

# questionario offline

Numero di partecipanti: 6

1

# Unità e vettori

### Grandezze fisiche

def : è definita solo dalle operazioni necessarie per misurarla

### Grandezze fondamentali

- Tempo misurato in s (Secondi)
- Lunghezza misurato in m (Metri)
- Massa misurata in kg (Kilogrammi)

### Cifre significative

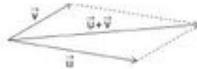
Per prodotti e quozienti si tiene in il più piccolo numero di cifre significative  
Per la somma e differenze si tiene il numero più basso di cifre decimali

### Scalari e vettori

Scalare : numero specificato da un numero e un unità  
Vettori : quantità definita da modulo e direzione (e verso)  
Il modulo si calcola facendo la radice della somma dei quadrati delle componenti.

### Somma vettoriale

-  $u + v = Ux + Vx, Uy + Vy, Uz + Vz$



### Prodotto con scalare

-  $a \times v = aVx, aVy, aVz$

### Versori

il versore è un vettore di modulo 1 (Vettore unità).

### Prodotto scalare

-  $v \times u = UxVx + UyVy + UzVz = \text{scalare}$   
-  $v \times u = V \times U \times \cos(a)$  (a : angolo compreso)



### Prodotto vettoriale

-  $|v \times u| = |V| \times |U| \times \sin(a)$   
Il prodotto vettoriale da come risultato un vettore ortogonale ad u e v. Per sapere la direzione (e il verso) devo usare la regola della mano destra.  
Il prodotto vettoriale non è commutativo.



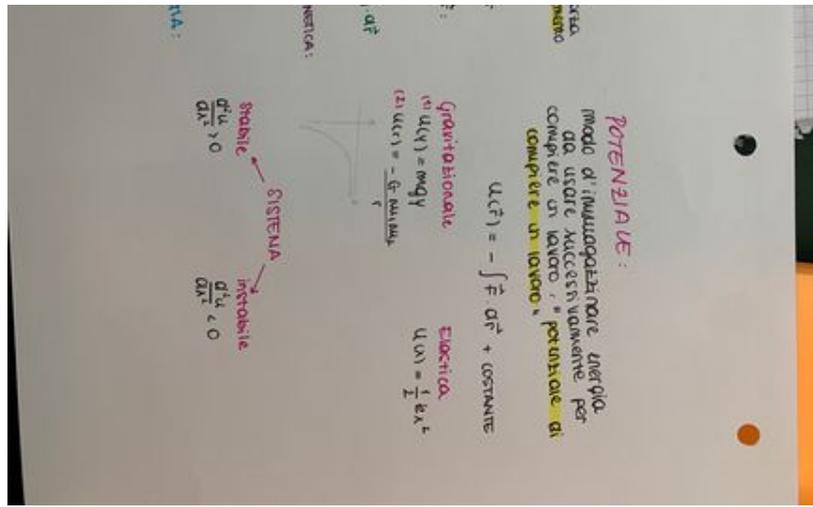
**CINETICA:**  
L'energia che un corpo possiede a causa del proprio movimento è sempre positiva.  
 $E = \frac{1}{2} m v^2$  (energia cinetica di un corpo materiale di massa m e velocità v)

**LAVORO:**  
LAVORO CORRENTE SUL SISTEMA "PROSPER" DI INTERO  
 $W = F \cdot \Delta x$   
 $W = \int F \cdot dx$   
 $W = \int F \cdot v \cdot dt$   
 $W = \int P \cdot dt$   
 $W = \int \tau \cdot d\theta$   
 $W = \int M \cdot d\alpha$   
 $W = \int \vec{F} \cdot d\vec{s}$   
 $W = \int \vec{F} \cdot \vec{v} \cdot dt$   
 $W = \int P \cdot dt$   
 $W = \int \tau \cdot d\theta$   
 $W = \int M \cdot d\alpha$

**CONSERVAZIONE DELL'ENERGIA**  
 $\Delta E = \Delta K + \Delta U = W$

**TERMINA LA LAVORO - ENER**  
 $\Delta K = W$

**L'ALTRA UNIFORMITÀ: ACCELERAZIONE**  
 $v^2 - v_0^2 = 2a \cdot (x - x_0)$   
 $\frac{1}{2} m v^2 - \frac{1}{2} m v_0^2 = m a (x - x_0)$   
 $\Rightarrow K - K_0 = F \cdot (x - x_0)$   
 $\Rightarrow \Delta K = F \cdot \Delta x$   
 $\Rightarrow \Delta E = W$  (LAVORO CORRENTE DA UNA FORZA ESTERNA)

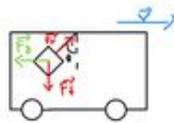


Gruppo E

Legge di Stokes		$\vec{F}_v = -b\vec{v}$ (densità bassa) $F_v = \frac{1}{2} \rho A C_d v^2$
Forza Centripeta ( $F_c$ )		$F_c = m \cdot \frac{v^2}{R} = m \cdot \omega^2 R$

PSEUDOFORZE	FORMULA
Coriolis	$\vec{F}_c = -2m\vec{\omega} \times \vec{v}$ ⚠ Prodotto vettoriale ( $\perp \omega \text{ e } v$ )

SISTEMI NON INERZIALI



È una forza apparente:  $\vec{F}_T + \vec{F}_t = m\vec{a}$   
 $F_g$  è apparente per via dell'accelerazione del sistema.



NON vale la 1ª legge di Newton

Gruppo A

-Una **grandezza fisica** è definita solo dalle operazioni necessarie per misurarla → Si esprimono in termini di un campione: **UNITA'**

- TEMPO
- LUNGHEZZA
- MASSA

-**Livello di incertezza**: cifre significative per indicare il livello di precisione

-Ordine di grandezza: Ritenere solo la potenza di 10 più vicina

→ calcolo veloce per una stima

**Vettori (RIASSUNTO)**

-Quantità con modulo  $|\vec{v}|$  e direzione ( $\hat{n}$ ,  $\theta$  in 2D)

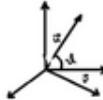
-Componenti lungo assi ortogonali  $\vec{v} = v_x \hat{i} + v_y \hat{j} + v_z \hat{k}$

-Somma:  $\vec{v} + \vec{u} = (v_x + u_x)\hat{i} + (v_y + u_y)\hat{j} + (v_z + u_z)\hat{k}$

Grafica: Testa-Coda

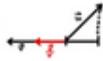


-**Prodotto scalare**:  $\vec{v} \cdot \vec{u} = u_x v_x + u_y v_y + u_z v_z = |\vec{u}| \cdot |\vec{v}| \cos \theta$



-**Proiezione**: prodotto scalare con vettore unità

Es:  $\vec{u} \cdot \left(\frac{\vec{v}}{|\vec{v}|}\right) =$  proiezione di  $\vec{u}$  su  $\vec{v} =$  componente di  $\vec{u}$  in direzione  $\vec{v}$



**CINETICA:**  
 L'energia, che un corpo possiede a causa del proprio movimento  
 (1)  $E = \frac{1}{2} m v^2$  (energia cinetica di un punto materiale)  
 ↳ è uno scalare  
 ↳ è sempre positivo.  
 (2)  $E = \frac{1}{2} \sum m_i v_i^2$  (energia cinetica di un sistema di punti materiali)  
 ↳ Nel moto uniformemente accelerato in 1D:  $v^2 - v_0^2 = 2a \cdot (x - x_0)$   
 ↳  $\frac{1}{2} m v^2 - \frac{1}{2} m v_0^2 = m a (x - x_0)$   
 $\Rightarrow E - E_0 = F (x - x_0)$   
 $\Rightarrow \Delta E = F \Delta x$   
 $\Rightarrow \Delta E = W$  (lavoro compiuto su un sistema da una forza esterna)

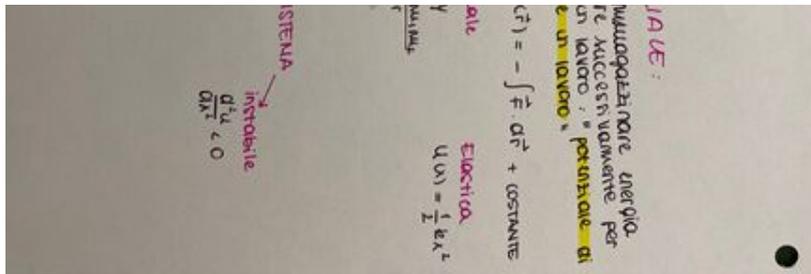
**LAVORO:**  
 lavoro compiuto sul corpo lungo una traiettoria esterna: "prodotto scalare di  $\vec{F}$  e  $d\vec{s}$ "  
 $W = \int \vec{F} \cdot d\vec{s}$   
 ↳  $\vec{F} \parallel d\vec{s}$ :  $W = F \cdot \Delta s$   
 ↳  $\vec{F} \perp d\vec{s}$ :  $W = 0$   
 ↳  $\vec{F}$  verso orario o  $\Delta s$ :  $W = -F \cdot \Delta s$   
 ↳  $W = \int_{x_0}^{x_1} F(x) dx$   
 ↳  $W = \int_{t_0}^{t_1} (F \cdot v) dt$   
 ↳  $W = \int_{x_0}^{x_1} (F \cdot \hat{t}) \cdot ds$

**POTENZA:**  
 (modo di) il cui uso comune è "compensare"  
 (1)  $U(x) = m g x$   
 (2)  $U(x) = -G \frac{m_1 m_2}{r}$

**TEOREMA LAVORO-EN. CINETICA:**  
 $\Delta E = W$

**CONSERVAZIONE DELL'ENERGIA:**  
 $\Delta E = \Delta K + \Delta U = W$

Stabile  $\frac{d^2U}{dx^2} > 0$



Gruppo E

2

# Cinematica

**RIASSUNTO CINEMATICA**

La cinematica è lo studio del moto dei corpi indipendentemente dalle cause, diversamente dalla dinamica che studia il movimento del corpo in relazione con le cause.

---

**VEETTORE POSIZIONE E SPOSTAMENTO**

$$\Delta \vec{r} = \vec{r}_j - \vec{r}_i$$

**MOTO CON ACCELERAZIONE COSTANTE**

$$v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)$$

**LEGGE ORARIA**

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

**CADUTA LIBERA**  
Accelerazione costante per tutti i corpi

$$\vec{a} = -g \vec{j} = -9,84 \text{ m/s}^2$$

$$\vec{v}_y = v_{0y} - g t$$

$$y = -\frac{1}{2} g t^2 + v_{0y} t + y_0$$

$$y_{max} = \frac{v_{0y}^2}{2g} + y_0$$

**GRAFICO VELOCITA' ED ACCELERAZIONE**

$$\langle v \rangle = \frac{r_j - r_i}{t_j - t_i} \quad \vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2}$$

**MOTO DEI PROIETTILI**

$$R = \frac{v_0^2 \sin(2\theta)}{g}$$

$$T_R = \frac{2 v_0 \sin(\theta)}{g}$$

**MOTO CIRCOLARE UNIFORME**

$$v = \frac{2\pi R}{T} = \omega R$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

$\langle \vec{a} \rangle = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta T} \quad a = \frac{v^2}{R}$  (Sempre perpendicolare al moto)

---

**MOTI RELATIVI**  
Sistema inerziale: Sistema in cui ha 1<sup>a</sup> legge della dinamica.

**Moti relativi**

$\vec{r}_{PA} = \vec{r}_{PB} + \vec{r}_{BA}$   
 $\vec{v}_{PA} = \vec{v}_{PB} + \vec{v}_{BA}$

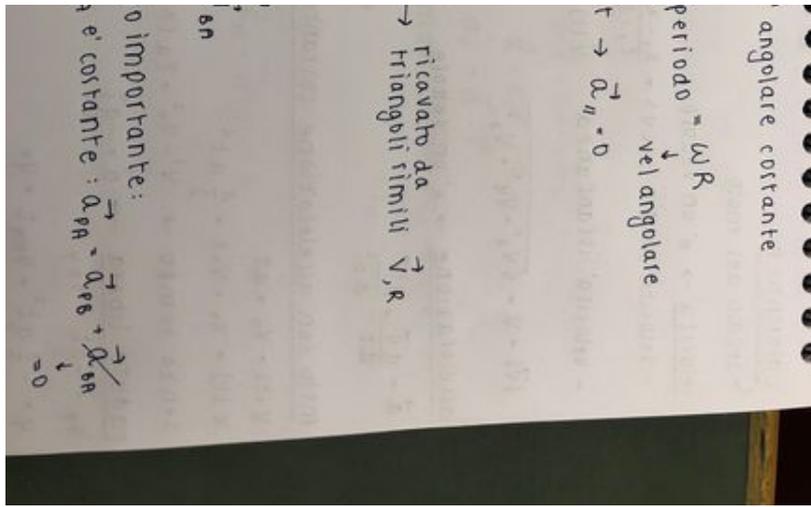
**Moto circolare uniforme** → velocità

$v = \frac{2\pi R}{T}$

$\vec{v}' = v - \cos$

acc media  $\langle \vec{a} \rangle = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$

accelerazione verso il centro  $a = \frac{v^2}{R}$



CINEMATICA

↳ studio del moto

Velocità  $\vec{v}$  è un vettore

- velocità media  $\langle v \rangle = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$
- velocità istantanea  $\vec{v}(t) = \frac{d\vec{r}}{dt}$

$|\vec{v}| = v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$

accelerazione  $\vec{a}$  è un vettore

$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2}$

moto con accelerazione costante

$v(t) = v_0 + at$

$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$

senza tempo  $\rightarrow v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)$

caduta libera  $\rightarrow \vec{a} = -g\hat{j}$

$v_y = -gt + v_{0y}$

$y = -\frac{1}{2}gt^2 + v_{0y}t + y_0$

$h_{max} = y_0 + \frac{v_{0y}^2}{2g}$

moto dei proiettili

$\rightarrow$  stesse formule

gittata:  $R = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g}$

max a  $45^\circ$

tempo di volo:  $t_R = \frac{2v_{0y}}{g}$

$\vec{v}$

Velocità  $\vec{v}$  sempre // alla curva  $\vec{r}(t)$

accelerazione  $\vec{a}$  può essere scomposta

- ↳ compon paralleli
- ↳ compon perpend.

3

## Principi della dinamica

**RIASSUNTO DINAMICA**

**LEGGI DELLA DINAMICA**

1<sup>a</sup> legge:  $\sum \vec{F}_i = 0 \Rightarrow a = 0$

2<sup>a</sup> legge:  $\sum \vec{F}_i = m \cdot a \Rightarrow$  Accelerazione proporzionale alla forza risultante

3<sup>a</sup> legge:  $\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA} \Rightarrow$  Azione e reazione

**FORZA PESO** **FORZA NORMALE**

$\vec{F}_p = -m \cdot \vec{g}$   $\vec{F}_N = -\vec{F}_T$

**FORZA TENSIONE** Sempre in relazione alla forza peso e all'angolo, è una forza di contatto perpendicolare alla superficie

 Forza esercitata da una fune o simili  
 $\vec{F}_T =$  sempre parallela alla fune

**ATTRITO**

Attrito statico: velocità relativa nulla  $\Rightarrow \vec{F}_s \leq \mu_s \vec{F}_N$

Attrito cinetico: moto relativo tra le superfici  $\Rightarrow \vec{F}_k = \mu_k \vec{F}_N$

Attrito dovuto da un fluido:  $\vec{F}_v = \frac{1}{2} \rho A C_d v^2$   
 $\rho$ : densità  
 $A$ : Superficie  
 $C_d$ : Coeff. (Drag)

**VELOCITA' LIMITE** **DINAMICA DEL MOTO CIRCOLARE**

$v = \sqrt{\frac{2mg}{\rho A C_d}}$   $a = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$   $\vec{F}_c = m \frac{v^2}{R}$

**PSEUDOFORZE**

Una pseudoforza è una forza apparente:

**FORZA CENTRIFUGA**  
 È opposta alla forza centripeta  $\vec{F}_{cf} = -m\vec{a}_c = -m\vec{\omega} \times (\vec{\omega} \times \vec{R})$

**FORZA DI CORIOLIS**  
 $\vec{a}_c = \vec{\omega} \times \vec{R}$   
 $\vec{a}' = \vec{\omega} \times \vec{v}' + \vec{\omega}' \times (\vec{\omega} \times \vec{R})$   
NON È ASSOCIATIVA

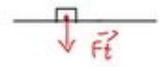
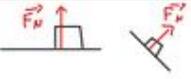
# DINAMICA

La dinamica è lo studio delle cause del movimento di un corpo.

### 3 LEGGI DI NEWTON

- 1) Principio d'inerzia:  $\sum \vec{F} = 0 \Rightarrow \vec{v} = 0$
- 2)  $\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}$
- 3)  $\vec{F}_A = -\vec{F}_B$  (AZIONE = REAZIONE CONTRARIA)

TIPO DI FORZA	DIAGRAMMA	FORMULA
---------------	-----------	---------

Forza peso ( $\vec{F}_t$ )		$\vec{F}_t = m\vec{g}$
Forza Normale ( $\vec{F}_N$ ) (perpendicolare al terreno)		$\vec{F}_N = -\vec{F}_{t1}$
Forza Tensione ( $\vec{F}_T$ ) (interna alla corda-fune...)		$\vec{F}_T = m \cdot \vec{a}$ (generale)
Forza Attrito • Statico ( $\vec{F}_s$ ) • Cinetico ( $\vec{F}_k$ )	 	$\mu_k$ (Coef. Attrito cinetico) $\vec{F}_k = \mu_k \cdot \vec{F}_N$ $\mu_s$ (Coef. Attrito dinamico) $\vec{F}_s \leq \mu_s \cdot \vec{F}_N$ $\Delta \mu_s \geq \mu_k$



costante di gravitazione universale  
 $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{s}^2 \cdot \text{kg}}$

sulla Terra:  
 $\vec{F}_T = - \left( \frac{G m_E}{R_E^2} \right) \cdot m \vec{r}$   
 $\downarrow$   
 $g$

2) CAMPO GRAVITAZIONALE:  $\vec{g}$   
 (campo additivo)

3) MASSA INERZIALE: Resistenza alla variazione di velocità  
 MASSA GRAVITAZIONALE: "carica" gravitazionale

4) LEGGI DI KEPLERO

I - \* orbite ellittiche  
 \* sole su un fuoco dell'ellisse

II - \* congiungente pianeta-sole spazza aree uguali in tempi uguali

III - \*  $T^2 = \frac{(2\pi)^3 d^3}{G m_{\text{sole}}}$      $T^2 \propto d^3$

$\vec{F}_x = -kx$   
 $W = \int_{x_i}^{x_f} -kx dx = -\frac{1}{2}k(x_f^2 - x_i^2)$   
 indipendente dal percorso

1) LAVORO COMPIUTO DALLA FORZA DI GRAVITA'  
 $W = \int_i^f \vec{F} \cdot d\vec{r} = mg(y_f - y_i)$   
 indipendente dal percorso

*argomenti più difficili*

- \* teorema lavoro-energia cinetica
- \* forze variabili
- \* terza legge di Keplero



5

# Lavoro - energia cinetica

### argomenti

- 1) legge di gravitazione universale
- 2) campo gravitazionale
- 3) massa inerziale e gravitazionale
- 4) leggi di Keplero
- 5) [energia cinetica]
- 6) teorema lavoro - K
- 7) lavoro + casi
- 8) lavoro compiuto da una forza variabile
- 9) " " " della forza di gravità
- 10) forze conservative e en. potenziale
- 11) potenza

### gravità

- 1) LEGGE DI GRAVITAZIONE UNIVERSALE  
 Spiega la caduta dei corpi e il movimento degli astri  

$$\vec{F}_{12} = -G \frac{m_1 m_2}{|\vec{r}_2 - \vec{r}_1|^2} \hat{r}_{12}$$

↑ versore della forza  
 ↑ I vettori posizione

 costante di gravitazione universale  
 $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{m^3}{s^2 \cdot kg}$ 

Sulla Terra:

$$\vec{F}_c = - \left( \frac{G m_E}{R_E^2} \right) \cdot m \vec{r}$$

$$\downarrow g$$
- 2) CAMPO GRAVITAZIONALE:  $\vec{g}$   
(campo additivo)
- 3) MASSA INERZIALE: Resistenza alla variazione di velocità  
 MASSA GRAVITAZIONALE: "carica" gravitazionale
- 4) LEGGI DI KEPLERO  
 I \* orbite ellittiche  
 \* sole su un fuoco dell'ellisse  
 II \* congiungente pianeta-sole spazza aree uguali in tempi uguali  
 III \*  $T^2 = \frac{(2\pi)^2 d^3}{G M_{sole}}$       $T^2 \propto d^3$

### energia

- 5) Energia cinetica  
 $K = \frac{1}{2} m v^2$       $[J] = \frac{1 \text{ kg} \cdot m^2}{s^2}$
- 6) TEOREMA LAVORO - ENERGIA CINETICA  
 $\Delta K = \vec{F} \cdot \Delta \vec{x}$       $W \leftarrow$  lavoro compiuto da una forza esterna  
 $W = \int_i^f (\vec{F} \cdot d\vec{r}) = \Delta K$
- 7) LAVORO  
 \*  $\vec{F} \parallel \Delta \vec{r} \rightarrow W = F \Delta r$   
 \*  $\vec{F} \perp \Delta \vec{r} \rightarrow W = 0$   
 \*  $\vec{F}$  verso opposto ad  $\vec{r} \rightarrow W = -F \Delta r$   
 $W_{tot} = (\sum \vec{F}) \Delta \vec{r}$
- 8) LAVORO COMPIUTO DA UNA FORZA VARIABILE  
 Legge di Hooke (forza dirichiamo di una molla)  
 $F_x = -kx$   
 $W = \int_{x_i}^{x_f} -kx dx = -\frac{1}{2} k (x_f^2 - x_i^2)$   
 indipendente dal percorso
- 9) LAVORO COMPIUTO DALLA FORZA DI GRAVITÀ  
 $W = \int_i^f \vec{F} \cdot d\vec{r} = mg(y_f - y_i)$   
 indipendente dal percorso

### argomenti più difficili

- \* teorema lavoro-energia cinetica
- \* forze variabili
- \* terza legge di Keplero

Gruppo E

6

# Conservazione dell'energia

## Energia

**INETICA:**  
 Energia che un corpo possiede  
 causa del proprio **momento**  
 $= \frac{1}{2} m v^2$  (energia cinetica di un punto materiale)  
 è uno scalare  
 è sempre positiva  
 $= \frac{1}{2} \sum m_i v_i^2$  (energia cinetica di un insieme di punti materiali)  
 Moto uniformemente accelerato  
 (D:  $v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)$ )  
 ↓ moltipli candò per  $\frac{1}{2}m$   
 $\frac{1}{2} m v^2 - \frac{1}{2} m v_0^2 = m a (x - x_0)$   
 $\Rightarrow K - K_0 = F(x - x_0)$   
 $\Rightarrow \Delta K = F \Delta x$   
 $\Rightarrow \Delta K = W$  (LAVORO COMPIUTO SU UN SISTEMA DA UNA FORZA ESTERNA)

**LAVORO:**  
 lavoro compiuto sul sistema da una forza ESTERNA: "trasferimento di energia"  
 $W = \vec{F} \cdot \Delta \vec{r}$   
 ↳  $\vec{F} \parallel \Delta \vec{r} : W = F \cdot \Delta r$   
 ↳  $\vec{F} \perp \Delta \vec{r} : W = 0$   
 ↳  $\vec{F}$  verso opposto a  $\Delta \vec{r} : W = -F \cdot \Delta r$   
 $\Delta J = \log \frac{m^2}{x^2}$   
 ↳  $W_{TOT} = \int_1^2 (\sum \vec{F}) \cdot d\vec{r}$   
**TEOREMA LAVORO - EN. CINETICA:**  
 $\Delta K = W$

**POTENZIALE:**  
 modo d'immagazzinare energia da usare successivamente per compiere un lavoro: "potenziale di compiere un lavoro"  
 $U(\vec{r}) = - \int \vec{F} \cdot d\vec{r} + \text{COSTANTE}$

**Gravitazionale**  
 (1)  $U(y) = mgy$   
 (2)  $U(r) = -\frac{G M_1 M_2}{r}$

**Elastica**  
 $U(x) = \frac{1}{2} kx^2$

**SISTEMA**

Stabile  $\frac{d^2 u}{dx^2} > 0$       instabile  $\frac{d^2 u}{dx^2} < 0$

**CONSERVAZIONE DELL'ENERGIA:**  
 $\Delta E = \Delta K + \Delta U = W$

Gruppo E

Energia potenziale gravitazionale

$U(r) = -G \frac{m_a m_b}{r}$

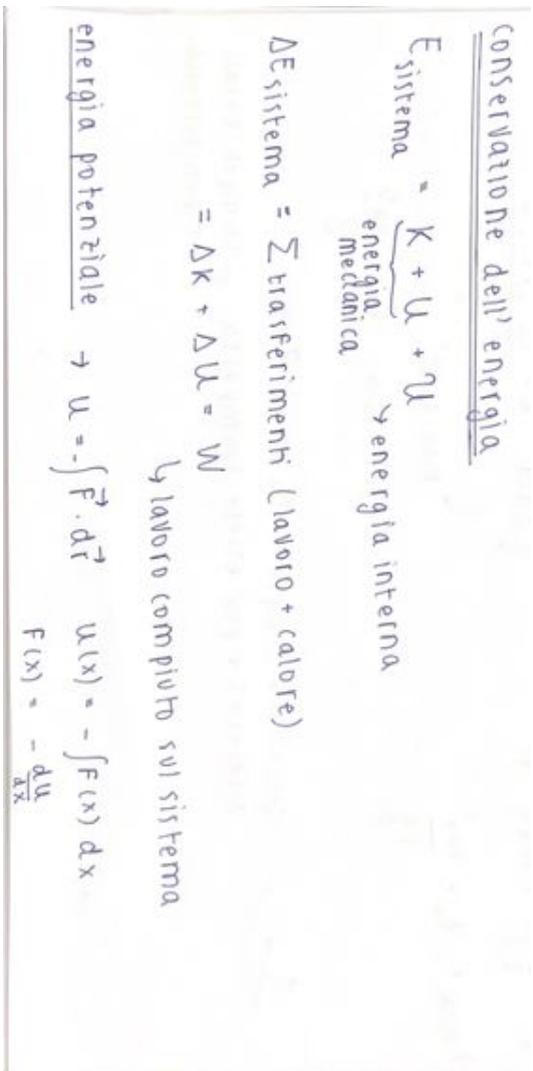
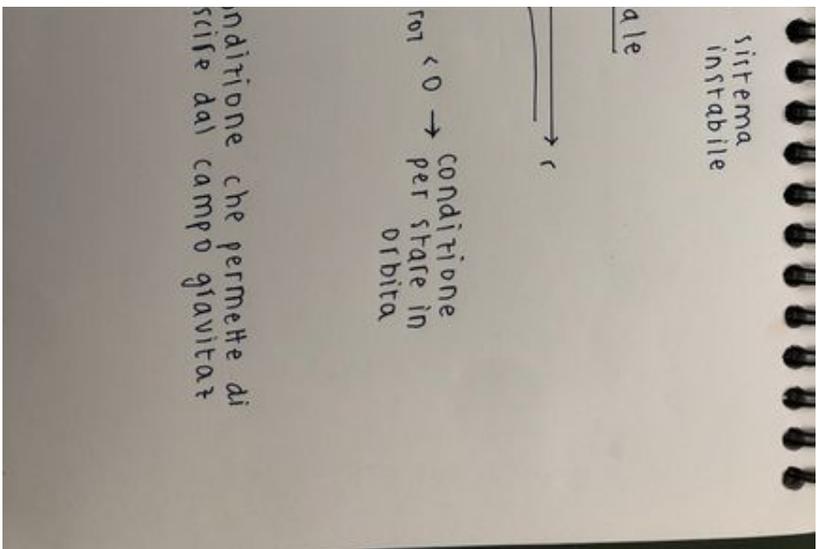
Energia cinetica      Energia potenziale

$E_{TOT} = \frac{1}{2} m v^2 - G \frac{m_a m_b}{r}$

Velocità di fuga →  $E = 0$

$v_{fuga} = \sqrt{\frac{2 G m_b}{r}}$

$\frac{d^2 u}{dx^2} > 0$  sistema stabile  
 $\frac{d^2 u}{dx^2} < 0$  sistema instabile



Gruppo E



