenza tra un x_0 e x_1 che decidiamo noi) se io impiego un tempo Δt (differenza tra un t_0 e t_1 che sono istanti di tempo diciamo) avrei:

$$\frac{\Delta x}{\Delta t} = v_{media}$$

Ora il concetto è che non mi dice nulla di cosa accade nel mezzo del tragitto.

Ipotesi Immaginate di avere istante tra i due che abbiam scelto, se usassimo la velocità media, in un determinato istante, per via dell'approssimazione potrebbe risultare che abbiam percorso più o anche meno chilometri, è troppo impreciso MA

Più sono corte le distanze, o meglio, minore è il valore di Δx e minore sarà l'errore di approssimazione. Basti pensare alla media di un viaggio per ipotesi da Milano a Roma, magari per un tratto vado a 150, ma in un altro per il traffico vado a 3 chilometri al millennio, la media è bassissima MA per via di questi due picchi

Possiamo ricavare dalla nostra formula con il Δx e Δt che quindi la posizione che si assume in un determinato istante sia:

$$x_1 = x_0 + v_{media}\Delta t$$

La velocità media però non indica praticamente nulla del moto, se mi servono dati precisi (es contachilometri) su una determinata velocitá prendo intervalli sempre minori. Quando il Δt tende a 0, notiamo che la funzione non tenderà ad ∞ perchè c'è corrispondenza negli ordini di infinito.

Quindi chiamo questo limite con $t \to 0$ di $\frac{Velocita'\ vettoriale}{\Delta t}$

$$\lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = v_{istantanea}$$

velocità istantanea, che non è altro che la velocità in un determinato istante. Per ogni istante, per definizione di derivata, io calcolo alla fine

$$v(t) = \frac{dx(t)}{dt}$$

Quindi in pratica otteniamo che la velocità istantanea è letteralmente la derivata della posizione, in cui la t è la "discriminante" della velocità istantanea che si aveva in un determinato istante (perdonate la ripetizione).

Con questa velocità istantanea possiamo (se applichiamo la legge oraria), calcolare in modo più preciso la posizione in un determinato istante! Come?

$$x_t = x_0 + v_{t_0}dt$$

Cioè siamo arrivati che abbiamo la posizione iniziale e l'istante iniziale, più la velocità istantanea (che è una derivata), ora ci basta solo applicare la formula.

Prendiamo ora in esame un grafico che ha sulle ascisse il tempo e sulle ordinate le velocità istantanee registrate. Come nel caso precedente immaginiamo di avere un grafico con una funzione monotona crescente. Prendo due punti del grafico e calcolo la velocità media tra essi

$$\frac{v_1 + v_2}{2}$$

sappiamo anche che la velocità media è definita come $\frac{\Delta x_n}{\Delta t_n}$ da cui ricaviamo $\Delta x_n = v_{med}\Delta t_n$. Se ripetiamo questo procedimento per tutti i Δt avremo:

$$\Delta x = \sum_{k=1}^{n} \Delta n = \sum_{k=1}^{n} v_{m_n} \cdot \Delta t_n$$

La somma dei Δx ennesimi, è coincidente con la somma di tutte le aree A_n dove $A_n \sim \Delta x$.

Se $\Delta t_n \to 0$ allora $\Delta x = \int v(t)dt$
Per un punto specifico (sempre facendo tendere $\Delta t a 0$) ad esempio avremmo che

$$x_1 = x_0 + \int_{t_0}^{t_1} v(t)dt$$

Precisazione di Giulia: La velocità va in funzione del tempo, MA gli estremi di integrazione vedendo il grafico sono anch'essi dei tempi.

quindi per conoscere la posizione è sufficiente passare per un integrale definito della velocità. Per esempio, se la funzione posizione nel tempo è $x_t = at^2\ la\ v_t\ sara'\ v_t = 2at$

Piccola osservazione Quando diciamo che $\lim \Delta t \to 0\ \frac{\Delta x}{\Delta t} = v_{istantanea}$, stiamo dando per assodato che diminuendo l'intervallo di tempo, diminuirà il relativo spostamento, pertanto otterremo $\frac{0}{0}$, ok, ma vedremo che appunto tenderà ad un valore finito.

2.3 Come varia la velocità

Quando ho una velocità che cambia, posso definire la variazione della velocità vettoriale nell'unità di tempo, e questa si chiamerà accelerazione vettoriale media e la indichiamo con $\vec{a_{media}}$, MA come prima servirà trovare l'accelerazione istantanea. Come si trova? Come prima si usano i limiti.

Per $\Delta t \to 0$ abbiamo che $\vec{a(t)} = \lim \Delta t \to 0 \frac{\vec{\Delta v}}{\Delta t} = \frac{dv}{dt}$

Data la velocità istantanea v(t) possiamo ricavare che l'accelerazione:

$$a = a(t) = \frac{dx(t)}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}$$

Quindi di conseguenza ne segue che

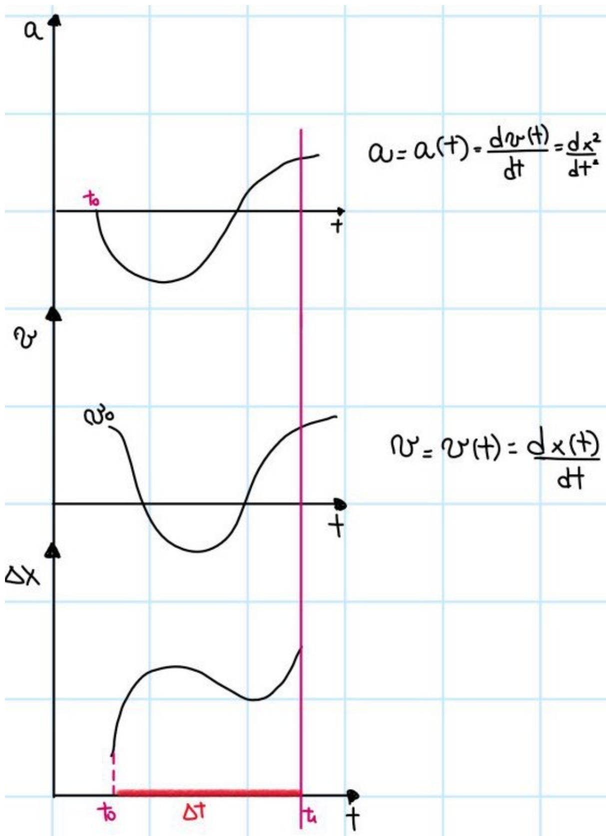
$$v(t) = v(t_0) + \int_{t_0}^{t} a(t)\ dt \qquad (Con\ t \geq t_0)$$

e di conseguenza:

$$x(t) = x(t_0) + \int_{t_0}^{t} v(t)\ dt$$

Considerando la velodità media si sta ovviamente considerando una velocità costante, graficamente, se v = $\frac{Spazio}{Tempo}$, allora v rappresenta il coefficiente angolare della nostra retta.

Illustrazione a cura di Letizia



In questo grafico si osserva che quando si parla di accelerazione si fa riferimento a quella istantanea

---

Se per ipotesi avessimo l'accelerazione costante invece avremmo non più $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ MA $\frac{\Delta v}{\Delta t}$, che rappresenta l'accelerazione media mantenendo per ovvio che

- $\Delta t = t_1 - t_0$
- $\Delta v = \Delta t \cdot a_{Media}$
- $\Delta v = v_1 - v_0$

Si riesce a ricavare lo spostamento che a questo punto diventa

$$\Delta x = v_0 \Delta t + (\Delta v) \cdot \frac{\Delta t}{2} = \Delta t \cdot \frac{v_1 + v_0}{2} = \Delta t (v_{media})$$

A questo punto proviamo a ricavare la posizione x_1:

$$x_1 = x_0 + \frac{v_1}{v_0} 2 \cdot \Delta t$$

Dove in pratica $v_1 = v_0 + a_{Media} \cdot \Delta t$, sostituendo vien fuori

$$x_1 = x_0 \frac{v_0 + a_{Media} \cdot \Delta t + v_0}{2} \cdot \Delta t$$

Se generalizziamo:

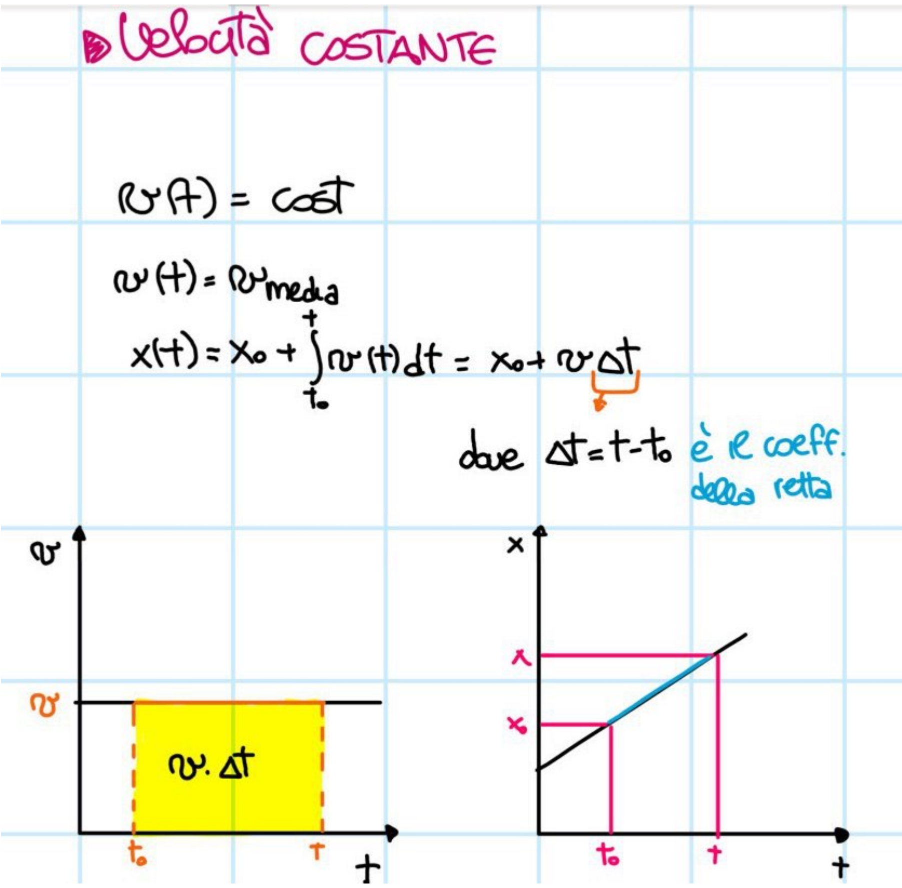
$$x(t) = x_0 + v_0(t - t_0) + \frac{a_{Media}}{2}(t - t_0)^2$$

Successivamente, per finire, noteremo che:

$$x(t) = x_0 + \int_0^t v_0 dt + \int_0^t a_{media} t \cdot dt =$$

$$= x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

Illustrazione a cura di Letizia



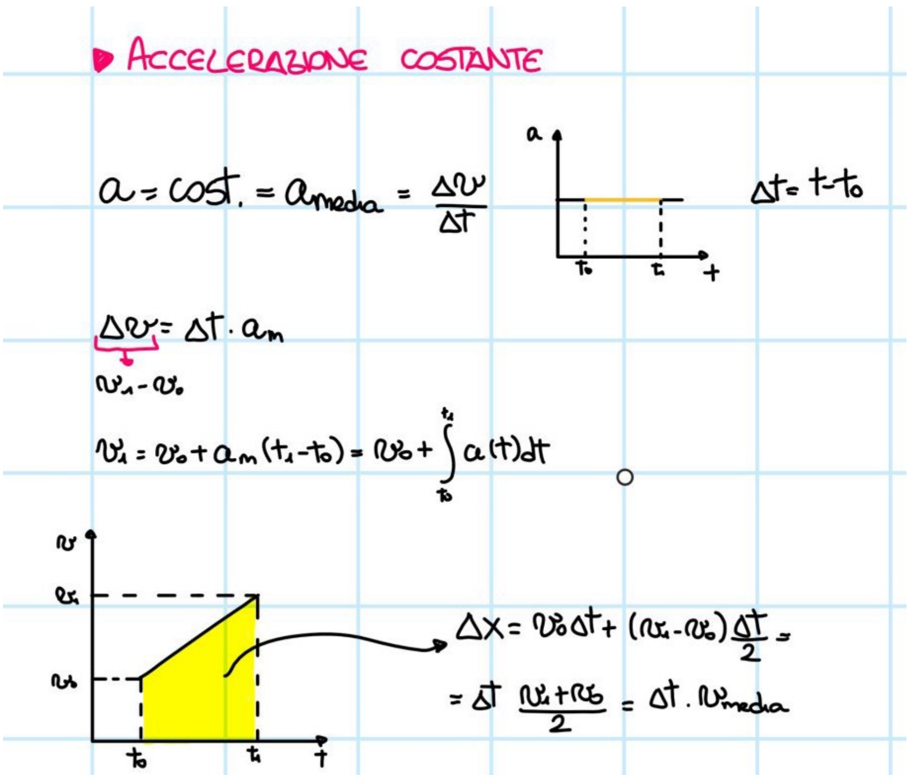
In questo grafico si può osservare graficamente cosa accade quando si considera la velocità media come costante

Capitolo 3

Moto rettilineo uniformemente accelerato

Dato qualsiasi piano inclinato, se un corpo parte dall'alto da un punto x_0 se esso rotola (con attrito volvente che è trascurabile), noteremo che con il quadrato del tempo (t^2) la sua velocità si incrementerà $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$, in cui possiamo giocare di nuovo a modificare le cose belle, tipo la t vi $v_0 \cdot t$ può diventare $\frac{v-v_0}{a}$, da cui consegue che $a = \frac{v-v_0}{t}$ e quindi $x = x_0 + \frac{1}{2}(v_0 + v) \cdot t$.

Grafico dell'accelerazione costante



In questo grafico si nota che la variazione della velocità è coincidente con la variazione del tempo per l'accelerazione media

---

3.1 Accelerazione di gravità

Escludendo le forze di attrito con l'aria quando un corpo cade in caduta libera si ottiene che esso (sul nostro pianeta) cada accelerando di 9,8 $\frac{m}{s^2}$. Questi corpi prendono il nome di Gravi, e non importa che massa abbiano SE consideriamo l'assenza di aria che faccia attrito.

Poniamo caso di lanciare un sasso verso l'alto, o anche un mattone, MacBook, il proprio gatto, quel che volete, noterete che questo salirà, e poi dopo un breve periodo inizierà a tornare giù, questo è per via del fatto che l'accelerazione gravitazionale è costante, ma all'oggetto che lanciamo cosa accade?

Noi sappiamo che $v = v_0 + a \cdot t$, il grafico sarà una parabola che va verso l'alto e poi ad un certo punto smetterà di crescere e inizierà a decrescere, e nel momento in cui il corpo scende l'accelerazione noteremo che sarà ≤ 0 (Vettorialmente).

ATTENZIONE L'accelerazione non si annulla MA sul punto di massimo locale dove cambia il verso dell'accelerazione si avrà una velocità $= 0$

Capitolo 4

Sistema cartesiano

Il grafico di un qualsiasi sistema cartesiano è composto da due assi, uno x ed uno y, perpendicolari tra essi, ed ogni punto sul grafico è composto da due coordinate (x, y) tali che $P = (x_P, y_P)$

4.1 Coordinate polari

Ogni punto ha una distanza dall'origine, quella distanze si chiama R, e l'angolo che si forma tra l'asse x e R si chiama ϕ, di conseguenza ricaviamo che:

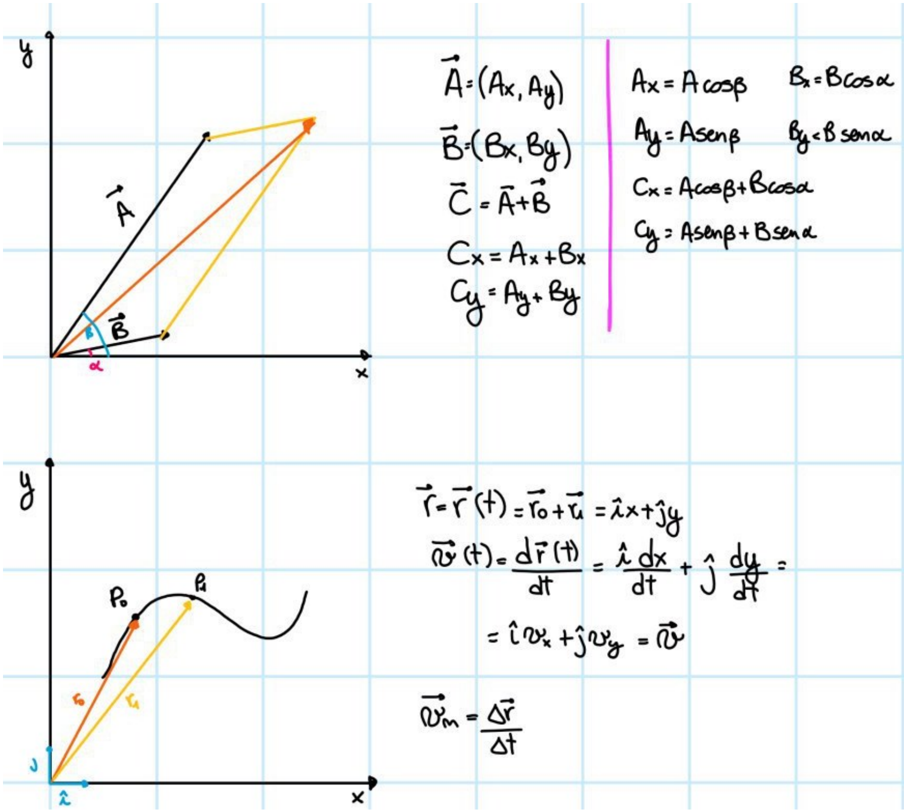
- $\frac{y}{R} = \sin(\phi)$
- $\frac{x}{R} = \cos(\phi)$
- $y = R\cos(\phi)$
- $x = R\cos(\phi)$
- $\frac{y}{x} = \tan(\phi)$
- $\phi = \arctan(\frac{y}{x})$
- $R = \sqrt{x^2 + y^2}$

Tutto ciò rimanendo comunque nel secondo quadrante, nel primo chiaramente c'è da dire che rimane tutto cambiato di segno e viene indicato con le stesse lettere del primo ma aggiungendoci un ´dopo.

4.2 Somma tra vettori

Dati due vettori è possibile individuarne la somma tramote la regola del parallelogramma che consiste nel tracciare due semirette parallele ai due vettori che abbiamo, e vanno aggiunte al termine del segmento del vettore già presente, l'incrocio tra queste due semirette sarà il punto da cui puoi calcolarti la somma (Non si capisce, ok, senza grafici è impossibile ma come già detto, li aggiungerò.)

Letizia ci salva un'altra volta con un grafico



Graficamente si verifica quello che ho scritto qui sopra. Si noti che tra l'altro la velocità media $\overrightarrow{v_m}parallela(||)a\Delta\overrightarrow{r}$
e $\overrightarrow{v} = \frac{ds}{dt}\widehat{u}t$ (con u che sarebbe un versiore, ed s lo spazio), mentre per quanto concerne l'accelerazione $\overrightarrow{v} = \frac{dv}{dt}\widehat{u}t$ (Non c'è più s ma v che sarà la velocità)

Se ragioniamo nelle due dimensioni la questione del nostro moto si complica, perchè abbiamo:

$$\overrightarrow{r} = \widehat{i} \cdot x + \widehat{j}y$$

e quindi

$$\frac{d\overrightarrow{v}(t)}{dt} = \widehat{i} \cdot \frac{dx}{dt} + \widehat{j} \cdot \frac{dy}{dt}$$

Scritto più easy: $\widehat{i}v_x + \widehat{y} = \overrightarrow{v}$

$$\overrightarrow{v_{Media}} = \frac{\Delta\overrightarrow{x}}{\Delta t} = \frac{\overrightarrow{r}}{\Delta t}$$

dove $\Delta r = r_1 - r_0$ e sarebbe la distanza vettoriale.
$\overrightarrow{v}(t) = \frac{\Delta\overrightarrow{r}}{\Delta t}$ con $\Delta t \to 0$

L'obbiettivo è quello di passare dal livello 1D al 2D, e la trigonometria entra in gioco per via del fatto che vengono a formarsi dei triangoli

---

Illustrazione a cura di Simona

Da questo grafico è possibile notare in che modo interagiscono graficamente (considerando il punto di vista vettoriale) le velocità.

4.3 Moto Circolare

Consideriamo una circonferenza di raggio r, ed un punto materiale che si muove lungo la suddetta circonferenza, che con l'asse x forma un angolo θ.

Supponiamo che il moto della velocità istantanea lungo la circonferenza sia costante, o meglio, diciamolo in modo figo: $\frac{dv}{dt}$ *costante*, se calcolo l'accelerazione vettoriale, anche se il modulo è costante ma la direzione cambia allora l'accelerazione non potrò mai esser nulla.

$$\vec{a} = \frac{\vec{v}}{dt} \neq 0$$

4.3.1 I vantaggi delle coordinate polari

Introduciamo il concetto di radiante, ovvero date l, θ ed r,

- Con r Raggio
- θ che è l'amgolo
- l che è la distanza NON vettoriale, cioè l'arco insomma tra due punti

Con $\theta = \frac{l}{r} = \frac{2\pi r}{r} = 2\pi$, pertanto si ottiene che la velocità angolare ω sia = a $\omega = \frac{d\theta}{dt}$, e ricordiamo che prima si era detto di essere in velocità costante, pertanto se moltiplichiamo la velocità angolare per il raggio cosa otteniamo? Esatto, la velocità a cui ci stiamo spostando, ovvero:

$$\omega R = \frac{dl}{dt} = v$$

Inoltre definiamo il concetto di PERIODO (t) che è il tempo impiegato per fare tutto un giro della circonferenza: $T = \frac{2\pi}{\omega}$, analizziamo ora le leggi orarie

$$s(t) = s_0 + v \cdot t$$

Oppure

$$\theta(t) = \theta_0 + \omega t$$

a questo punto ragioniamo su quella che è l'accelerazione vettoriale:
Sappiamo che $\overrightarrow{v_m} = \frac{\Delta \overrightarrow{r}}{\Delta t}$, quindi ne deriva che $\overrightarrow{a_m} = \frac{\Delta \overrightarrow{v}}{\Delta t}$ oppure in modo anche più preciso

$$\overrightarrow{a} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \overrightarrow{v}}{\Delta t} = a_c \widehat{u}_n$$

in cui la n specifica che è perpendicolare e non tangente, altrimenti sarebbe $\widehat{u}_t$, quindi si può concludere che l'accelerazione centripeta

$$\overrightarrow{a_c} = \frac{v^2}{r} \cdot \widehat{u}_n$$

in cui ricordiamo che n indica che il versore sia PERPENDICOLARE, infatti la n sta per versore NORMALE. Tutto questo se la velocità è costante.

4.4 Moto circolare non uniforme

Oltre all'accelerazione centripeta servirà l'accelerazione tangente o tangenziale che è l'accelerazione lungo l'arco PERO' tangente alla circonferenza.

$$\overrightarrow{a_t} = \frac{d^2 l}{dt^2} \cdot \widehat{u}_t$$

E si ricava che quindi $\overrightarrow{a} = \overrightarrow{a_t} \vee \overrightarrow{a_c}$, nel senso che è la stessa accelerazione ma considerata da due sistemi di riferimento diversi.
Di conseguenza se è uniformemente accelerato, possiamo anche stabilirne la legge oraria, che è simile a prima:

$$l(t) = l_0 + v_0 t + \frac{1}{2} \cdot a_t t^2$$

, che è di base, mentre nel caso andiamo a considerare le velocità angolari.

$$\theta(t) = \theta_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2} a_\omega t^2$$

Se prima si è considerata la velocità normale ora consideremo quella tangenziale, ma alla fine, in un caso vedavamo quanto ci si era spostati, nel secondo caso si vede quanto si è allargata o ristretta la circonferenza. Perchè? Perchè **la circonferenza è l'insieme di tutti i punti equidistanti da un punto detto centro**.

4.5 Circonferenza e Moto Armonico

Prendendo una qualsiasi circonferenza ed un punto P su di essa, è possibile tracciare sull'asse x ed y i punti relativi a P, e ne consegue che

$$x = R\cos\theta = R\cos(\omega t)ey = R\sin\theta = R\sin(\omega t)$$

E quindi

$$\frac{dx}{dt} = \omega R \cdot \sin(\omega t)$$

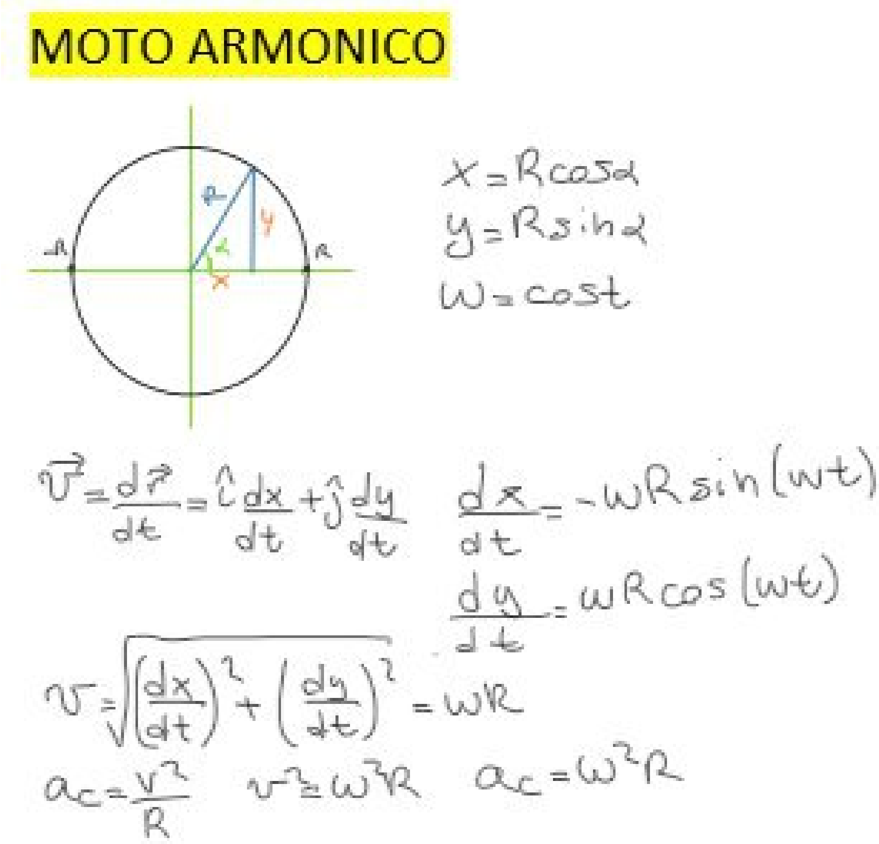
e

$$\frac{dy}{dt} = \omega R \cdot \cos(\omega t)$$

Inoltre

$$v = \sqrt{\frac{dx^2}{dt} + \frac{dy^2}{dt}}$$

Illustrazione a cura di Simona



In quest'illustrazione si vede riassunto graficamente quello che ho menzionato nel paragrafo superiore

---

Finalmente si può rispondere alla domanda che ci si è fatti all'inizio: ovvero, come posso calcolare la traiettoria di un corpo BASANDOMI sulle forze che agiscono su di esso?

Introduciamo pertanto il concetto di trasformazione Galileiana

4.6 Trasformazione Galileiana

Il primo passo è sempre avere un sistema di riferimento a coordinate, ma di questi ne esistono infiniti, pertanto sarà importante rimanere nello stesso sistema di riferimento, nel senso che tutto varia in base a quello.

Ad esempio, supponiamo di avere 3 posizioni di 3 corpi diversi.

- A: Un'automobile
- P: Un pedone
- B: Una bicicletta

E di conseguenza le distanze tra essi $\overrightarrow{X_{BA}}, \overrightarrow{X_{PA}}, \overrightarrow{X_{PB}}$, noi possiamo dedurre che: $v_{PB} = \frac{dx_{PB}}{dt} = v_{AP} + v_{AB}$.

Se queste sono velocità da considerarsi vettoriali ($\overrightarrow{v_{PA}}$), siccome i punti sono in serie sullo stesso piano, allora basta fare semplicemente la somma.

Detto in modo più umano: Siete in macchina, andate a $70\frac{km}{h}$, vi supera una macchina che va a $130\frac{km}{h}$, ecco, dal punto di vista della velocità abbiamo appena detto che è come essere fermi, e una macchina va a $60\frac{km}{h}$, dipende dal vostro sistema di riferimento.

Capitolo 5

La Forza

Finora abbiam descritto le accelerazioni per esempio di un corpo in caduta libera, abbiam descritto COME un oggetto cade, ma nessuno ha risposto al perchè l'oggetto cade. Prima ci si chiedeva perchè c'è movimento?

Perchè alcuni oggetti si muovono senza una causa? Esempio lampante: La Luna, si muove (da un pochino di tempo anche) da sola, senza nessuno che spinge.

Consiglio: Guardatevi questo spettacolo a teatro di Paolini che parla di Galileo, io l'ho adorato, anche se mi rendo conto che in sessione non avrete per nulla voglia di guardare qualcosa di questo genere -> This

---

Ora, da una parte abbiamo le forza che sono descrivibili con delle formule, e dall'altro abbiamo la meccanica che vuole sapere cosa fanno le nostre forze al punto materiale che le subisce. Ammesso che capisco quanto valga una forza, cos'è una forza?

Definizione: Da Wikipedia: Una forza è una grandezza fisica vettoriale che si manifesta nell'interazione reciproca di due o più corpi, sia a livello macroscopico, sia a livello delle particelle elementari. Quantifica il fenomeno di induzione di una variazione dello stato di quiete o di moto dei corpi stessi; in presenza di più forze, è la risultante della loro composizione vettoriale a determinare la variazione del moto. La forza è descritta classicamente dalla seconda legge di Newton come derivata temporale della quantità di moto di un corpo rispetto al tempo

All'atto pratico una forza è quella che causa il movivmento, di fatto se si applica una forza, o comunque ci sono delle forze che agiscono su di esso, allora quest'ultimo si muoverà, o per esser più preciso Accelera. Essendo una grandezza vettoriale, se la somma algebrica delle forza applicate su un corpo è $= 0$ allora il corpo avrà accelerazione 0.

[1]Credo di volermi rifiutare di fare menzione della definizione dataci a lezione con l'esempio della molla. Ditemi voi se è ammissibile una definzione del tipo "Una forza è quella esercitata da una molla quando la tiri o comprimi".

[1] Lamentela personale

Detto in modo più matematico, primo principio della dinamica (**principio di inerzia**):

$$Se \ \ \overrightarrow{F} = \sum_{\kappa=1}^{n} \overrightarrow{F_\kappa} = 0 \quad allora \ \ a = 0$$

Se su un corpo non agisce alcuna forza viene mantenuta costante la propria velocità, pertanto essa può essere anche ≥ 0, ma rimarrebbe costante per via dell'assenza di forze che si oppongono al movimento.

Esatto, perchè potrebbe accadere che esistano forza che non agiscono direttamente come quella centripeta, quella di gravità, quella centrifuga, è pieno di forze che agiscono indirettamente. Sono forze che compaiono nel sistema di riferimento non inerziale.

5.1 Secondo principio della dinamica

Dato un corpo fermo, in base al suo peso dovremo applicare una forza maggiore o minore, per ottenere una determinata velocità. Cioè se devo spingere una penna, e farla viaggiare a una velocità λ, è ben diverso far raggiungere la stessa velocità λ ad un camion. (Ponendo $\lambda > 0$)

Da questo consegue che la massa influenza sia l'accelerazione che la forza. Infatti il secondo principio della dinamica dice che:

$$F = m \cdot A$$

Provocare dell'accelerazione in un corpo richiederà più o meno forza in base alla massa del corpo da spingere. Ne consegue che:

$$m_x = m_0 \cdot \frac{a_0}{a_x}$$

Chiaramente c'è da dire che un qualsiasi corpo, se è fermo necessiterà di applicare più forza per produrre un determinato movimento, se spingiamo un corpo che già si muove ci vorrà meno forza.

La Massa: Anche se la si dà per scontata, non l'abbiamo definita in modo specifico, è considerabile al momento come quantità di materia, pertanto mi raccomando da ora non confondiamo più massa e peso.

Il Peso: Il peso è una forza, che è esercitata dal campo gravitazionale terrestre ed è di circa 9,8 N (dove N sarebbe Newton). Il peso è una forza, è una grandezza vettoriale, ha una direzione, un verso, ed un modulo o intensità.

Precisazione: Nella meccanica classica tendenzialmente una forza è realizzabile/applicabile/esistente SE son presenti due corpi, pertanto ci si può anche esprimere dicendo che: Presenza di forze $\rightarrow$ presenza di più corpi.

In assenza di forza non si ha accelerazione, pertanto lo stato di moto di un punto materiale è o a 0 o velocità costante, di fatto nel mondo in cui viviamo, in quello reale ci sono sempre delle forze che agiscono, e appare che i corpi non abbiano velocità costante.

Questo è dovuto per esempio alle forze di attrito che ci sono sempre, cose di questo tipo.
Per tastare con mano quello che è un moto perfettamente (o quasi) costante, si può osservare il movimento della luna, che ok, non è perfettamente nel vuoto anche perchè il vuoto assoluto non esiste, però non ha degli attriti così consistenti.

Il principio (detto principio di inerzia) si basa sul concetto del "In assenza di forte il corpo conserva il suo moto", o meglio, se non ci sono corpi vicini che influenzino un corpo allora la sua accelerazione sarà = 0 .

5.2 Quantificare una forza

L'unità di misura di una forza è il Newton (N),
Se il corpo pesa 1kg si ha che: 1 N = $1m/s^2 \cdot kg$ pertanto $F(t) \alpha a(t)$, cioè la forza applicata in un tempo è proporzionale all'accelerazione in quel determinato tempo.

m = kg

a = $\frac{m}{s^2}$

F = kg $\frac{m}{s^2}$ = N

Ovviamente (come specificato prima) anche $\sum_{i=1}^{n} \overrightarrow{F_i} = 0 \rightarrow \overrightarrow{a} = 0$, e quindi ad esempio:

$$\begin{cases} m_0 = 1kg \rightarrow a_0 \\ m_1 = \lambda kg \rightarrow a_1 \end{cases}$$

$\frac{m_0}{m_1} = \frac{a_1}{a_0}$, (Siccome sono inversamente proporzionali) e quindi questo significa che ragionando per formule inverse $m_1 = m_0 \cdot \frac{a_1}{a_0} \forall F$

Non si è specificato, MA la somma di due masse è fattibile, cioè se prendo una mela e una pera e le incollo, la loro massa sarà $mela + pera + colla$, pertanto l'accelerazione seguira questa somma, nel senso, se ho calcolato l'accelerazione prima che avrebbe la mela, poi la pera, la loro somma avrà un valore approssimativativamente proporzionale alla somma delle masse (circa perchè c'è la colla ma è diciamo trascurabile.)

Riprendendo il secondo principio della dinamica: Ricordiamoci la difficilissima formula $F = m \cdot a$, e quindi $\overrightarrow{F} = m \cdot \overrightarrow{a}$.

Il problema è che io data una forza posso concludere di avere una massa per un'accelerazione MA non posso concludere data una massa ed accelerazione che ci sia quella forza. Non mi sta definendo la forza, è una sua espressione. Ti serve una teoria sulla forza per lavorarci su. In termini più semplici: Da sinistra verso destra l'equazione $\overrightarrow{F} = m \cdot \overrightarrow{a}$ va bene MA da destra verso sinistra no. Un esempio di alternativa a questo?

Legge di Gravitazione Universale (Approfondito da pagina 32 di questi appunti)

$$\overrightarrow{F_a} = G \cdot \frac{M \cdot m}{d^2}$$

in cui la G è la costante di gravitazione universale ed è $g = \frac{G \cdot M}{R^2_{Terra}}$, g invece è la forza g, quella che si vede di solito in F1 in curva o frenata, in cui letteralmente si hanno decelerazioni e accelerazioni (non necessariamente rettilinee, generalmente più in curva) fino ai 5g.

Inoltre, siccome questa g dipende dal raggio della $terra^2$, quindi può cambiare anche sulla terra stessa.

5.3 La Molla

La molla è un tipo di corpo su cui si può applicare sia una compressione che un'espansione, ma attenzione, non si chiamerà più espansione ma allungamento, perciò essendo un corpo, su di esso si può applicare una forza.

Sulla molla si può applicare una forza sia tirandola che spingendola, e questa forza è:

$$\overrightarrow{F_k} = -k \cdot (\overrightarrow{x} - \overrightarrow{x_0})$$

In cui $\overrightarrow{x} - \overrightarrow{x_0}$ sui libri di fisica vien chiamata Δl e sarebbe l'allungamento, o quanto s'è deformata la molla.

5.4 Il peso

Siccome misurare il rapporto tra masse è uguale a misurare il rapporto tra forze, allora si conclude che si ha la stessa gravità, che sulla terra è 9,8, e quindi si può anche dire che per misurare una massa, bisogna tener conto della forza peso e confrontarla con la gravità che si sta considerando.

$$\overrightarrow{P} = m\overrightarrow{a} = m\overrightarrow{g} = -m \cdot g \cdot \widehat{\gamma}$$

. Se una bilancia misura una forza, dato g, si ottiene che $\frac{forza}{g} = massa$, per cui se è vero che il peso cambia in base a dove ci troviamo, non è vero che lo faccia anche la massa, e infatti la massa quella è e quella rimane.

5.5 Terza legge della dinamica

E' anche detto principio di azione/reazione, ovvero:

Definizione: Dati due corpi, per qualsiasi forza che viene applicata da un corpo all'altro (per ogni azione), corrisponderà una forza (reazione) che sia uguale e contraria $\rightarrow azione(corpo_a, corpo_b) = reazione(corpo_a, corpo_b) = azione(corpo_b, corpo_a)$

Questo principio è diretto derivante dall'interazione tra due oggetti, due corpi, e con questa consapevolezza si deduce che (oltre al discorso della presenza di più corpi) si avranno anche delle ulteriori forze dovute ad attriti etc.

L'azione e reazione sono chiaramente esercitate dipendentemente da chi applica forza su chi. Nel senso, se io pesto un pugno sul tavolo, io agisco, il tavolo reagisce, io perisco la reazione del tavolo e sento dolore.

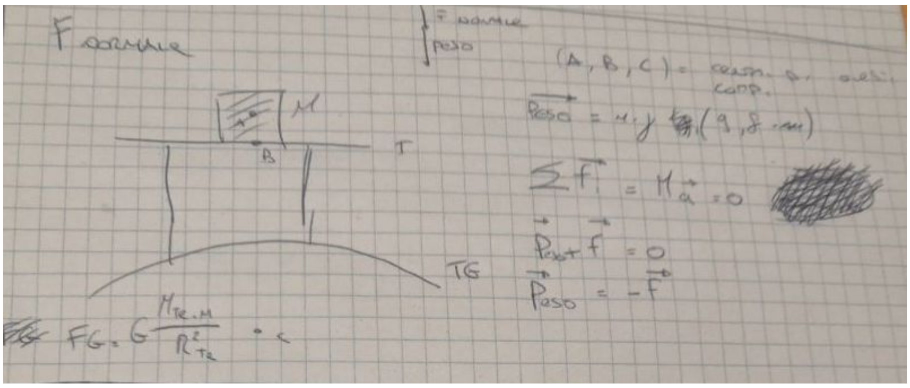
La somma di tutte le forze che agiscono su un corpo è

$$\overrightarrow{F_A} = \sum_{i=1}^{n} \overrightarrow{F_{A_i}} = m \cdot \frac{d^2\overrightarrow{x_A}(t)}{dt^2} = m \cdot \overrightarrow{a_A}$$

In cui, per non confonderci specifico che in questa formula

- A = nome del corpo
- a = accelerazione
- d^2 = derivata alla seconda
- t^2 = letteralmente t al quadrato

Forza normale Supponiamo di avere un tavolo T ed un corpo di massa M, un cubo, per intenderci. E ricordiamo che il tavolo sta al di sopra della terra, che chiameremo TE. (Mantenendo per ovvio che in questo caso la gravità si possa considerare costante $\rightarrow F_G = G \cdot \frac{M_{Terra \cdot M}}{R^2_{Terra}}$)



In breve, sulla massa agiscono ben due vettori, e pure sul tavolo agiscono più vettori, in quanti agiscono sia l'azione della forza peso che la reazione del cubo.

In italiano: Sul tavolo c'è il peso del cubo, il tavolo esercita peso sulla terra, ed esercita azione su cubo.

La domanda è: Perchè questi corpi rimangono fermi? La somma di tutte le forze è uguale a zero, quindi l'accelerazione è 0, quindi stanno fermi.

Precisazione: La massa non esercità forza peso, ma è la forza peso che viene esercitata sulla massa.

Il concetto di azione e reazione funziona perfettamente, ma bisogna sempre ricordarsi del fatto che le forze vengano applicate da due corpi distinti.

5.6 Il lavoro di una forza

Il lavoro è il legame tra lo spostamento di un corpo per la quantità di energia spesa per muoverlo. Attenzione, non è in generale quanto è lo sforzo, MA è quanto movimento viene prodotto grazie ad una determinata forza.

Più semplicemente, se tendo di spostare un pallone da calcio, applico una forza, si muove, ergo compio del **lavoro**.

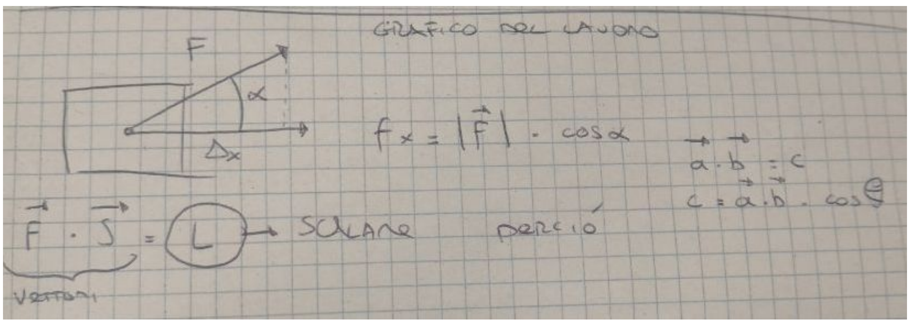
Se tento di spostare l'Empire State Building, oltre a far la figura del deficiente, ottengo che quest'ultimo malgrado applico l'incredibile forza dei miei muscoli, non si muove, sta fermo, quindi il lavoro sarà 0.

Più precisamente:

$$L = F \cdot \Delta x$$

Forza x spostamento, molto semplicemente, ma occhio a non confondersi, poichè spostamento e forza sono grandezze vettoriali ($\overrightarrow{F}, \overrightarrow{\Delta x}$)

L'unità di misura del lavoro è il Joule (J), che coincide con $N \cdot M$, e come è possibile notare questo è uno **scalare** nel senso che (Raga, in algebra io 'sta roba non l'avevo ancora capita.) il prodotto di due vettori è uno scalare.



Avendo definito il lavoro, con questa definizione abbiamo una quantità che consente di definire il quantitativo di energia trasferito in un sistema dall'esterno verso l'interno di un sistema.

E se invece fossero più forze a generare uno spostamento? Cioè molto semplicemente, se spostiamo un tavolo in due invece che da solo? Beh cambia molto lo spostamento, e infatti

$$L = \sum_{i=1}^{n} \overrightarrow{F_i} \cdot \overrightarrow{S}$$

Ah ovviamente $L_i = \sum_{i=1}^{n} \overrightarrow{F_i} \cdot \overrightarrow{S}$, da questa prospettiva si conclude anche che $L_{tot} = \sum_{i=1}^{n} L_i$.
Infine, altro modo di esprimere il lavoro:

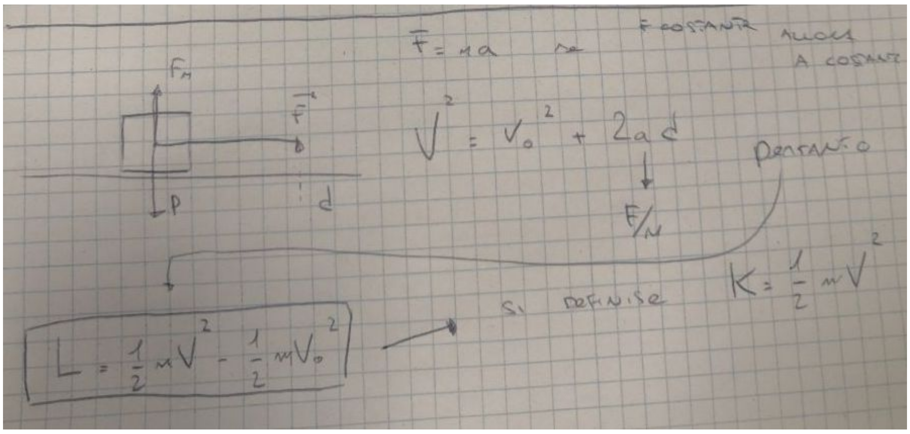
$$L_\kappa = \int_a^b F_\kappa dx$$

Quindi chiaramente è possibile dire che:

$$L = \int_a^b F(x)dx$$

Ossia, nel caso prima semplicemente abbiamo specificato un punto preciso MA, se ragionassimo con $\overrightarrow{F}$ per ottenere il lavoro totale manca un piccolo passaggio:

$$L = \int F(x)dx + \int F(y)dy + \int F(z)dz = \int \overrightarrow{F} \cdot d\overrightarrow{s}$$



In questo caso cosa si osserva? La velocità al quadrato che avremo sarà coincidente con la velocità iniziale alquadrato, che si somma con la velocità generata dall'accelerazione provocata dalla applicazione della forza in questione.

Quel K si chiama **ENERGIA CINETICA**, ossia l'energia associata al moto. Mi raccomando, contate sempre che ci sono altre energie in questione che agiscono su un corpo in movimento, allora tutto prende senso. (in seguito sarà approfondita nello specifico)

Capitolo 6

Principio di conservazione dell'energia

E' il classico esempio del modo di pensare dei fisici, cioè osservi un fenomeno, noti qualcosa di anomalo, lo testi, trai delle conclusioni, ma in questo caso addirittura vengono inventate delle unità di misura.

Il concetto di Energia è risultante da calcoli che effettuiamo MA NON ESISTE, l'energia NON è fisica, non è qualcosa di tangibile, è CALCOLABILE, e rimane nel tempo sempre uguale a se stessa in determinate situazioni.

Se nel caso della meccanica e dinamica si aveva qualcosa di misurabile, tangibile, per quanto riguarda la conservazione dell'energia si dovrà capire il concetto di sistema.

Cos'è un sistema: E' un insieme di punti materiali (può essere pure uno solo), può essere contenuto in un sistema, ovviamente.

Precisazione: Siccome non so quanto fidarmi effettivamente delle nozioni riportate a lezione, vi includo anche la definizione "Un insieme di due o più corpi viene chiamato sistema" riportata a pagina 84 del manuale di Halliday-Resnick (Si ringrazia RC per la precisazione),

Alla fine si ha una quantità di Energia, che viene associata al sistema, è una serie di formule che vedremo, ma prima di applicarle devo capire bene quale è il mio sistema di riferimento.

Neanche a dirlo ci sono diversi tipi di energia, diciamo infinite forme da questo punto di vista ad esempio:

- Calore
- Cinetica
- Nucleare
- Chimica

Quello di cui ci occuperemo nello specifico per ora è l'energia cinetica.

6.1 Energia Cinetica

L'energia cinetica è (come detto sopra) l'energia che si associa al moto, o meglio l'energia che ha un corpo in movimento. Diciamoci subito le formule utili:

- $L = \Delta\kappa$
- $\kappa = \frac{1}{2}m \cdot v^2$
- $L = \sum_{i=1}^{n} L_i$
- $L = \sum_{i=1}^{n} \overrightarrow{F_i} \cdot \Delta\overrightarrow{x}(Spostamento)$

Lavoro ed energia cinetica sono strettamente legati per via del fatto che appunto il lavoro è il prodotto di una forza per uno spostamento. Per cui

$$L = \int_{x_{iniziale}}^{x_{finale}} F(x)dx = \int_{x_{iniziale}}^{x_{finale}} m \cdot a \; dx$$

A questo punto osserviamo che l'accelerazione è: $a = \frac{dv}{dt}$, quindi la formula è riscrivibile come

$$L = \int_{x_{iniziale}}^{x_{finale}} m \cdot v \cdot \frac{dv}{dt} dx$$

Ora le cose iniziano un po' a complicarsi, perchè se per ipotesi noi considerassimo soltanto la velocità si avrebbe: $L = \int_{x_{iniziale}}^{x_{finale}} m \cdot v = \frac{1}{2}m \cdot v^2$
Tutto sto casino è per arrivare a dire che:

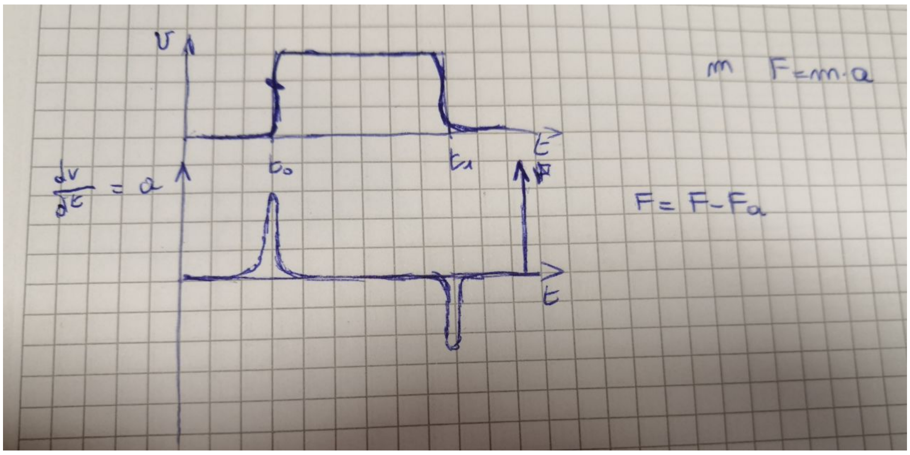
$$\frac{1}{2}m \cdot v^2_{finale} - \frac{1}{2}m \cdot v^2_{iniziale} = \Delta\kappa$$

Ecco, questo $\Delta\kappa$ è la variazione dell'energia che c'è stata da un punto iniziale ad un punto finale.

Ora la domanda è: se ho compiuto un lavoro, perchè $\Delta\kappa$ è $= 0$? Perchè non stiamo considerando tutte le altre forze!

Se io prendo il mio telefono e lo striscio sul tavolo da un punto A ad un punto B, questo si ferma, MA per via della forza di attrito.

Da un punto di vista "Telemetrico" l'azione delle forze sul telefono che ho strisciato sul tavolo è di questo tipo:



Il primo grafico indica l'energia cinetica del telefono (che poraccio lo stiamo massacrando a furia di sballottarlo in giro), mentre invece il grafico di sotto indica come si comporta l'attrito che lo frenerà.

(Per capire meglio cosa succede in un contesto del vuoto, ai videogiocatori consiglio di giocare Space Engineers. E' bello, fidatevi.)

6.2 La forza d'attrito

6.2.1 Cos'è

Dal punto di vista pratico non è altro che la forza in grado di frenare un corpo in movimento (Perchè? Perchè essendo una forza, essa si applica da un corpo ad un altro, per questo è certo che si opponga al moto).

E' sempre **Opposta** alla **Direzione** dello spostamento, o detto meglio: **Compie sempre lavoro negativo**

6.2.2 Come si esprime?

La chiameremo F_a, e si esprime in:

$$F_a = \mu_a \cdot N$$

Mentre invece per quanto riguarda l'effettivo suo **lavoro**:

$$L_a = -\mu_a \cdot N \cdot \Delta x$$

Date queste due nuove formule, possiamo concludere che un corpo si sposta SE il lavoro dell'attrito è **minore** del lavoro che ha generato il moto:

$$L = L_{\kappa_i} + L_a < 0$$

SE si verifica questa condizione ALLORA esiste il moto, in alternativa il corpo sta fermo.

Precisazione: Come vedete c'è un '+' in mezzo, e non solo. C'è anche segnato una i sul nostro lavoro del corpo che consideriamo, cosa significa?

Risposta: La forza d'attrito rimane la stessa (**A parità di materiale/corpo/superficie**) MA progressivamente potrebbe cambiare nel tempo il lavoro del corpo in questione. Come? Se smettete di dare gas, la macchina diminuirà la propria velocità, e più andavate forte, più scenderà di botto all'inizio (La richiesta energetica rimane sempre proporzionale a v^2),

6.3 L'energia potenziale

Da Wikipedia: In fisica, l'energia potenziale di un oggetto è l'energia che esso possiede a causa della sua posizione o del suo orientamento rispetto a un campo di forze. Nel caso si tratti di un sistema, l'energia potenziale può dipendere dalla disposizione degli elementi che lo compongono.

Si può vedere l'energia potenziale anche come la capacità di un oggetto (o sistema) di trasformare la propria energia in un'altra forma di energia, come ad esempio l'energia cinetica.

Ragioniamo con un esempio: Prendiamo un corpo ed una molla, sappiamo che se il corpo si muove allora:

$$L = \Delta\kappa$$

Ecco, una volta detto questo, il lavoro che invece farà la molla per fermare il corpo che le arriva contro sarà:

$$-L = \Delta U$$

Quella U è l'energia potenziale, che per come è definita ($\Delta U = -L$) sarà possibile definirla anche $\Delta U = \frac{1}{2}\kappa \cdot \Delta x^2$, e quindi

$$\Delta U = f(\Delta x)$$

Data una forza **F**, il lavoro W lungo una curva C è dato in generale dalla relazione:

$$W = \int_C \mathbf{F} \cdot dx$$

Precisazione sulle forze conservative: A noi ci importa poco in questo caso di cosa succeda in mezzo tra un punto A ed un punto B, per capire il lavoro fa testo solo il punto iniziale ed il punto finale, **INVECE**, nel caso dell'attrito si ragiona in modo diverso, perchè fa testo quello che succede nel tragitto che separa A da B (Δx). Detto più scientifico:

$$L = \Delta\kappa = -\Delta U \ con \ A \to B$$

$$L = L(A, B)$$

$$L = L(x)$$

$$\Delta U = -L(x) = -\int_A^B F(x) \cdot dx$$

Un esempio di forza NON conservativa è il magnetismo, ma lo vedremo più avanti. Tornano all'energia potenziale, bisogna specificare che **Non esiste una energia potenziale assoluta**, dipende dal sistema di riferimento. In che senso? Se calcolo l'energia potenziale di una bottiglia su un tavolo, rispetto al tavolo è 0, MA rispetto al pavimento? Quindi attenzione, bisogna capire quale **punto di riferimento** si usa per fare i confronti

6.4 Energia potenziale in un determinato tempo

Definiamo ora U(x), che ha diversi modi per essere definito, ovvero:

1. $$U(x) = -L(x) = -\int_{x_0}^{x} F(x) \cdot dx$$

2.
$$U(x) = -\int_{x_0}^{x} F(x) \cdot dx + U(x_0)$$

Se ho un potenziale, allora esiste una forza conservativa, che è coincidente con $-\frac{d(U(x))}{dx} = F(x)$, e qui c'è una doppia implicazione perchè SE ho una forza conservativa allora si ha anche dell'energia potenziale.

Una forza conservativa è una forza che dipende SOLO da istante iniziale e finale.

6.4.1 Variazione dell'energia potenziale della forza peso

Incominciamo dal ridefinire la forza peso:

$$F_p = -m \cdot g$$

Ragionando sulle definizioni menzionate qui sopra (Non ho ragionato mai nella vita forever, sto copiando brutalmente dalla lavagna perchè i miei livelli di comprensione son lievemente... Circa calati, circa..) si ha che:

$$\Delta U = -L_p = m \cdot g \cdot \Delta y$$

Capitolo 7

Legge della Gravitazione Universale

Riprendiamo un concetto importante, ovvero il secondo principio della dinamica:

$$\overrightarrow{F} = m \cdot \overrightarrow{a}$$

E quindi ragionando per formula inverse, Newton definì:

$$\overrightarrow{a} = \frac{\overrightarrow{F}}{m}$$

Successivamente occorrerà menzionare le leggi di Keplero.

Storicamente: Ciò che fece fu semplicemente analizzare una serie di valori numerici, stabilì un algoritmo che potesse generarli tutti, o che potesse creare una relazione tra tutti quanti.

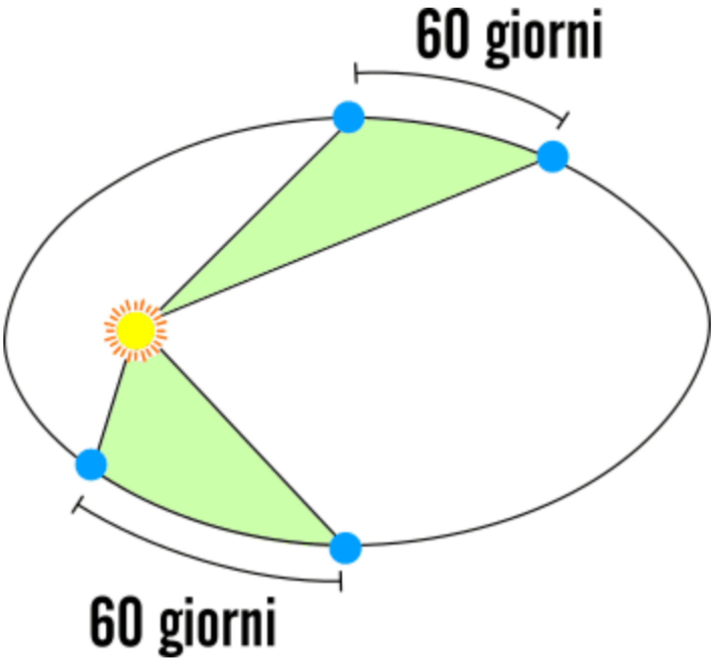
7.1 1^a legge di Keplero

Si rende conto che in generale ci sia la tendenza ad orbitare con traiettorie elittiche e non perfettamente a cerchio. Per 'Orbita' si intende il fatto che un corpo si muova attorno ad un altro.

7.2 2^a legge di Keplero

Da YouMath:

> L'analisi di tali dati gli permise di formulare quella che viene detta in suo onore **seconda legge di Keplero**: l'area del triangolo mistilineo con vertici il Sole e le due posizioni differenti del pianeta lungo la sua orbita è sempre la stessa a parità di tempo trascorso.
>
> Esprimendo questo fatto in una forma più compatta possiamo scrivere l'**enunciato della seconda legge di Keplero**: *il segmento che unisce il pianeta al Sole descrive aree uguali in tempi uguali.*



Seconda legge di Keplero: un esempio.

7.3 3^a legge di Keplero

Qui si fa riferimento a diversi corpi che orbitano attorno al sole (o comunque ad un altro corpo). Si dimostra che il rapporto tra il *periodo*^{2} ossia il tempo necessario per compiere un intero giro, ed il *raggio*^{3} rimane costante.

$$\frac{T^2}{R^3} = costante$$

E se rimane costante significa che $T^2 = k \cdot r^3$, e teniamoci a mente questo $k = \frac{T^2}{r^2}$, servirà tra poco. Con T che è il periodo e R che sarebbe il raggio dell'orbita

Queste leggi non spiegavano nulla, Erano solo delle osservazioni, ci dicevano più che altro COME accadeva qualcosa più che PERCHE'. Si è sempre lì. Le opinioni sul perchè erano sempre varie.

Galileo Galilei con il suo principio di inerzia trova che non vi è nulla a spingere i pianeti per farli orbitare, e ne consegue quindi che esista una forza centripeta (che appunto attrae i corpi a sè verso un centro).

Si dimostra quindi che:

$$\frac{dA}{dt} = \frac{|\overrightarrow{r}| \cdot |d\overrightarrow{r}|}{2 \cdot dt}$$

Con $d\overrightarrow{r} = \overrightarrow{v} \cdot dt = r \cdot d\theta$

$$\frac{dA}{dt} = \frac{r^2}{2} \cdot \frac{dv}{dt} = \frac{r^2}{2} \cdot \omega$$

E $\frac{r^2}{2} \cdot \omega$ rimane costante, ed ω sarebbe la velocità angolare, calcolabile facendo $\frac{2\pi}{T}$ con T che è il periodo che ci si impiega a compiere un giro.

$$a_c = \omega^2 \cdot r$$

Con a_c che sarebbe l'accelerasione centripeta, essendoci una accelerazione ora si può definire la FORZA centripeta:

$$F_c = m \cdot a_c = m \cdot \omega^2 \cdot r$$

$$F_c = 4 \cdot \pi^2 \cdot \frac{m_T}{k_T} \cdot \frac{1}{r^2} = F_{TS}$$

La T indica letteralmente la Terra, mentre invece F_{TS} sarebbe la forza esercitata dalla Terra sul Sole, mentre nel caso della forza esercitata dal Sole sulla terra:

$$F_{ST} = 4 \cdot \pi^2 \frac{m_S}{k_S} \cdot \frac{1}{r^2}$$

Quindi è possibile dire che la forza centripeta sia proporzionale ad $\frac{1}{r^2}$, e si ha una dimostrazione del PERCHE' ciò che ha detto Keplero funziona. E non è tutto.

Si nota che $F_{TS} = F_{ST}$, che quindi significa:

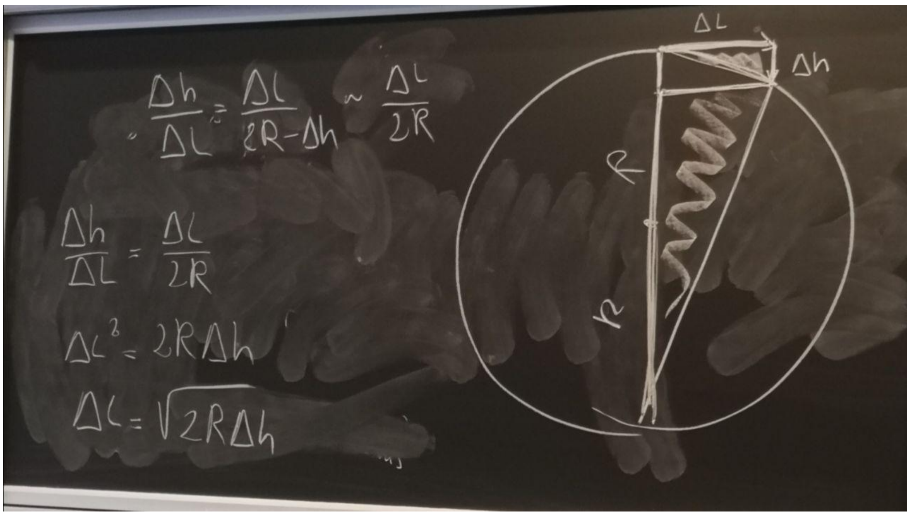
$$4 \cdot \pi^2 \cdot \frac{m_T}{k_T} \cdot \frac{1}{r^2} = 4 \cdot \pi^2 \frac{m_S}{k_S} \cdot \frac{1}{r^2}$$

Definiamo inoltre un valore $\gamma = \frac{4\pi^2}{m_T \cdot k_S} = \frac{4\pi^2}{m_S \cdot k_T}$ E da qui ragionando su formule inverse di questa uguaglianza si può esprimere che:

$$F_{ST} = \gamma \cdot \frac{m_S m_t}{r^2} = F_{TS}$$

Si definisce $g = \gamma \frac{M_{Terra}}{R^2_{Terra}}$, e da qui consegue che l'accelereazione lunare sia $a_{Luna} = \gamma \frac{M_{Terra}}{R^2_{Luna}}$ con M che indica la massa mentre R il raggio del corpo (in questo caso celeste di riferimento).

Riporto il grafico di come funziona la velocità angolare rispetto alla Terra:



Calcolo della velocità di un proiettile per non toccare mai terra: In un secondo è dimostrato che un proiettile scenda di 5 metri poichè l'accelerazione $\Delta h = \frac{1}{2}g \cdot t^2$. Ne consegue che $\Delta L = 7900\frac{m}{s}$

Considerando invece l'ISS: che si trova a 400km da terra, si osserva che l'accelerazione del corpo in caduta libera è di $g^{'} = 8,6\frac{m}{s^2}$

Spiegato in termini pratici: Il corpo è in caduta libera MA, nel momento in cui si sposta si sposta con sè anche il pianeta stesso, e quindi non cade mai direttamente, o meglio. Quando il corpo arriva nel punto in cui avrebbe dovuto esserci la collisione, il pianeta si è spostato, perciò continua ad orbitare

In pratica: la velocità a cui viaggiano i satelliti permette di fare in modo che rimanga costante anche la distanza dalla Terra

To conclude

Si è dimostrato che esista una forza che dipende dalla massa ed è in grado di attirare a sè i corpi. Matematicamente si esprime $\overrightarrow{F_{1,2}} = -g_N \cdot \frac{m_1, m_2}{R^2_{1,2}} \cdot \widehat{r_{1,2}}$, e per il principio di azione-reazione $\overrightarrow{F_{2,1}} = -\overrightarrow{F_{1,2}}$ Mentre invece, da dove ciccia fuori questa G_N?

$$G_N = 6,7 \cdot 10^{-11} N \frac{m^2}{kg^2}$$

E la massa della terra è calcolabile partendo da $mg = G_N \cdot \frac{M_{Terra} m}{R^2_{Terra}}$, eliminando m che compare da una parte e dall'altra si ottiene la massa terrestre

7.4 Densità

La densità indica la quantità di materia distribuita in un volume, o meglio. quanta materia c'è in un determinato volume, e si calcola con:

$$\rho = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi \cdot R^3}$$

In cui $\frac{4}{3}\pi \cdot R^3$ indica il volume della sfera per poter calcolarne la densità. (Siccome stiamo considerando una sfera) ALTRIMENTI in generale lì si indica il volume, riscriviamola

$$\rho = \frac{M}{Volume}$$

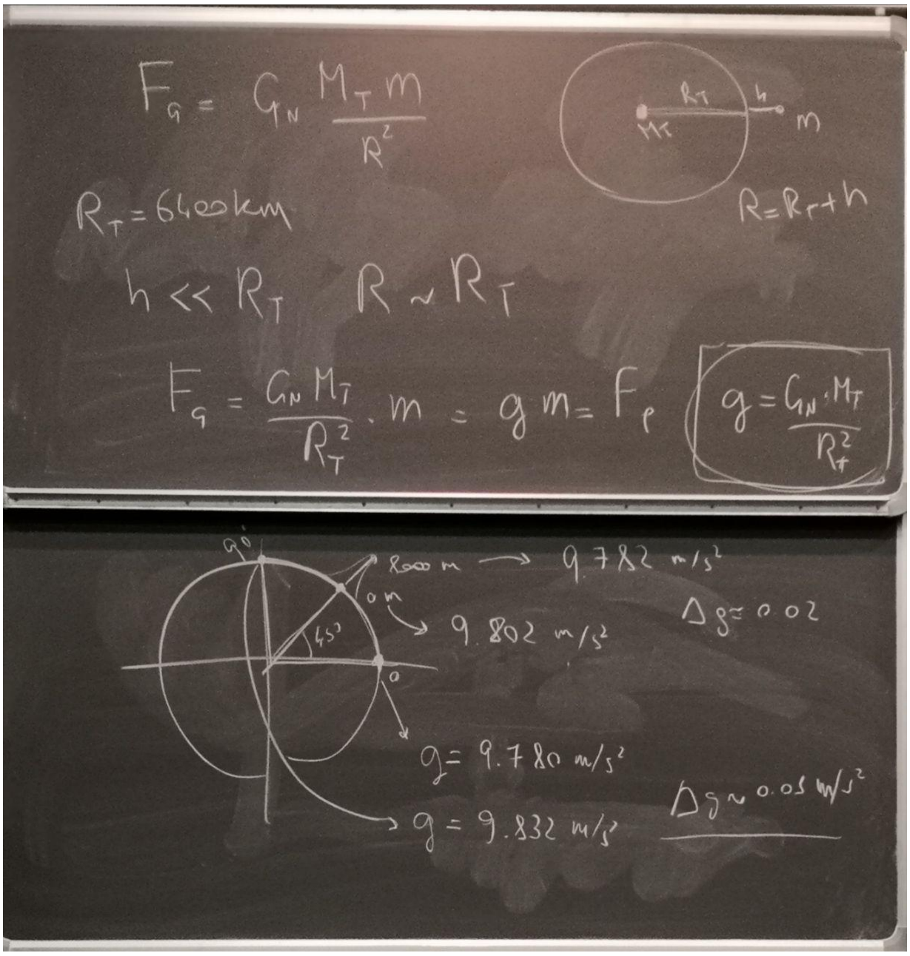
Letteralmente $\frac{Massa}{Volume}$ Se la densità della terra è a simmetria sferica (cioè dipende dalla posizione della sfera), allora è corretto dire $g = 9,8\frac{m}{s^2}$. Ma sulla terra esistono mari e montagne, chiaramente la forza g può cambiare se uno si trova in un determinato posto.

Inoltre La terra non è una sfera perfetta, è un geoide (Una sfera schiacciata, un pallone dopo che ti ci sei seduto sopra)

Esempio: Passando dall'equatore al polo, quant'è la differenza di accelerazione? Sappiamo che

- R = 6400km
- $\delta R = 21km$
- $\frac{\delta g}{g} \sim -2\frac{2\delta R}{R} = -2 \cdot \frac{21km}{6400km} \rightarrow \delta g \sim -0.06\frac{m}{s^2}$

Altro esempio:



Se un punto materiale si muove lungo una circonferenza, deve per forza esserci una forza che lo muove. Un'accelerazione centripeta ($\frac{V^{2k}}{R}$). Prendo una massa m, la attacco ad una molla, quando è in equilibrio deduco che la forza che applica la molla è uguale alla mossa che attrae la massa verso il basso. La forza che si oppone alla molla la interpreto come forza peso, e la considero come $F_P = mg_P = \kappa x$. Se questo corpo sta fermo si deduce che $\Sigma F = 0 \rightarrow a = 0$, supponendo$F_G = mg_P$ allora $F_G > F_P$, per cui $F_{apparente} - mg_P = m \cdot a_{Centripeta}$. Ragioniamola più in termini pratici:

$$m \cdot \omega^2 R_T = G_N \cdot \frac{M_T \cdot m}{R_T^2} - mg_P$$

In cui:

$$w^2 R_T = g - g_P \quad e \quad g_P = g - \omega^2 R_T$$

Cosa si deduce? Il nostro punto materiale di massa m, siccome si trova su una circonferenza e si muove con una velocità non trascurabile, allora è sottoposto ad una forza centripeta

Spoiler: Io francamente non ci ho capito molto, nel senso, non ho trovato una vera utilità per tutto sto casino, forse è solo un ripasso di formule, boh.

Capitolo 8

Le forze conservative

Sono le forze per cui il lavoro risulti indipendente dal percorso. Tutto ciò che conta è solo punto iniziale e finale

$$\Delta U_{AB} = -L_{AB}$$

Ad esempio la forza peso è conservativa, conpie un lavoro che dipende dalla quota iniziale e finale $L = \int_{y_1}^{y_2} m \cdot g \ \ dy$, pertanto $\Delta U = -L = mgh$ e per piccoli spostamenti sulla Terra possiamo anche dire che g sia costante. Come avevamo già visto, $L = \int_A^B \overrightarrow{F}(distanza) \cdot d\overrightarrow{s}$

In pratica: Se hai un lavoro nullo prodotto da una forza su un corpo lungo un cammino chiuso, allora quella forza si dice **Conservativa**.

Mi spiego peggio: Prendi una palla da tennis, vai in mezzo ad un prato e lanciala verso l'alto. Bene, la palla parte da un punto A e arriva fino ad un punto B, beeene. (Ora, fate finta di avere una precisione buona)La palla ad un certo punto raggiunge il suo apice, (B), poi ripercorre a ritroso la strada e torna in posizione A. **Il lavoro** che produciamo noi per farla andare da A a B, ed il lavoro della forza peso per far tornare la palla da B ad A sono identici.

E quindi? Sei in un percorso chiuso in cui posizione iniziale e finale coincidono, ergo lavoro = 0. Perciò la forza conservativa è quella che se il lavoro compiuto da essa su un corpo che percorre un cammino lungo, è uguale a 0.

Perchè ci serve? Perchè in pratica permette di classificare le forze dal punto di vista dell'energia. Ci serve più nello specifico per capire meglio l'energia potenziale

8.1 Cammino percorso

Siccome si considera una forza conservativa, e si sa che il lavoro sia nullo, allora:

$$L_{AB} + L_{BA} = 0$$

A questo punto riprendendo la definizione di lavoro generale, si può dire che:

$$\overbrace{\int_A^B \overrightarrow{F} \cdot d\overrightarrow{s}}^{Percorso1} = -\overbrace{\int_B^A \overrightarrow{F} \cdot d\overrightarrow{s}}^{Percorso2}$$

Perciò il lavoro di una forza conservativa da A a B è lo stesso a prescindere dal percorso che si sceglie per andare da A a B. Quindi si hanno queste due importanti proprietà:

- Lavoro nulla su un percorso chiuso:

$$\oint_{\gamma} \overrightarrow{F} \cdot d\overrightarrow{s} = 0$$

- Indipendenza del lavoro dal cammino percorso:

$$\overbrace{\int_{A}^{B} \overrightarrow{F} \cdot d\overrightarrow{s}}^{Percorso1} = -\overbrace{\int_{B}^{A} \overrightarrow{F} \cdot d\overrightarrow{s}^{Percorso2}}$$