

Richiamo

$$\vec{r}' = \vec{r} + \vec{OO}'$$

$$\vec{v} = \vec{v}' + \vec{u}$$

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d\vec{v}'}{dt} = \vec{a}' \quad \left(\frac{du}{dt} = 0 \right)$$

Lezione 3

DINAMICA

NOTA $dt = dt'$ ← TEMPO ASSOLUTO: intervallo di tempo indep. dall'osservatore

Si occupa del moto dei corpi a partire

FORZE applicate ad essi.

Per modificare lo stato di un moto (fermare, mettere in movimento, accelerare, decelerare) bisogna intervenire con una azione dall'esterno. → modificare $\vec{v}$

⇒ 1° PRINCIPIO DELLA DINAMICA
(Principio di inerzia)

nozione primordiale: - sporto mescolate
- vento, acque
→ forze dell'esterno
EFFETTI STAT./DIN.

Un corpo non soggetto ad interazione con l'esterno o soggetto ad interazioni che si annullano vicendevolmente conserva indefinitamente il proprio stato di quiete o di moto rettilineo uniforme (non varia $\vec{v}$)

QUIETE $\equiv$ Velocità costante (combinamento di $\vec{v}$)

Non è intuitivo: A causa dell'attrito non ci sono moti che mostrino "naturalmente" queste caratteristiche

- Visione aristotelica: $\vec{v}$ STATO NATURALE = QUIETE
È necessaria un'azione esterna (FORZA) per mantenere un corpo in movimento (non aveva codificato l'attrito)

- Visione Newton-Galileo: Attrito = forza (opposta allo spostamento)

DOMANDA ARISTOTELE: COSA MANTIENE IN MOTO UN CORPO?
DOMANDA CORRETTA: COSA FA FERMARE "UN CORPO"?

Principio di inerzia e identità di stati quiete e moto
rettilineo unif. legati all'invarianza din. per os. notozz.
(leggi di Galileo)

Validità del 1° principio

La scelta di un sistema di riferimento
deve essere specificata:

1. Le ~~leggi~~^{grandezze} cinematiche sono definite
rispetto ad un sistema di riferimento

[Dunque oss cost per un osservatore
può non valer per un altro osservatore]

MA TRASP. DI GALILEO: $\vec{v} = \vec{v}' + \vec{u} \Rightarrow \frac{d\vec{u}}{dt} = 0$ e $\vec{v} = \text{cost} \Rightarrow \vec{v}' = \text{cost}$

2. Non tutti gli osservatori riconoscono

Se ce n'è uno
ce ne sono
infiniti

il 1° principio - Si dicono INERTIALI
gli osservatori per i quali vale il
principio di inerzia $\Rightarrow \frac{d\vec{u}}{dt} = 0 \Rightarrow \vec{a} = 0$

→ Composizione velocità: $\vec{v} = \vec{v}' + \vec{u}$

Es. Un osservatore su una giostra vede
gli oggetti a terra, per non soggetti
a forze (trascuriamo l'azione gravitazionale
della terra e la reazione vincolare del suolo)
percorrere traiettorie complesse -

[L'osservatore sulla giostra non è inerziale
poiché subisce l'azione (centripeta) che
lo vincola al moto della giostra.]

Nella pratica
FAI SEMPRE { Un osservatore inerziale è privo di interazioni
con l'esterno. → Stelle fisse buona approx.

Secondo principio:

Cosa accade ad un oggetto non libero da interazioni con l'esterno? Come si muove?
quali caratt. del moto può legare all'azione

- x Caratteristiche dell'oggetto $\rightarrow$ massa
- x Caratteristiche dell'ambiente $\rightarrow$ Forza
- x Leggi che correlano le caratteristiche

L'azione dell'ambiente su un oggetto è descritta in termini di FORZA (grandezza fisica)

Una forza determina:

- Effetti dinamici $\rightarrow$ variazioni del moto (accelerazione)
- Effetti statici $\rightarrow$ deformazioni degli oggetti

Qs. effetti consentono di arrivare ad una definizione operativa della forza (grandezza misurabile), ma prima di procedere accettiamo un'idea qualitativa e studiamo le caratteristiche dell'effetto

LA MASSA

- x Oggetti diversi sottoposti all'azione della stessa forza (e non altro) subiscono accelerazioni differenti -
- x Modificando l'intensità della forza
(sperimentalmente) si osserva che il rapporto tra le accelerazioni subite da corpi diversi rispetto ad un corpo scelto come liferimento è indipendente della forza : $\left[\frac{a_0}{a_1} = \frac{a_0'}{a_1'} \right]$ per F e F' che agiscono su 1 e 0
- x Esiste dunque una proprietà dei corpi, che chiamiamo massa inerziale, che esprime l'inerzia dei corpi al movimento
- x Scegliendo come massa campione la massa m_0 ~~1 kg~~ definita dal campione di platino-iridio del Museo di Sèvres, possiamo definire la massa dei corpi tramite:

$$m_{\#} = m_0 \left(\frac{a_0}{a_{\#}} \right) \quad \text{DEF. OPERATIVA DI MASSA}$$

L'unità di misura nell'SI è 1 kg

Qs. rapporto è indep. dalla forza, dunque abbiamo

LA FORZA

Averlo chiarito il concetto di massa e data una sua definizione operativa, possiamo sfruttare gli effetti dinamici delle forze per definire un'unità di misura ed un metodo di misura (definizione operativa di grandezza fisica) —

~~Scegliamo l'unità di misura della forza~~

Diciamo forza unitaria (1 N nel S.I.) quella che determina un'accelerazione di 1 m/s^2 del corpo campione di massa 1 kg

Cioè :

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m/s}^2$$

$$[F] = [M][L][T^{-2}]$$

La scala delle forze è ~~definita~~ definita dal misura delle accelerazioni che imprimono sul corpo campione.

La forza è grandezza vettoriale — con direzione e verso determinati da quelli dell'accelerazione che imprime

Enunciato del II principio della dinamica

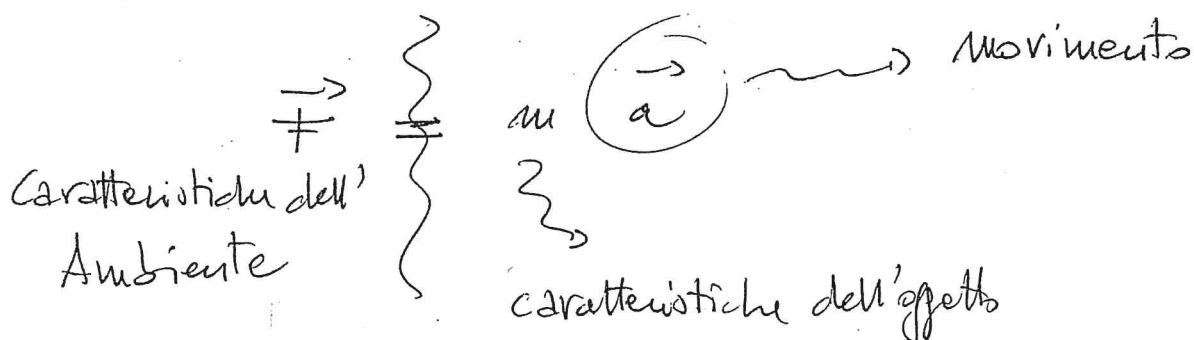
Sfruttando la definizione di massa di un corpo generico di massa m

$$m = m_0 \frac{a_0}{a_{\#}}$$

dalla definizione di forza $\vec{F} = m_0 \vec{a}_0$ e
dall'osservazione sperimentale che la stessa forza
 $\vec{F}$ determina un'accelerazione $\vec{a}$ su m
comprendiata nella definizione di massa, si
deduce la relazione generale

$$\boxed{\vec{F} = m \vec{a}}$$

Legge fondamentali della dinamica



→ Più in generale

$$\sum \vec{F} = m \vec{a}$$

1) Perché la legge di Newton sia utile e necessario conoscere l'espressione della forza
 $\vec{F} \rightarrow \text{moto}$

2) PAY ATTENTION TO FORCE $\rightarrow$ FIND IT
Programma di lavoro: studiare i moti terre
a conoscere le forze e caratterizzare l'ambiente
e definire le leggi di Forza

Oss. Nello studio della cinematica
abbiamo introdotto alcune osservabili
per aiutarci a caratterizzare il moto. ci
siamo fermati all'accelerazione. Perché?
L'interpretazione dinamica del moto (II
legge di Newton) ci dice che l'acce. è
la grandezza dinamicamente interessante
 $\rightarrow$ rivela la forza
 $\rightarrow$ rivela le proprietà dell'ambiente

Newton ha specificato alcune leggi di Forza
(gravitazione) e cercato di caratterizzare le
forze in generale, quando non se ne può
conoscere di più, con ~~un~~ il terzo
principio.

Leggi di forza

- 1) x Forza gravitazionale
caratt. ambiente : masse, distante
 - 2) x Forza elettromagnetica
: carica, distante, moto
 - 3) x Forza debole
 - 4) x Forza forte
- } su scala subatomica
resp. radioattività, coesione
nucleare

x Studio ~~medicinale~~ (meccanica Fenomeni macro-
scopici 1) e 2) . Gravitazione solo su
larga scala

+ LEGGI EMPIRICHE (manifestazioni macroscopiche
delle proprietà elettriche della materia atomica)

x Attrito (e forza viscosa)

x Forza elastica

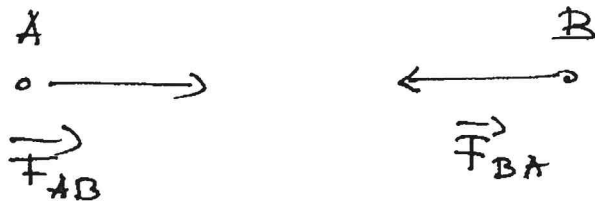
x Forze di contatto (tensione / forze normali)

—

Problema diretto moto $\rightarrow$ Forza
 inverso Forza $\rightarrow$ moto

Principio di azione e reazione III legge

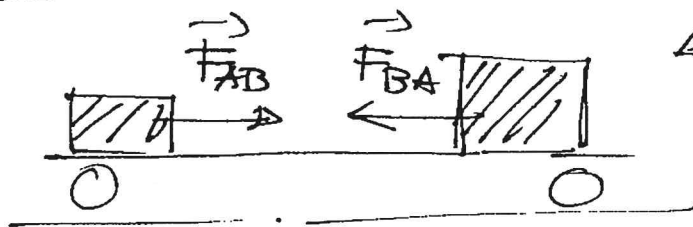
Consideriamo due corpi soggetti alla mutua interazione (A è "ambiente" di B e viceversa)



Principio Az. Reaz: $\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$

se non fosse vero si osserverebbero fenomeni contrari all'esperienza comune

Es.



Δ CARRELLO ISOLATO

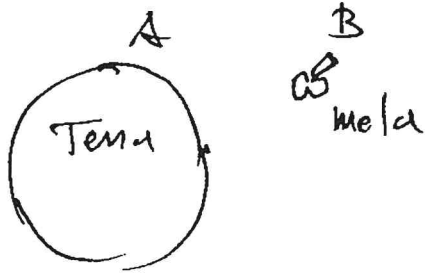
più di attito
(anche due corpi
vincolati nello
spazio)

Se $|\vec{F}_{AB}| \leq |\vec{F}_{BA}|$ la

risultante delle azioni reciproche sarebbe
non nulla. $\sum \vec{F}_{\text{sist.}} \neq 0$: il carrello si
potrebbe muovere di moto univ. accelerato
pur se isolato

- Utile nell'analisi di alcuni problemi e
nell'analisi cinematica di sistemi isolati
(conservazione della quantità di moto)
- ~~non~~

Alcuni esempi :



$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$$

Il moto della Terra e' $\vec{F} = M_T \vec{a}_T$
 e' $\vec{F} = M_W \vec{a}_W$

$$\vec{a}_T = \frac{M_W}{M_T} \vec{a}_W$$

$M_W \ll M_T \Rightarrow$ accelerazione della Terra
 non si nota

Caso analogo: sistema Terra - Sole

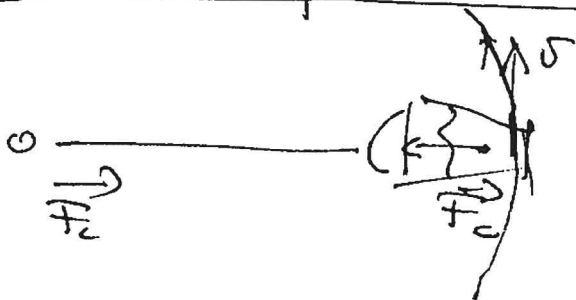
$$M_{Sole} \gg M_{Terra}$$

Disputa: moto ~~relativo~~ ha significato relativo
 $\rightarrow$ copernico o toloomeo?

R: $a_{Sole} \ll a_{Terra}$

* Sole e' un riferimento inerziale
 migliore della Terra

Forza centripeta e centrifuga

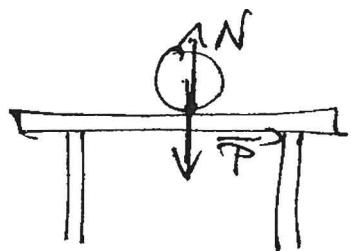


Forza centripeta sull'acqua
 nel secchio, reazione
 centrifuga sulla mano

L'oss. solidale con il secchio vede una forza
centrifuga apparente che schiaccia l'acqua in fondo
 al secchio

La forza normale è una forza di contatto che il piano esercita sulla ~~terra~~ biglia

Es. 4 Azione e reazione e forza di contatto. $\rightarrow$ Moto ~~notabile~~: immoto



$$\vec{P} = -\vec{N}$$

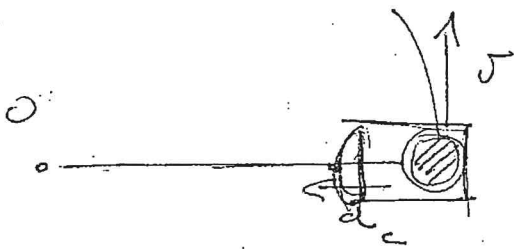
Biglia ferma, ma $\vec{N}$ non è una forza di reazione a $\vec{P}$

Infatti $\vec{N}$ e $\vec{P}$ agiscono sullo stesso corpo

La reazione a $\vec{P}$ è la forza che la palla esercita sulla terra, la reazione a $\vec{N}$ è una forza di contatto che la palla esercita sul tavolo

Le forze di contatto sono ~~legate~~ ^{collegate} alle forze di coesione elettrica tra gli atomi. Aumentando il peso della palla, aumenta la forza normale per bilanciare la spinta, fino al limite statico ove il tavolo si rompe, non potendo compensare lo sfondo.

ESEMPIO NOTEVOLE



in un secchio
Palla trattenuta
da una corda

$$\vec{F}_c = m \vec{a}_c \quad \text{azione}$$

Sul vincolo (mano) agisce una
forza centrifuga (reazione)

$$\vec{F} = - m \vec{a}_c$$

Non esiste una forza centrifuga sotto secchio
palla. Se si taglia il vincolo
~~la palla~~ scappano via tangenzialmente
con moto rettilineo uniforme

Serve per la sedimentazione

NOTA: UN OSSERVATORE SOLIDALE
CON ^{IL SECCHIO} ~~LA PALLA~~ NON E' INERZIALE
E VEDE UNA FORZA CENTRIFUGA
APPARENTE AGIRE SULLA PALLA
E TENERLA IN FONDO AL SECCHIO