

Insegnare con... Pensa con la fisica 2^a edizione

Relatori:

Franco Bocci

Giovanna Malegori

Giuseppe Milanesi

INSEGNARE

Matematica e Fisica

Scuola Secondaria di 2° Grado

Il moto circolare: dal materiale povero all'Intelligenza Artificiale

Relatori:

Franco Bocci

Giovanna Malegori

Giuseppe Milanesi

INSEGNARE

Matematica e Fisica

Scuola Secondaria di 2° Grado

Pensa con la fisica - seconda edizione



Continuità

- ① Corso per i licei umanistici
- ② (Per i licei scientifici «Sistema fisica»)
- ③ Per gli istituti tecnici: «Pensa con la fisica»
- ④ Legame con la «Scuola vissuta»
- ⑤ Abbiamo riversato tutta la nostra esperienza

Continuità

DEFINIZIONE: QUANTITÀ DI MOTO

La **quantità di moto** $\vec{p}$ di un corpo di massa m che si muove con velocità $\vec{v}$ è il vettore:

$$\text{quantità di moto} \rightarrow \vec{p} = m\vec{v}$$

velocità
massa

Comprendi la definizione

- Nel SI l'unità di misura della quantità di moto è il kg m/s. Questa unità di misura non ha un nome specifico.
- La quantità di moto è una grandezza fisica vettoriale con la stessa direzione e lo stesso verso della velocità del corpo, perché la massa è positiva.
- Il modulo della quantità di moto è direttamente proporzionale al modulo della velocità e alla massa del corpo.
- Se un **corpo è fermo** ($v = 0$), la sua **quantità di moto è nulla** ($p = m \cdot 0 = 0$).
- Anche l'energia cinetica dipende dalla massa e dalla velocità, ma **quantità di moto** ed **energia cinetica** non vanno confuse: infatti, la prima è una **grandezza vettoriale**, mentre la seconda è una **grandezza scalare**; inoltre, hanno unità di misura diverse.

Applica la definizione

Considera un pallone di 450 g lanciato a 40 km/h e un'automobile di 970 kg che viaggia a 10 km/h. Quale dei due corpi ha una quantità di moto maggiore?

Nel caso del pallone $m_p = 450 \text{ g} = 0,45 \text{ kg}$ e $v_p = 40 \text{ km/h} = 11 \text{ m/s}$, da cui:

$$p_p = m_p \cdot v_p = 0,450 \text{ kg} \cdot 11 \text{ m/s} = 5,0 \text{ kg m/s}$$

Nel caso dell'auto $v_a = 10 \text{ km/h} = 2,8 \text{ m/s}$, da cui si ottiene:

$$p_a = m_a \cdot v_a = 970 \text{ kg} \cdot 2,8 \text{ m/s} = 2700 \text{ kg m/s}$$

PROVA TU Calcola la massa di un'auto che viaggia a 40 km/h e ha una quantità di moto pari a 9900 kg m/s.

[1000 kg]

- **Teoria:** comprendi/applica la legge/definizione/ formula

Continuità

● Esercizi: Fissa i concetti – Pensa con la Fisica – Risolvi

FISSA I CONCETTI

26 Tra le seguenti unità di misura, quale può essere usata per l'accelerazione?

- ☐ A $\text{N} \cdot \text{m}$ ☐ D N/kg
☐ B N/m ☐ E Nessuna delle precedenti
☐ C N/m^2

(Olimpiadi della Fisica, 1° livello)

27 A una massa di 50 decagrammi viene applicata una forza di 30 newton. Quale accelerazione subisce la massa?

- ☐ A $7,5 \text{ m/s}^2$ ☐ D 30 m/s^2
☐ B 15 m/s^2 ☐ E 60 m/s^2
☐ C $0,6 \text{ m/s}^2$

(Architettura)

28 Una forza risultante $\vec{F}$ applicata a un carrello di massa m produce un'accelerazione $\vec{a}$. Raddoppiando la forza si ottiene un'accelerazione pari a:

- ☐ A $\vec{a}$ ☐ B $\vec{a}/2$ ☐ C $2\vec{a}$ ☐ D $4\vec{a}$

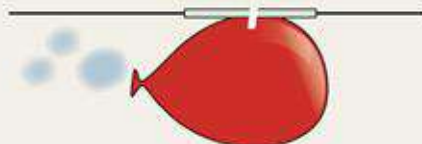
29 L'accelerazione di un corpo sottoposto a una forza $\vec{F}$ costante è sempre:

- ☐ A Parallela alla velocità
☐ B Ortogonale alla forza applicata
☐ C Ortogonale alla velocità
☐ D Parallela alla forza
☐ E Direttamente proporzionale alla massa del corpo

(Biotecnologie)

PENSA CON LA FISICA

74 **SPERIMENTA** Per capire come funzionano i motori a reazione incolla un pezzetto di cannuccia a un palloncino gonfio con del nastro adesivo. Mentre trattieni l'aria chiudendolo con le dita, fai passare nella cannuccia un filo teso, che servirà da guida e poi lascia andare l'aria. Spiega che cosa sta succedendo e rappresenta le forze che agiscono sul palloncino.



75 **CHI HA RAGIONE?** Un cavallo trascina una carrozza su una strada piana.

- ☐ Marco: "La carrozza non può muoversi, perché, per il terzo principio, la carrozza esercita sul cavallo una forza all'indietro opposta alla forza che il cavallo applica alla carrozza e quindi la risultante delle forze è nulla."
☐ Vittorio: "Ti sbagli, quando studi il moto di un corpo devi considerare le forze che subisce, non quelle che esercita."

RISOLVI

Oscillazioni armoniche

138 Una molla con attaccato un pupazzo di 320 g è appesa al soffitto e oscilla con un periodo di 0,60 s. Calcola la costante elastica della molla. [35 N/m]

139 Una mosca si appoggia su una membrana elastica che inizia a vibrare compiendo oscillazioni armoniche con una frequenza di 12 Hz. Quanto tempo impiega la membrana a compiere 30 oscillazioni complete? Immagina di descrivere il sistema come un oggetto di 65 g appeso a una molla: che costante elastica avrebbe questa molla? [2,5 s; 370 N/m]

140 A 240-g block at the end of a spring vibrates with a frequency of 2.5 Hz. What is the frequency when an additional 80-g mass is added to the block? [2.2 Hz]

141 Considera una sfera di massa 58 g appesa a una molla di costante elastica 96 N/m che oscilla. Di quanto deve diminuire, in percentuale, la massa della sfera per aumentare la frequenza dell'oscillazione del 15%? [24%]

Continuità

Da Aristotele a Galileo

La concezione aristotelica del moto

Gli storici della scienza concordano nel ritenere che la Fisica moderna sia nata con Galileo Galilei. Prima di allora, la descrizione fisica del mondo era fortemente debitrice del pensiero greco, in particolare dell'opera di Aristotele (IV sec. a.C.). Secondo la fisica aristotelica tutti gli oggetti sono composti da quattro elementi: Terra, Acqua, Aria e Fuoco.

Ogni elemento ha un suo **luogo naturale** dove rimane in quiete e a cui tende a ritornare se ne viene allontanato. Più in basso di tutti c'è la Terra, sopra l'Acqua, poi l'Aria e infine il Fuoco. Per questo, le fiamme, che sono composte prevalentemente da Fuoco, in aria tendono a salire, mentre una pietra, che è composta prevalentemente da Terra, tende a scendere se posta in aria o in acqua.

Il moto di un oggetto che tende a ritornare al suo luogo naturale è un **moto naturale**, che **non ha bisogno di forze**. Gli altri tipi di moto vengono definiti da Aristotele **moti violenti**. Per esempio, un carro che si muove su una strada non sta tornando al suo luogo naturale e perciò si muove di moto violento. Questo tipo di moto **richiede una forza**: il carro deve essere trainato da un cavallo, altrimenti non si muove. Quando la forza cessa, il corpo si ferma, cioè torna nel suo stato naturale di quiete.

La concezione aristotelica del moto descrive in modo qualitativo molte esperienze della vita quotidiana e per questo la sua validità non verrà messa in discussione per circa duemila anni.

Gli esperimenti sul moto lungo un piano inclinato

Galileo non aveva a disposizione strumenti di misura adeguati a prendere misure su moti rapidi come quello di un corpo in caduta libera. L'idea di Galileo è quindi quella di studiare moti più "lenti", come il moto di una sfera lungo un piano inclinato, e considerare il moto di caduta libera come il moto ottenuto aumentando sempre di più la pendenza del piano.

Con questi esperimenti Galileo scopre che la velocità del corpo aumenta in modo proporzionale al **tempo**. Dunque, in termini moderni il moto lungo un piano inclinato è **uniformemente accelerato** e l'accelerazione è definita come il rapporto $\Delta v / \Delta t$.

L'opera di Galileo

Galileo Galilei (1564-1642) si discosta dalla tradizione aristotelica sotto almeno due aspetti.

Il primo è l'utilizzo della **matematica** come strumento fondamentale dell'indagine per dare una descrizione, non solo qualitativa, ma anche quantitativa della dinamica dei corpi. Egli sostiene nel suo trattato il Saggiatore che l'universo «è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi, ed altre figure geometriche».

Il secondo è che Galileo capisce che non è sufficiente **osservare** la natura, ma bisogna **interrogarla**, facendo degli **esperimenti** in cui ricercare **relazioni matematiche** tra le grandezze.



1 Spunti di storia della fisica

Continuità

Verso l'università

- 1 A una massa di 50 decagrammi viene applicata una forza di 30 Newton. Quale accelerazione subisce la massa?

☐ A 7,5 m/s² ☐ D 30 m/s²
☐ B 15 m/s² ☐ E 60 m/s²
☐ C 0,6 m/s²

(Architettura)

- 2 Sulle altalene una mamma applica la stessa forza di spinta a una bambina di 13 kg e a un bambino di 26 kg. L'accelerazione impressa a ognuno di essi è:

☐ A inversamente proporzionale alla massa
☐ B proporzionale al quadrato della massa
☐ C indipendente dalla massa
☐ D la medesima
☐ E proporzionale alla massa

(Professioni Sanitarie)

- 3 Due blocchi di massa $m_1 = 2$ kg e $m_2 = 3$ kg, collegati da una fune, giacciono su un piano orizzontale privo di attrito. Se una forza di 10 N viene applicata orizzontalmente all'oggetto di massa minore in modo da trascinare le due masse, qual è l'intensità, in newton, della tensione della fune?

☐ A 5 ☐ B 10 ☐ C 6 ☐ D 4 ☐ E 2

(Architettura)

Preparati...

... all'interrogazione

- 1 Parla della seconda legge della dinamica e illustra il concetto di massa inerziale.
- 2 Fai alcuni esempi di moti oscillatori e illustra le grandezze fisiche che vengono usate per descriverli.
- 3 Dai una definizione di sistema inerziale e di sistema non inerziale e fornisci alcuni esempi per entrambi i tipi. Descrivi analogie e differenze tra le forze reali e quelle apparenti.

... alla verifica

- 1 Un libro appoggiato sul banco viene spinto con la mano e acquista una velocità di 1,8 m/s. Terminata la spinta, il libro scivola per 35 cm prima di fermarsi per effetto della forza d'attrito. Che accelerazione ha il libro nella fase in cui rallenta? Quanto vale il coefficiente di attrito dinamico tra il libro e il banco? [1,8 m/s²; 0,20]
- 2 Un furgoncino carico, di massa 3500 kg, percorre una curva a velocità di modulo costante uguale a 9,0 m/s. La forza di attrito statico tra gli pneumatici e l'asfalto è 6900 N. Determina il raggio della curva. Che direzione e verso ha la forza d'attrito? [44 m]
- 3 Un corpo attaccato a una molla compie 12 oscillazioni al minuto. Determina il periodo dell'oscillazione per una molla di costante elastica doppia con appeso un corpo di massa pari alla metà. [2,5 s]
- 4 Una slitta con sopra una ragazza viene trascinata su un lago ghiacciato con una forza di 210 N che forma un angolo di 47,0° con l'orizzontale. Calcola l'accelerazione della slitta e l'intensità della forza normale sapendo che la massa complessiva della ragazza e della slitta è di 75,0 kg. Assumi che l'attrito sia trascurabile. [1,93 m/s²; 581 N]

2 Verso l'università

3 Preparati all'interrogazione / alla verifica

Novità

La conduzione del calore

129 ESERCIZIO FACILITATO

L'acqua sta bollendo in una teiera di alluminio, che alla base ha spessore $L = 3,50$ mm e diametro $D = 6,00$ cm. Assumendo che il fornello mantenga la base a temperatura $T_1 = 300$ °C, calcola quanto calore riceve l'acqua dal fornello attraverso la base in un minuto. [$2,10 \times 10^4$ J]



PROCEDIMENTO

- 1 Per trovare il calore $Q = F\Delta t = k \frac{A}{L} \Delta t$ dobbiamo conoscere l'area della pentola.
- 2 La base della pentola è circolare per cui $A = \pi R^2 = \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2$.
- 3 Per determinare ΔT ricorda che l'acqua bolle a 100 °C.

- 1 Esercizi aumentati e raggruppati a fine unità, suddivisi per lezione
- 2 Materiali di recupero (font BES) ed esercizi facilitati

Novità

IN LABORATORIO **OSIRIS**
STEM

L'espositore girevole

In questa esperienza studieremo come varia nel tempo la posizione angolare di un oggetto puntiforme in moto circolare uniforme e la relazione tra la velocità angolare e la velocità tangenziale usando un software di videoregistrazione, Tracker.

Che cosa ti serve?

- Un espositore girevole a tre velocità
- Uno smartphone dotato di fotocamera
- Righello, carta, perforatore per carta
- L'applicativo Tracker Video Analysis and Modeling Tool (<https://physlets.org/tracker/>) nella versione per computer (<https://www.compadre.org/physlets/tracker/track7305>) o nella versione online.

La strumentazione e le relative fotografie sono di gentile concessione del Liceo Giosuè Sagitta - Desenzano del Garda (GR).

Esegui l'esperimento e raccogli i dati

1. Ritaglia con il perforatore dei corlandoli di carta.
2. Appoggia sull'espositore il righello. Appoggia sull'espositore anche i corlandoli di carta posizionandoli al centro e lungo un raggio distanzati 2 cm l'uno dall'altro (Figura 1).
3. Posiziona lo smartphone in modo che si possa registrare dall'alto un video dell'espositore mentre ruota (Figura 2).



3 Attività AI

4 Laboratorio potenziato

Novità

Percorsi di fisica

Intelligenza artificiale

Energia: produzione, consumi e prospettive

Fisica subatomica

Fisica medica

Le stelle nella storia

Meccanica quantistica

5 Percorsi di fisica contemporanea
(interdisciplinari) in fondo al
volume **per la quinta**

Espositore girevole (*)

IN LABORATORIO

L'espositore girevole

In questa esperienza studieremo come varia nel tempo la posizione angolare di un oggetto puntiforme in moto circolare uniforme e la relazione tra la velocità angolare e la velocità tangenziale usando un software di videoscrittura, Tracker.

Che cosa ti serve?

- Un espositore girevole a tre velocità.
 - Uno smartphone dotato di fotocamera.
 - Righello, carta, perforazione per carta.
 - L'applicativo Tracker Video Analysis and Modeling Tool (<https://physlets.org/tracker/>) nella versione per computer (<https://www.compadre.org/physlets/tracker/>) o nella versione online.
- La strumentazione e le relative fotografie sono di gentile concessione del Liceo Girolamo Sagatta - Desenzano del Garda (BS).

Esegui l'esperimento e raccogli i dati

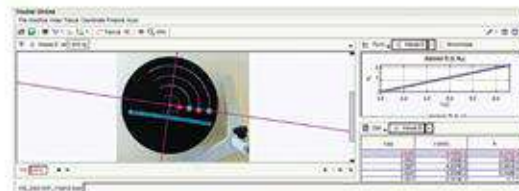
1. Ritaglia con il perforatore dei cartoncini di carta.
2. Appoggia sull'espositore il righello. Appoggia sull'espositore anche i cartoncini di carta posizionandoli al centro e lungo un raggio distanziati 2 cm l'uno dall'altro (Figura 1).
3. Posiziona lo smartphone in modo che si possa registrare dall'alto un video dell'espositore mentre ruota (Figura 2).



4. Accendi l'espositore e riprendi il moto con lo smartphone.
5. Esporta il video all'interno di Tracker ("File" → "Importa" → "Video").
6. Apri il menu "Sp" "Auto di calibrazione". Misura con il mouse la lunghezza nota del righello e scrivi il valore corrispondente nella casella "lunghezza isolata".
7. Seleziona l'icona . Traccia l'origine degli assi cartesiani ponendola sul cartoncino che si trova nel centro dell'espositore.
8. Riduci la traccia del cartoncino più vicino al centro dell'espositore selezionando l'icona "Punta di massa". Posiziona l'indicatore al centro del cartoncino di carta e premi consecutivamente i tasti (in ordine alfabetico). Premi più volte il pulsante "Cerca il prossimo" e rileva automaticamente la traccia per almeno un quarto di giro.
9. Usa il pulsante per visualizzare o nascondere la traiettoria e le etichette numeriche delle posizioni.
10. Clicca sull'etichetta dell'asse delle ordinate del primo grafico e seleziona θ (angolo di rotazione). Verifica che sia esplicita in radianti ("Modifica" → "Numeri" → "Unità"). Il grafico descrive "in diretta" la variazione nel tempo della posizione angolare θ (costante rispetto all'asse positivo dell'asse).
11. Apri il menu "Data" nella parte bassa a destra e spunta solo la velocità tangenziale e θ (angolo). Imposta come separatore decimale la virgola o il punto in base al separatore che usa il Foglio di calcolo ("Modifica" → "Numeri" → "Formattazione" → "Virgola" o "Punto").



12. Esporta con il comando "File" → "Esporta" → "File dati" i dati relativi alla massa A , cartelli e incollali su un foglio di calcolo.
13. Ripeti la procedura per gli altri cartoncini.



Analizza i dati

1. Posizione angolare. Per ciascuno dei quattro cartoncini, disegna con il foglio di calcolo un grafico mettendo in ascissa il tempo t e in ordinata θ . I punti dovrebbero disporre lungo una retta. Inserisci una linea di tendenza lineare. Visualizza sul grafico l'equazione e il coefficiente R^2 . L'equazione oraria è del tipo $\theta = \omega_0 t + \theta_0$, ω_0 è corrispondente a un moto circolare uniforme. θ_0 è la posizione angolare iniziale, ω_0 è la velocità angolare, che è costante.

Quanto più R^2 è vicino a 1, tanto più la relazione lineare è rispettata. Determina la velocità angolare di tutti i cartoncini; verifica che, entro l'incertezza sperimentale, hanno la stessa velocità angolare.

2. Velocità tangenziale. Calcola la media dei valori della velocità tangenziale v di ciascun punto e riporta i valori nella tabella; con r indicano la distanza del punto dal centro di rotazione, ossia il raggio della traiettoria.

	Punto A	Punto B	Punto C	Punto D
r (cm)				
v (cm/s)				

Costruisci un grafico con in ascissa r e in ordinata v : che tipo di relazione riconosci? Inserisci l'opportuna linea di tendenza.

3. La costante di proporzionalità è la velocità angolare. Verifica che il valore appena trovato sia uguale, entro l'incertezza sperimentale, a quello trovato al punto 1.
 4. Calcola il periodo e la frequenza della rotazione.
- $T = \dots$ $f = \dots$
- Confronta i valori misurati con quelli dichiarati dal costruttore.

Osservazioni

Puoi chiedere ai tuoi compagni di svolgere la misura per le altre due velocità dell'espositore. Rappresenta in un unico grafico la relazione tra la velocità tangenziale e il raggio della traiettoria per le tre velocità dell'espositore. Quale delle tre ha la pendenza maggiore? Perché?



(*) Bocci, Malegori, Milanesi -
Pensa con la Fisica -
ed. Petrin

Il problema

Moto circolare: fondamentale ma **difficoltoso**

- Concetti che non fanno parte del vissuto
- Strumenti matematici non banali

Sviluppo delle **competenze digitali**

- Quadro delle Competenze Digitali per i Cittadini
- DigComp 2.2
- Uso consapevole delle nuove tecnologie



Il moto circolare: un percorso sperimentale dal materiale povero all'intelligenza artificiale

Attività **sperimentale**

- Materiale povero
- Smartphone
- Applicativi di videoanalisi open-source

Attività con l'**Intelligenza Artificiale**

- Confronto critico con il chatbot
- Animazione con Python

Classe 2[^]-3[^] Liceo scientifico



<https://www.aif.it/premio-antonella-bastai-prat-2025>

Attività sperimentale

- Verifica delle leggi del **moto circolare**
- Misura del raggio della terra (radiante)
- Espositore girevole (velocità tangenziale)
- Trenino (legge oraria del moto uniforme)
- Vassoio girevole (legge oraria del moto accelerato)
- Accelerazione centripeta (Phyphox)

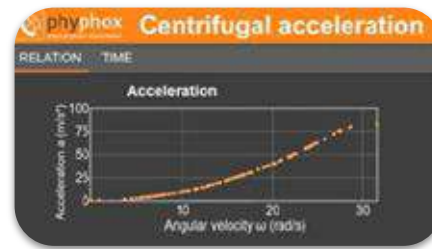
$$\vartheta = l/R$$

$$v = \omega r$$

$$\vartheta = \vartheta_0 + \omega_0 t$$

$$\vartheta = \vartheta_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2$$

$$a_c = \omega^2 r$$



Radiante: misura del raggio della Terra

- La misura di **Eratostene**: versione moderna (*)
- Opportunità del territorio: 1 km di lungolago su un **meridiano**

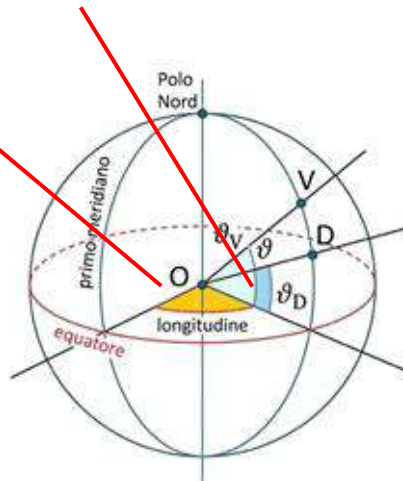


(*) AIF e Liceo Scientifico Galilei di Trento: La Fisica nel Biennio, Trento 27-30 agosto 2012

Radiante: misura del raggio della Terra

- La misura di **Eratostene**: versione moderna
- 1 km di lungolago su un **meridiano**

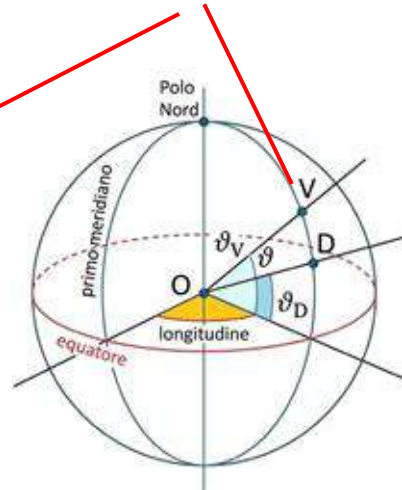
Google maps → longitudine α_D + latitudine ϑ_D Desenzanino



Radiante: misura del raggio della Terra

- La misura di **Eratostene**: versione moderna
- 1 km di lungolago su un **meridiano**

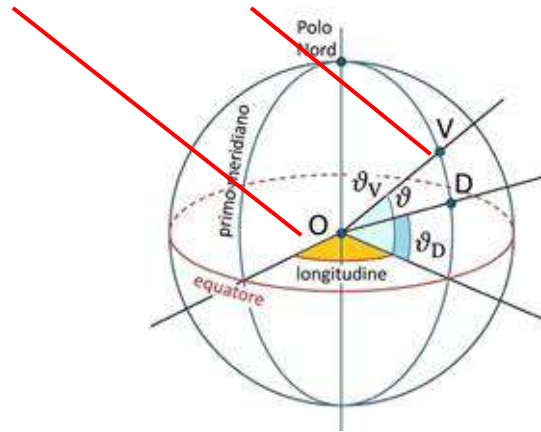
Odometro → distanza $d = DV = 843,9 \text{ m}$



Radiante: misura del raggio della Terra

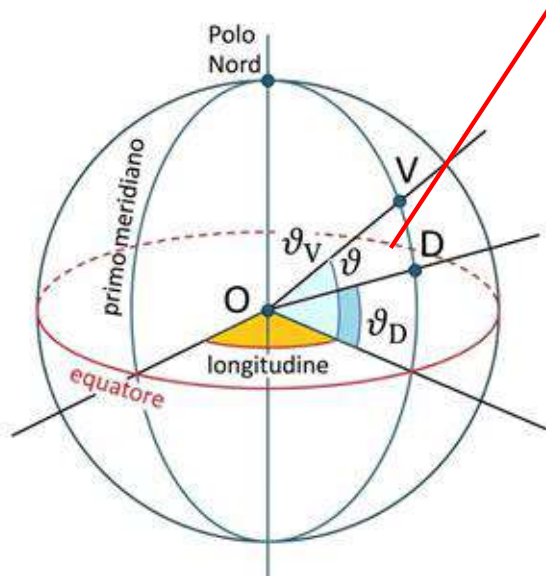
- La misura di **Eratostene**: versione moderna
- 1 km di lungolago su un **meridiano**

Google maps → longitudine α_V + latitudine ϑ_V Vo'



Radiante: misura del raggio della Terra

$$\widehat{DOV} = \vartheta = \vartheta_V - \vartheta_D$$

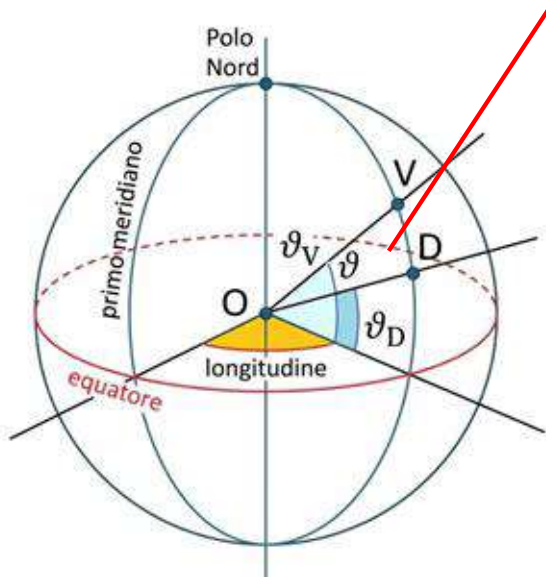


Definizione di **radiante**

$$\vartheta_{rad} = \frac{d}{R_T}$$

Radiante: misura del raggio della Terra

$$\widehat{DOV} = \vartheta = \vartheta_V - \vartheta_D$$



Definizione di radiante → **Raggio della Terra**

$$\vartheta_{rad} = \frac{d}{R_T}$$

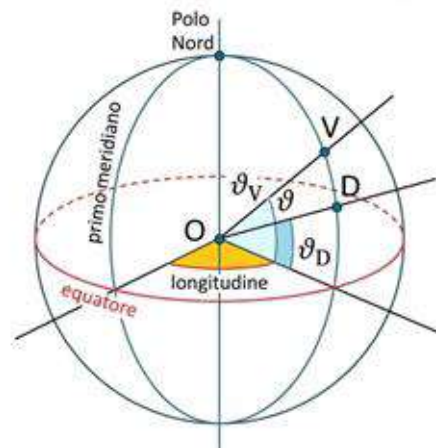
$$R_T = \frac{d}{\vartheta_{rad}}$$

Radiante: misura del raggio della Terra

	Spiaggia Desenzanino (punto D)		Punta del Vò (punto V)		Angolo $\widehat{DOV}$ $\vartheta = \vartheta_V - \vartheta_D$ (rad)	Raggio terrestre $R_T = \frac{d}{\vartheta}$ (km)
	Latitudine ϑ_D (°)	Longitudine α_D (°)	Latitudine ϑ_V (°)	Longitudine α_V (°)		
1	45,4771984	10,5384512	45,484638	10,538451	0,000129846	6499
2	45,4771980	10,538424	45,484601	10,5385	0,000129207	6531
3	45,4771448	10,538417	45,4846187	10,538405	0,000130444	6469
4	45,4771138	10,53853570	45,4846861	10,538477	0,000132162	6385
5	45,476885	10,53865	45,484688	10,538513	0,000136188	6197
6	45,4771439	10,5383902	45,4846767	10,538490	0,000131472	6419
7	45,477327	10,5687355	45,4846187	10,538405	0,000127268	6631
8	45,477230	10,53846	45,4847	10,53852	0,000130376	6473
9	45,477112	10,538493	45,484661	10,538437	0,000131755	6405
10	45,4770795	10,538472	45,484711	10,53822	0,000133195	6336
11	45,476863	10,538715	45,484587	10,538591	0,000134809	6260
12	45,477141	10,538715	45,4846816	10,5384542	0,000131603	6412
13	45,4772341	10,5383255	45,4847185	10,5383821	0,000130627	6460
14	45,4770	10,5385	45,4846	10,5385	0,000133397	6326
15	45,4771448	10,538417	45,484745	10,538447	0,000132642	6362
16	45,477162	10,538472	45,48468	10,53849	0,000131214	6431
17	45,4771448	10,538417	45,4846187	10,538405	0,000130444	6469

- Longitudine: ? lungo un meridiano

$$\varphi_V = \varphi_D \quad (\sim 0,0001^\circ)$$



Radiante: misura del raggio della Terra

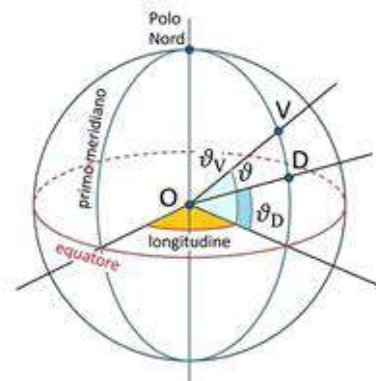
	Spiaggia Desenzanino (punto D)		Punta del Vò (punto V)		Angolo $\widehat{DOV}$ $\vartheta = \vartheta_V - \vartheta_D$ (rad)	Raggio terrestre $R_T = \frac{d}{\vartheta}$ (km)
	Latitudine ϑ_D (°)	Longitudine α_D (°)	Latitudine ϑ_V (°)	Longitudine α_V (°)		
1	45,4771984	10,5384512	45,484638	10,538451	0,000129846	6499
2	45,4771980	10,538424	45,484601	10,5385	0,000129207	6531
3	45,4771448	10,538417	45,4846187	10,538405	0,000130444	6469
4	45,4771138	10,53853570	45,4846861	10,538477	0,000132162	6385
5	45,476885	10,53865	45,484688	10,538513	0,000136188	6197
6	45,4771439	10,5383902	45,4846767	10,538490	0,000131472	6419
7	45,477327	10,5687355	45,4846187	10,538405	0,000127268	6631
8	45,477230	10,53846	45,4847	10,53852	0,000130376	6473
9	45,477112	10,538493	45,484661	10,538437	0,000131755	6405
10	45,4770795	10,538472	45,484711	10,53822	0,000133195	6336
11	45,476863	10,538715	45,484587	10,538591	0,000134809	6260
12	45,477141	10,538715	45,4846816	10,5384542	0,000131603	6412
13	45,4772341	10,5383255	45,4847185	10,5383821	0,000130627	6460
14	45,4770	10,5385	45,4846	10,5385	0,000133397	6326
15	45,4771448	10,538417	45,484745	10,538447	0,000132642	6362
16	45,477162	10,538472	45,48468	10,53849	0,000131214	6431
17	45,4771448	10,538417	45,4846187	10,538405	0,000130444	6469

$$d = 843,9 \text{ m}$$

→ Latitudine:

$$\vartheta_{rad} = \vartheta_V - \vartheta_D$$

$$\vartheta_{rad} \approx 0,00013^\circ$$



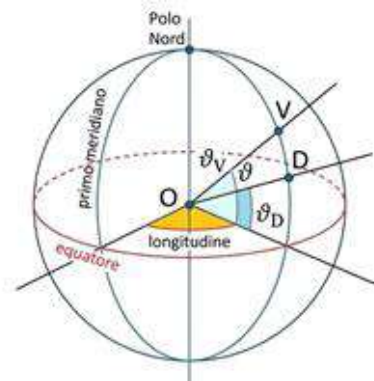
Radiante: misura del raggio della Terra

	Spiaggia Desenzanino (punto D)		Punta del Vò (punto V)		Angolo $\widehat{DOV}$ $\vartheta = \vartheta_V - \vartheta_D$ (rad)	Raggio terrestre $R_T = \frac{d}{\vartheta}$ (km)
	Latitudine ϑ_D (°)	Longitudine α_D (°)	Latitudine ϑ_V (°)	Longitudine α_V (°)		
1	45,4771984	10,5384512	45,484638	10,538451	0,000129846	6499
2	45,4771980	10,538424	45,484601	10,5385	0,000129207	6531
3	45,4771448	10,538417	45,4846187	10,538405	0,000130444	6469
4	45,4771138	10,53853570	45,4846861	10,538477	0,000132162	6385
5	45,476885	10,53865	45,484688	10,538513	0,000136188	6197
6	45,4771439	10,5383902	45,4846767	10,538490	0,000131472	6419
7	45,477327	10,5687355	45,4846187	10,538405	0,000127268	6631
8	45,477230	10,53846	45,4847	10,53852	0,000130376	6473
9	45,477112	10,538493	45,484661	10,538437	0,000131755	6405
10	45,4770795	10,538472	45,484711	10,53822	0,000133195	6336
11	45,476863	10,538715	45,484587	10,538591	0,000134809	6260
12	45,477141	10,538715	45,4846816	10,5384542	0,000131603	6412
13	45,4772341	10,5383255	45,4847185	10,5383821	0,000130627	6460
14	45,4770	10,5385	45,4846	10,5385	0,000133397	6326
15	45,4771448	10,538417	45,484745	10,538447	0,000132642	6362
16	45,477162	10,538472	45,48468	10,53849	0,000131214	6431
17	45,4771448	10,538417	45,4846187	10,538405	0,000130444	6469

$d = 843,9 \text{ m}$

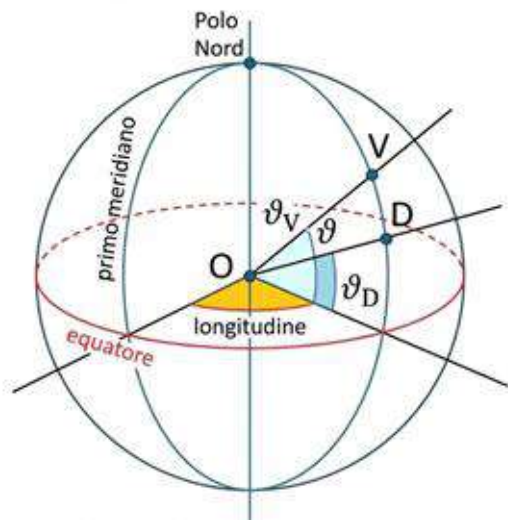
→ Raggio della terra:

$$R_T = \frac{d}{\vartheta_{rad}}$$



Radiante: misura del raggio della Terra

→ Raggio della Terra



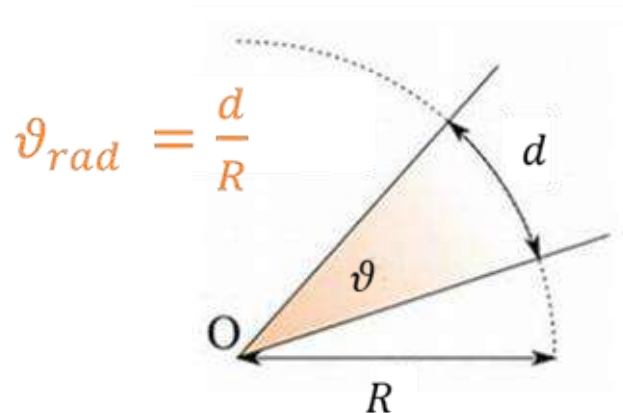
$$R_T = \frac{d}{\vartheta_{rad}}$$

$$R_T = (6400 \pm 200) \text{ km}$$

$$R_T = 6378 \text{ km}$$

Radiante: misura del raggio della Terra

- Soddisfazione
- Interdisciplinarietà
- Acquisizione del concetto di radiante
- Precisione di una misura
- Geolocalizzazione smartphone



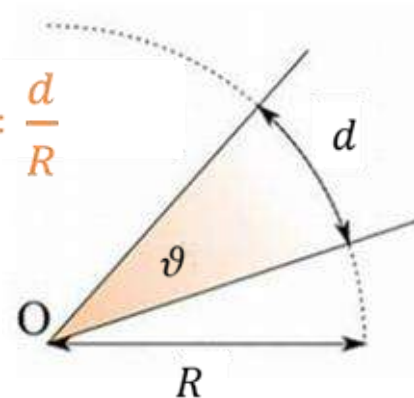
Radiante: misura del raggio della Terra

- Soddisfazione
- Interdisciplinarietà
- Acquisizione del concetto di radiante
- Precisione di una misura
- Geolocalizzazione smartphone

Smartphone?



$$\vartheta_{rad} = \frac{d}{R}$$



Espositore girevole (*)



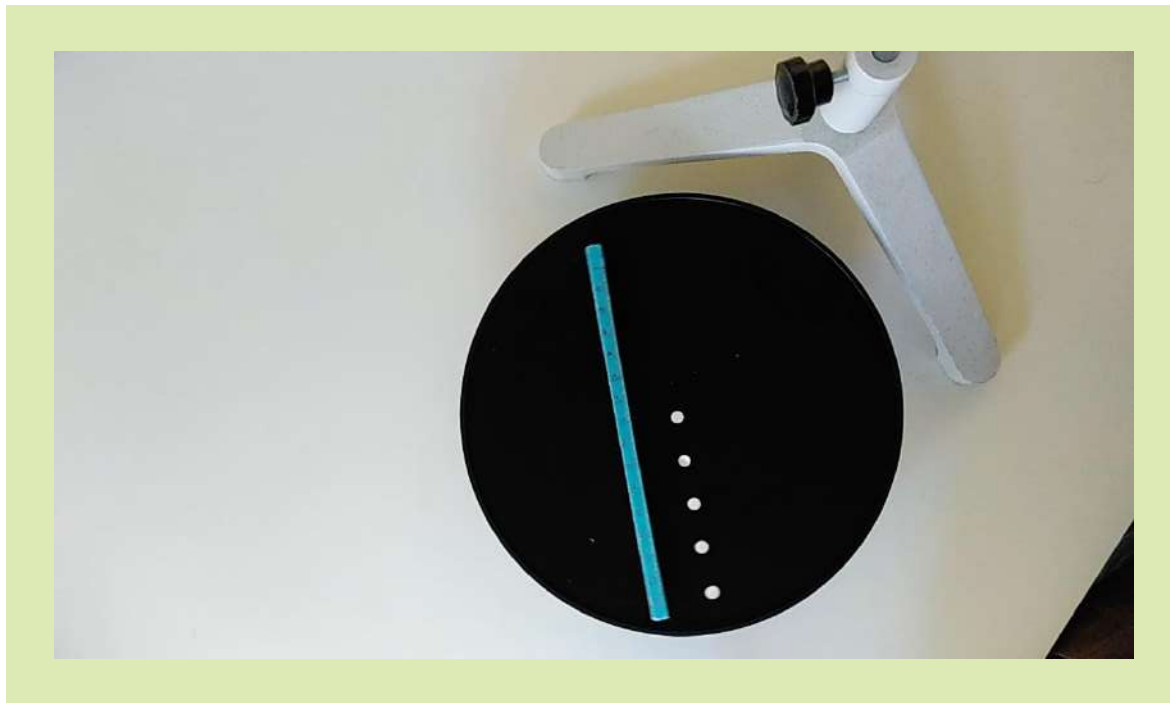
→ Materiale:

- Espositore girevole a tre velocità
- Videocamera (Smartphone, Ipad, ...)
- Righello
- Perforatore per carta



(*) Bocchi, Malegori, Milanese - *Pensa con la Fisica* - ed. Petrin

Video espositore girevole



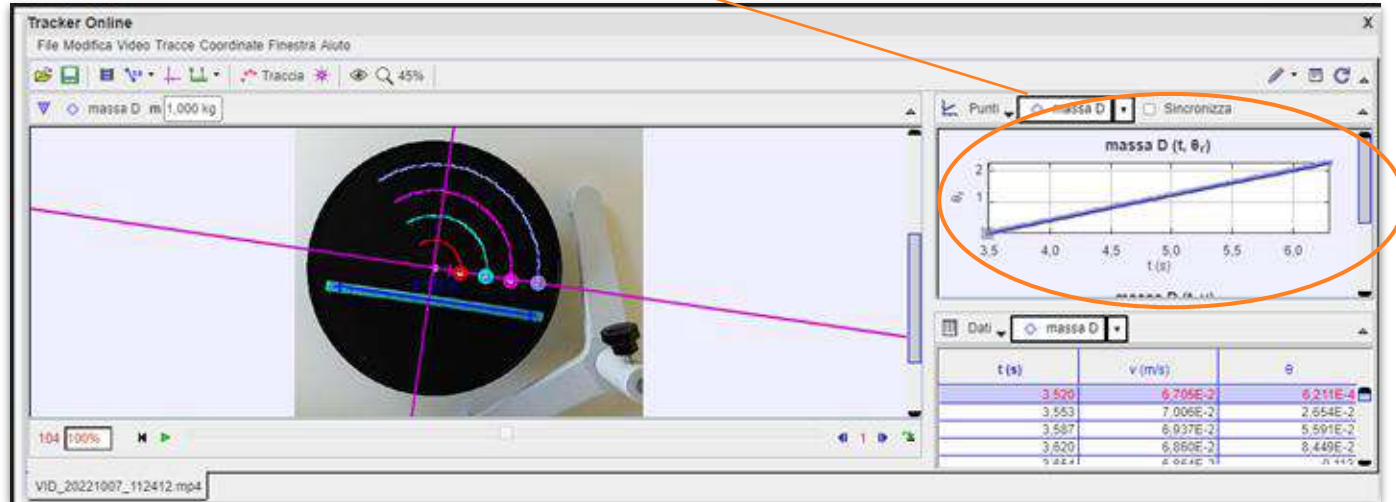
Espositore girevole (*)

→ Tracker Video Analysis and Modeling Tool

<https://physlets.org/tracker/>



- **Angolo** vs **tempo** in tempo reale



(*) Bocci, Malegori, Milanese - *Pensa con la Fisica* - ed. Petrini

Espositore girevole

→ Tracker Video Analysis and Modeling Tool

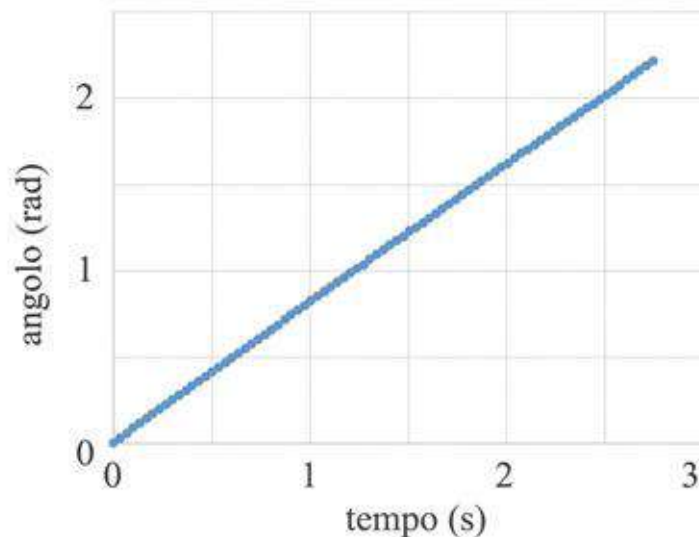
Angolo vs tempo in tempo (singolo coriandolo)

- Relazione lineare

Moto circolare uniforme

- Velocità angolare:

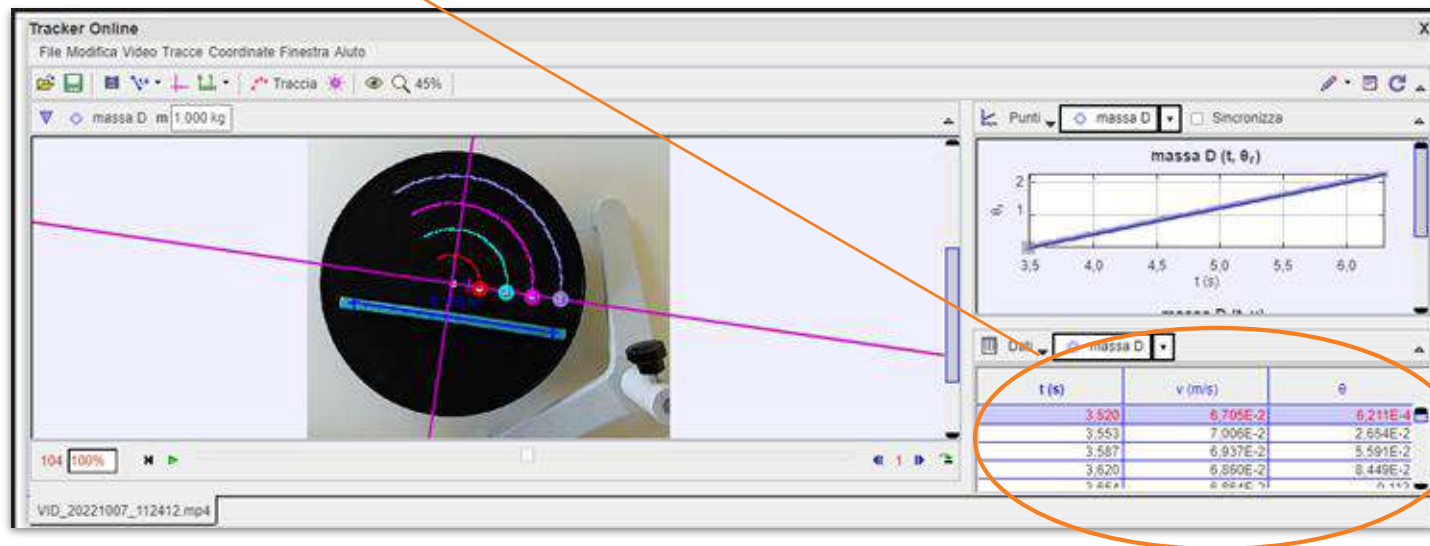
$$\omega = 0,81 \text{ rad/s}$$



Espositore girevole

→ Tracker Video Analysis and Modeling Tool

- **Velocità tangenziale** dei cinque coriandoli



Espositore girevole

→ Tracker Video Analysis and Modeling Tool

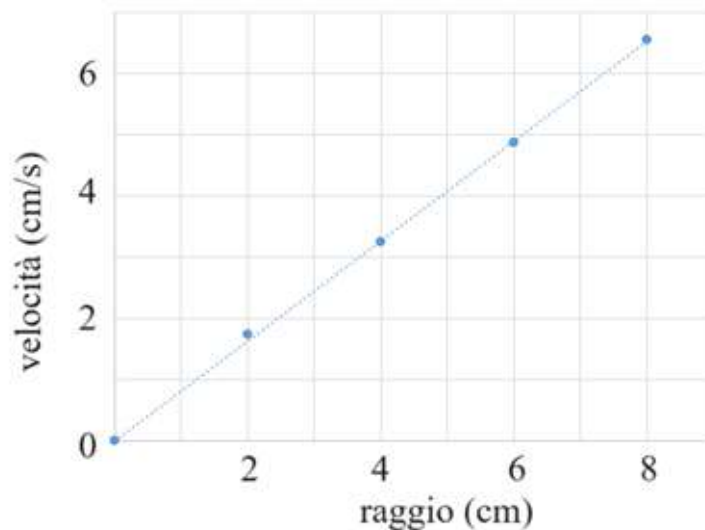
Velocità tangenziale vs raggio (cinque coriandoli)

- Proporzionalità

$$v = \omega r$$

- Velocità angolare:

$$\omega = 0,82 \text{ rad/s}$$



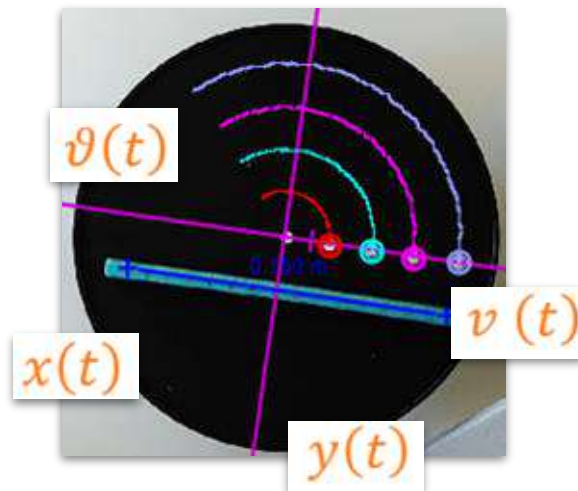
Espositore girevole

Tracker → analisi approfondita della cinematica

- Traiettoria
- Legge oraria $\Delta\theta = \omega \Delta t$
- Velocità tangenziale $v = \omega R$

Automaticamente → grandezze cinematiche

- $x(t)$ $y(t)$ $\vartheta(t)$ $v(t)$...
- ... forse **troppo** automaticamente?



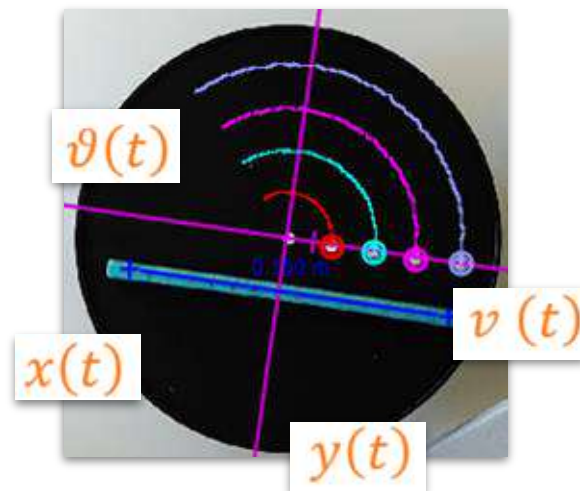
Espositore girevole

Tracker → analisi approfondita della cinematica

- Traiettoria
- Legge oraria $\Delta\theta = \omega \Delta t$
- Velocità tangenziale $v = \omega R$

Automaticamente → grandezze cinematiche

- $x(t)$ $y(t)$ $\vartheta(t)$ $v(t)$...
- ... forse **troppo** automaticamente?



Videoanalisi con Kinovea



Kinovea <https://www.kinovea.org>

- Software opensource per lo sport
- Meno funzioni ma più semplice
- Tracciatura **automatica** dell'angolo



Legge oraria del moto circolare

Visualizzazione dell'angolo

- Significato di **velocità angolare**
- Legge oraria $\vartheta = \vartheta(t)$

Trenino

- moto circolare uniforme
- velocità angolare **costante**



Legge oraria del moto circolare



Vassoio girevole

- moto circolare uniformemente accelerato
- velocità angolare **diminuisce**

Legge oraria del moto circolare



Raccolta e analisi dei dati

t (ms)	
0	-175,9
169	-162,7
405	-152,9
641	-143,0
...	



t (s)	
0	-3,070
0,169	-2,840
0,405	-2,669
0,641	-2,496
...	

Legge oraria del moto circolare

Trenino

- moto circolare uniforme
- grafico posizione angolare vs tempo: relazione lineare

$$\vartheta = \omega t + \vartheta_0$$

- velocità angolare costante

$$\omega = 0,72 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$



Legge oraria del moto circolare

Vassoio girevole

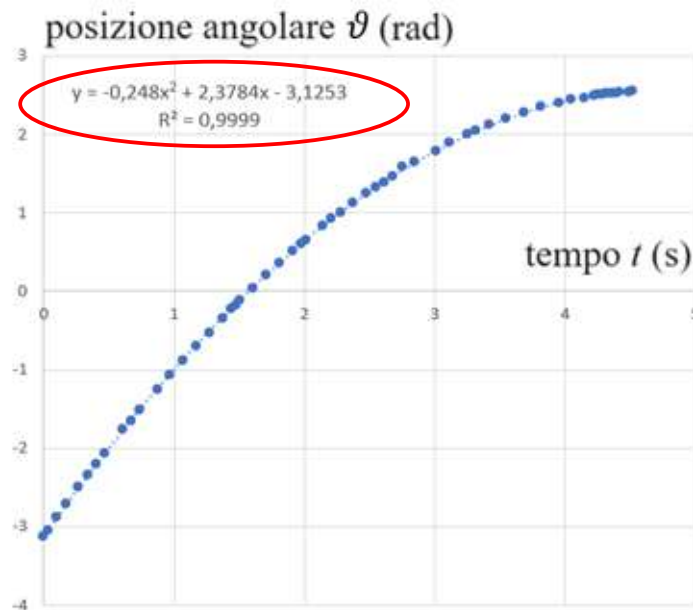
- moto circolare uniformemente accelerato
- grafico posizione angolare vs tempo: relazione quadratica

$$\vartheta = \vartheta_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2$$

- velocità angolare **diminuisce**
- accelerazione **angolare costante**

$$\alpha = -0,50 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$$

$$\omega_0 = 2,4 \text{ rad/s} \quad \vartheta_0 = -3,1 \text{ rad}$$



Moto circolare con Kinovea

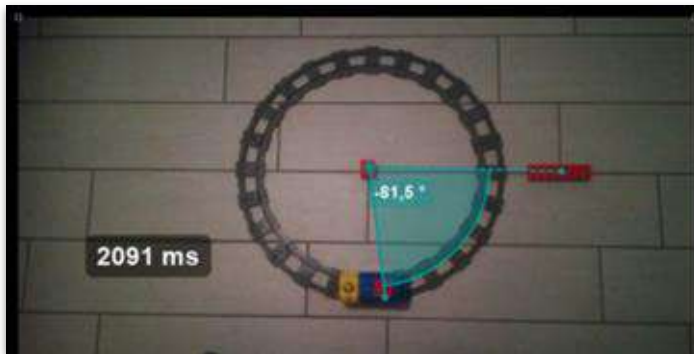
- Fissare i **concetti**
- Visualizzare le grandezze angolari
- Traiettoria – posizione vs tempo
- **Competenze** sperimentali
- Raccogliere dati
- Rappresentare e analizzare i dati



Confronto

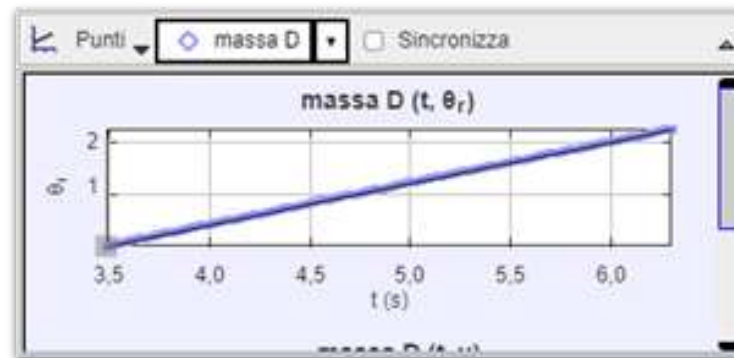
→ Kinovea

- Più semplice
- Visualizzare le grandezze angolari
- Competenze sperimentali



→ Tracker

- Costruzione dei grafici in diretta
- Più funzioni
- Analisi del moto più completa

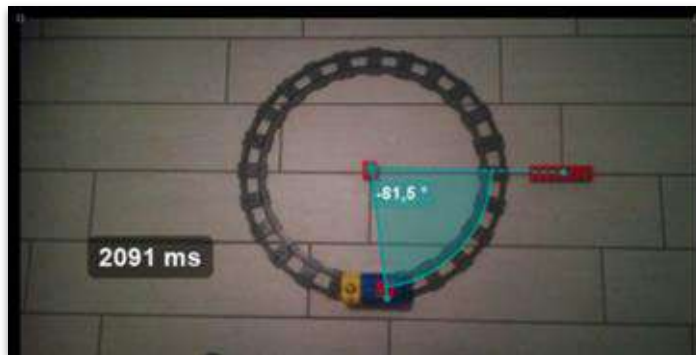


Quale scegliere?

Confronto

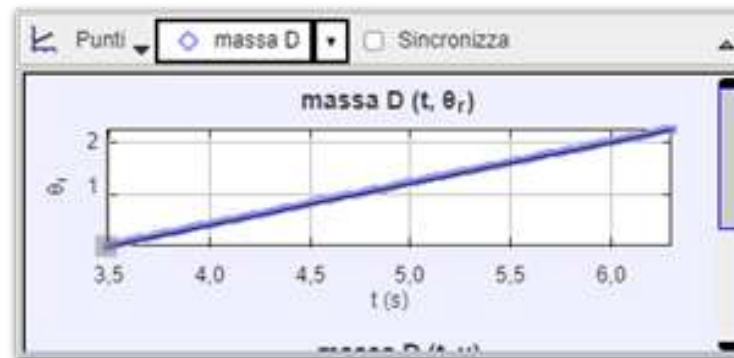
→ Kinovea

- Più semplice
- Visualizzare le grandezze angolari
- Competenze sperimentali



→ Tracker

- Costruzione dei grafici in diretta
- Più funzioni
- Analisi del moto più completa



Entrambi

Attività sperimentale

→ Verifica delle leggi del **moto circolare**

- Misura del raggio della terra (radiante)
- Espositore girevole (velocità tangenziale)
- Trenino (legge oraria del moto uniforme)
- Vassoio girevole (legge oraria del moto accelerato)
- **Accelerazione centripeta (Phyphox)**

$$\vartheta = l/R$$

$$v = \omega r$$

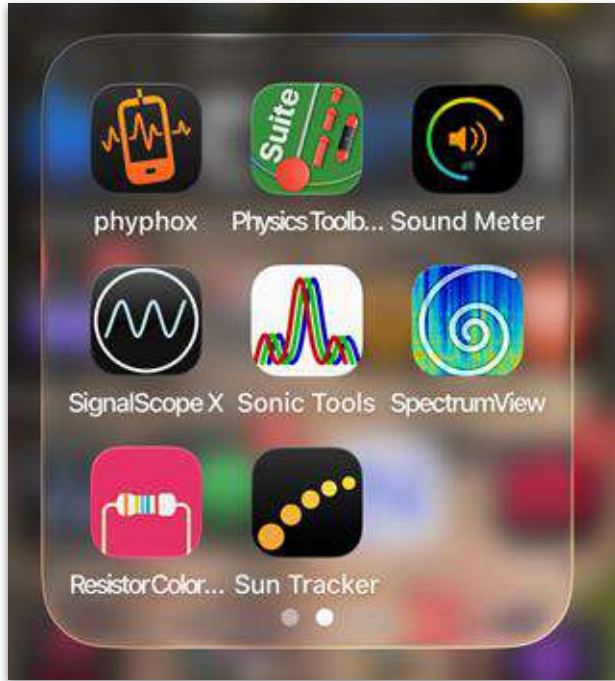
$$\vartheta = \vartheta_0 + \omega_0 t$$

$$\vartheta = \vartheta_0 + \omega_0 t - \frac{1}{2} \alpha t^2$$

$$a_c = \omega^2 r$$



Sensori su smartphone



- Molti sensori: bussola (magnetometro), accelerometro, giroscopio, sensore di luminosità, barometro, GPS
- Molteplici app

Phyphox



- Multisensore
- Alcuni esperimenti «ponti all'uso»

Phyphox

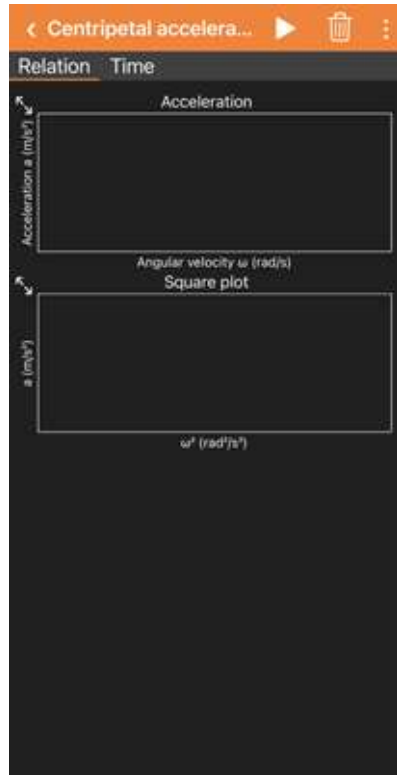
→ Vediamo qualche esempio

- Sensori live
- Connessione ad altro device



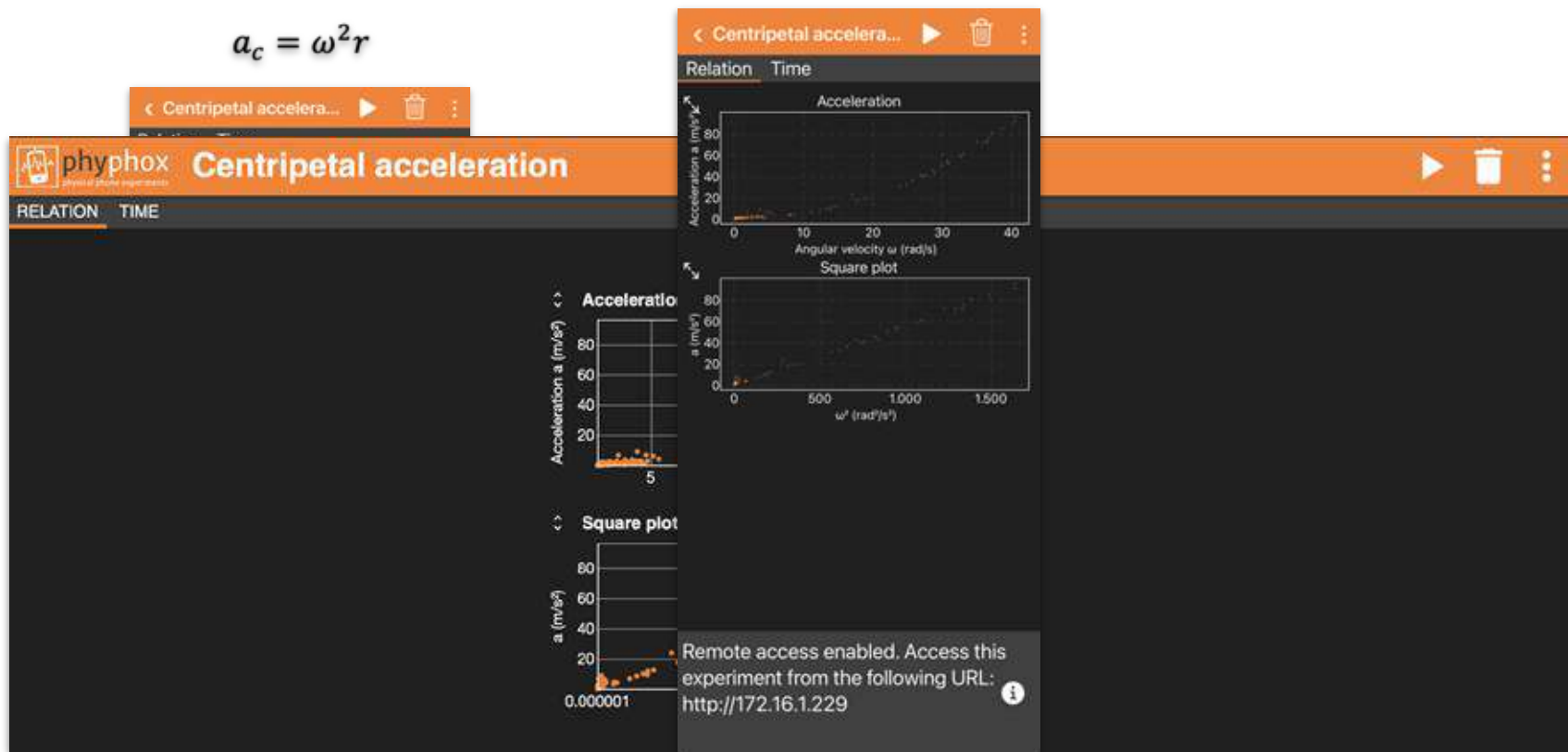
Phyphox - Accelerazione centripeta

$$a_c = \omega^2 r$$

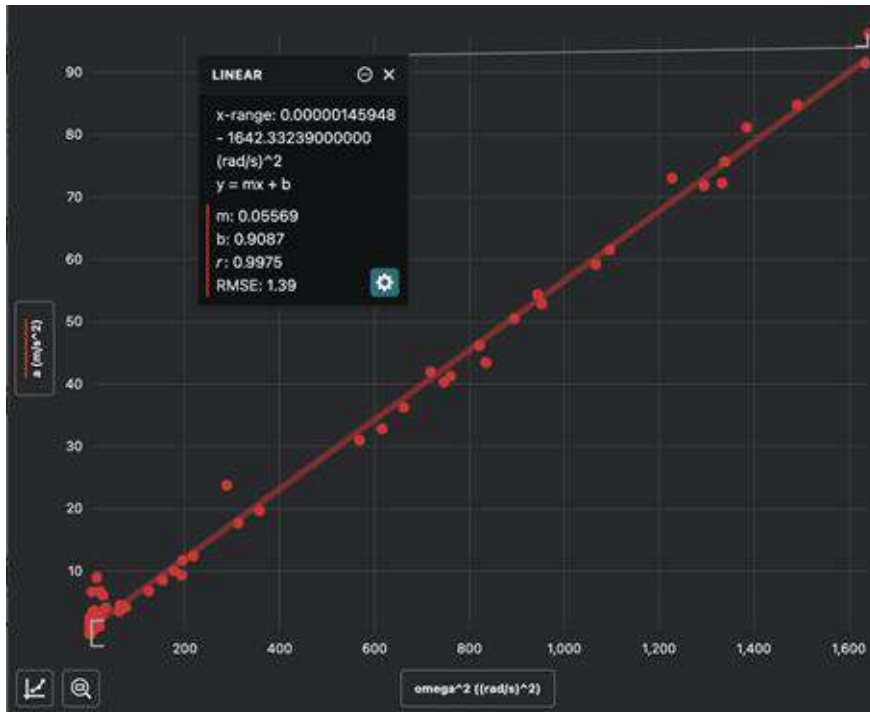


Phyphox - Accelerazione centripeta

$$a_c = \omega^2 r$$



Phyphox – Accelerazione centripeta



$$a_c = \omega^2 r$$

- Il coefficiente angolare permette di determinare la posizione dell'accelerometro
- In questo caso $m = 0,056$
- Quindi l'accelerometro sta a **5,6 cm** dal centro della rotazione
- L'intercetta è «piccola»

Ahi ahi, AI

- Possiamo fare finta che non esista?
- Come possiamo usarla? (a casa / a scuola)
- Che vantaggi ha?
- Evolve molto rapidamente, se si vuole usarla, bisogna restare aggiornati

Ahi ahi, AI

- «Non insegniamo ai ragazzi a usare l'intelligenza artificiale. Li prepariamo al mondo in cui vivranno."
- "Vietare l'AI a scuola è come togliere la calcolatrice e sperare che il mondo non abbia mai inventato i computer."
- "L'AI non sostituisce il pensiero critico — lo allena, se usata bene."
- "Una classe che delega tutto all'AI non impara a pensare. Impara ad aspettare che qualcuno pensi per lei."
- "Se l'intelligenza artificiale fa i compiti al posto tuo, chi cresce? La macchina."
- "Stiamo confondendo la scorciatoia con il percorso. E il percorso è tutto."
- "Il problema non è l'AI nella scuola. È la scuola che non sa ancora cosa farsene."
- "Insegnare con l'AI significa insegnare anche a dubitare dell'AI."
- "La vera competenza del futuro non è saper usare l'intelligenza artificiale — è sapere quando non usarla."

Attività sperimentale

- Confrontarsi con l'Intelligenza Artificiale
- Non è uno strumento da cui copiare
- È un assistente con cui interloquire e confrontarsi per produrre e per migliorarsi



Confronto con l'Intelligenza Artificiale

Verifica delle competenze: moto circolare e dinamica rotazionale

- 8 domande
 - 2-3 semplici (studio),
 - 2-3 più complesse e/o applicazioni
 - 2-3 sottili di ragionamento
 - Lavoro a gruppi di 2-3 studenti
- Scegli 3 domande e rispondi



DOMANDE

1. Le grandezze e le leggi della dinamica rotazionale hanno delle analogie con quelle traslazionali. Quali sono?
2. Considera una macchina di Atwood ossia una carrucola con appesi due corpi. La carrucola non è ideale ma assimilabile ad un disco omogeneo. L'attrito è trascurabile. Ricava l'espressione dell'accelerazione e della tensione.
3. Considera una sfera, un cilindro cavo e un cilindro pieno che partono da fermi e rotolano senza strisciare su un piano inclinato alto 40 cm. Calcola la velocità con cui arrivano alla base del piano
4. Sotto quali ipotesi il momento angolare di un corpo è uguale al momento d'inerzia moltiplicato per la velocità angolare?
5. Considera una particella che si muove di moto rettilineo uniforme e quindi ha una quantità di moto costante. Dimostra che il suo momento angolare, calcolato rispetto a un polo O qualsiasi, è costante nel tempo.
6. Sara è seduta con le braccia chiuse su uno sgabello che ruota con attrito trascurabile. Se apre le braccia il momento di inerzia, il momento angolare, la velocità angolare e l'energia cinetica rotazionale di Sara diminuiscono, aumentano oppure restano invariati?

Confronto con l'Intelligenza Artificiale

→ **Interazione** con il chatbot

- Scelta del chatbot (Gemini o OpenAI)
- Chiedi al chatbot di rispondere alle tre domande scelte

→ **Confronto** con il chatbot

- Scheda confronto



(*) Bocci, Malegori, Milanese

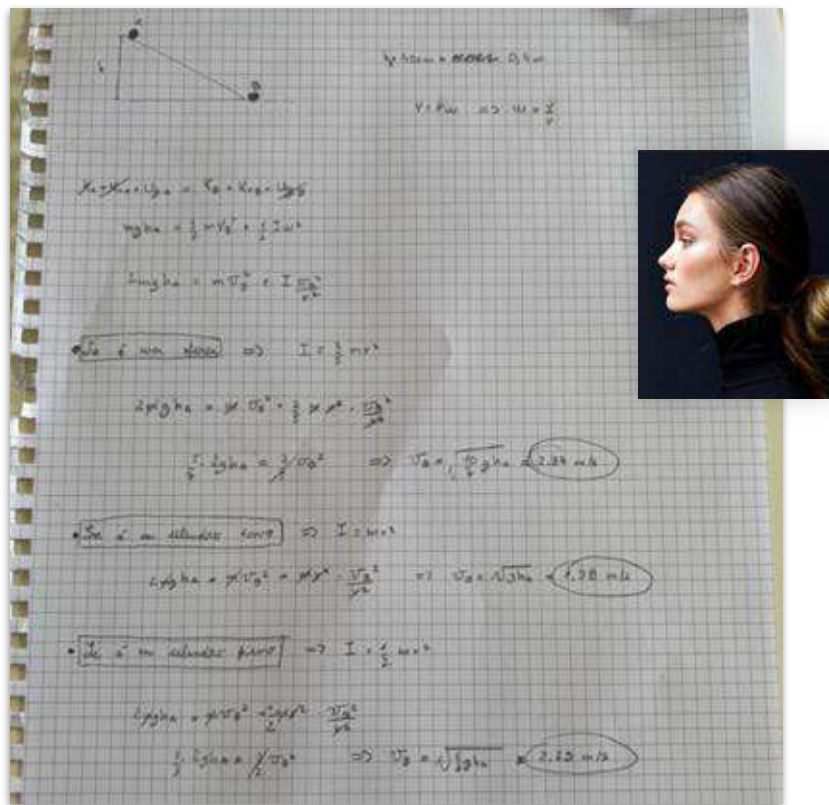
- *Pensa con la Fisica*

- ed. Petrini

SCHEDA DI CONFRONTO CON IL CHATBOT

1. Ritieni che la tua risposta sia migliore di quella del chatbot? ☐ Sì ☐ No
Motivazione: _____
2. In che misura, in percentuale, ritieni che la tua risposta aderisca alla domanda? _____ %
Motivazione: _____
3. La tua risposta include tutti i dettagli richiesti dalla domanda? ☐ Sì ☐ No
Se no, quali dettagli mancano? _____
4. Ritieni che la tua risposta sia chiara e precisa? ☐ Sì ☐ No
Motivazione: _____
5. La tua risposta presenta elementi di originalità rispetto a quella del chatbot? ☐ Sì ☐ No
Se sì, quali? _____
6. Hai utilizzato altre risorse o conoscenze per formulare la tua risposta? ☐ Sì ☐ No
Se sì, quali? _____
7. **Punti di forza e debolezza**
Quali sono i punti di forza della tua risposta rispetto a quella del chatbot? _____
Quali sono i punti di debolezza della tua risposta rispetto a quella del chatbot? _____
8. **Riflessione sul confronto**
Che cosa hai imparato confrontando la tua risposta con quella del chatbot? _____
Che cosa potresti migliorare nella tua prossima risposta? _____
9. Nel confronto con i tuoi compagni, c'è qualche risposta che ti è sembrata particolarmente brillante?
Quali sono gli elementi caratterizzanti, rispetto alla tua? _____
10. **Autovalutazione** - Assegna un voto complessivo alla tua risposta, in una scala da 1 a 10: _____

Studente vs Chatbot



$h = 40 \text{ cm} = 0.4 \text{ m}$
 $V = \frac{h}{\sin \theta} = \frac{0.4}{\frac{3}{5}} = \frac{2}{3} \text{ m}$
 $K_{\text{rot}} + K_{\text{tr}} = K_{\text{pot}}$
 $\frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} I \omega^2 = mgh$
 $\frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} I \frac{v^2}{r^2} = mgh$
 $\frac{1}{2} m v^2 \left(1 + \frac{I}{m r^2} \right) = mgh$
 $v^2 = \frac{2gh}{1 + \frac{I}{m r^2}}$
 $v = \sqrt{\frac{2gh}{1 + \frac{I}{m r^2}}}$
 • Se è un cilindro cavo $\Rightarrow I = \frac{1}{2} m r^2$
 $v = \sqrt{\frac{2gh}{1 + \frac{1}{2}}} = \sqrt{\frac{4}{3} gh} = 2.28 \text{ m/s}$
 • Se è un cilindro pieno $\Rightarrow I = \frac{1}{2} m r^2$
 $v = \sqrt{\frac{2gh}{1 + \frac{1}{2}}} = \sqrt{\frac{4}{3} gh} = 2.28 \text{ m/s}$
 • Se è un cilindro pieno $\Rightarrow I = \frac{1}{2} m r^2$
 $v = \sqrt{\frac{2gh}{1 + \frac{1}{2}}} = \sqrt{\frac{4}{3} gh} = 2.28 \text{ m/s}$



Domanda

Considera una sfera, un cilindro cavo e un cilindro pieno che partono da fermi e rotolano senza strisciare su un piano inclinato alto 40 cm.

Calcola la velocità con cui arrivano alla base del piano

Studente vs Chatbot

12:52

ChatGPT Registrati

1. Energia potenziale iniziale

Quando i corpi partono da fermi, tutta l'energia è potenziale gravitazionale, che si calcola come:

$$E_p = mgh$$

dove:

- m è la massa dell'oggetto,
- g è l'accelerazione di gravità ($g \approx 9,81 \text{ m/s}^2$),
- h è l'altezza del piano inclinato.

L'altezza h è data nel problema come 40 cm, cioè 0,4 m.

2. Energia cinetica finale

Quando gli oggetti arrivano alla base del piano, tutta l'energia potenziale si è trasformata in energia cinetica. Poiché gli oggetti rotolano senza strisciare, bisogna considerare sia l'energia cinetica traslazionale che quella rotazionale

12:52

ChatGPT Registrati

che quella rotazionale.

L'energia cinetica totale di un corpo che rotola senza strisciare è la somma di due componenti:

- Energia cinetica traslazionale: $\frac{1}{2}mv^2$,
- Energia cinetica rotazionale: $\frac{1}{2}I\omega^2$,

dove:

- v è la velocità del centro di massa,
- I è il momento di inerzia dell'oggetto,
- ω è la velocità angolare.

Poiché l'oggetto rotola senza strisciare, la velocità angolare ω è legata alla velocità del centro di massa da $\omega = \frac{v}{R}$, dove R è il raggio dell'oggetto. Quindi l'energia cinetica rotazionale diventa:

$$\frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}I\left(\frac{v}{R}\right)^2 = \frac{I}{2R^2}v^2$$

3. Momento di inerzia per ciascun corpo



Studente vs Chatbot

12:52

ChatGPT Registrati

3. Momento di inerzia per ciascun corpo

- Sfera: $I = \frac{2}{5} m R^2$,
- Cilindro pieno: $I = \frac{1}{2} m R^2$,
- Cilindro cavo: $I = m R^2$.

4. Conservazione dell'energia meccanica

L'energia totale all'inizio (tutta potenziale) deve essere uguale all'energia totale alla fine (tutta cinetica). Per ogni oggetto, scriviamo l'equazione dell'energia:

$$mgh = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{I}{2 R^2} v^2$$

Semplificando e risolvendo per v , otteniamo:

$$v = \sqrt{\frac{10gh}{7}} \quad \text{per la sfera,}$$
$$v = \sqrt{\frac{4gh}{3}} \quad \text{per il cilindro pieno,}$$

12:52

ChatGPT Registrati

Semplificando e risolvendo per v , otteniamo:

$$v = \sqrt{\frac{10gh}{7}} \quad \text{per la sfera,}$$
$$v = \sqrt{\frac{4gh}{3}} \quad \text{per il cilindro pieno,}$$
$$v = \sqrt{\frac{2gh}{3}} \quad \text{per il cilindro cavo.}$$

5. Calcolo numerico

Sostituendo $h = 0,4 \text{ m}$ e $g = 9,81 \text{ m/s}^2$:

- Sfera:
$$v = \sqrt{\frac{10 \times 9,81 \times 0,4}{7}} \approx 2,67 \text{ m/s}$$
- Cilindro pieno:
$$v = \sqrt{\frac{4 \times 9,81 \times 0,4}{3}} \approx 2,55 \text{ m/s}$$
- Cilindro cavo:
$$v = \sqrt{\frac{2 \times 9,81 \times 0,4}{3}} \approx 2 \text{ m/s}$$



→ Risposta dell'IA molto **accurata** e **dettagliata**

- Risposte molto standard
- Studente stimolato a migliorarsi

Studente vs Chatbot

12:52

ChatGPT Registrati

3. Momento di inerzia per ciascun corpo

- Sfera: $I = \frac{2}{5} m R^2$,
- Cilindro pieno: $I = \frac{1}{2} m R^2$,
- Cilindro cavo: $I = m R^2$.

4. Conservazione dell'energia meccanica

L'energia totale all'inizio (tutta potenziale) deve essere uguale all'energia totale alla fine (tutta cinetica). Per ogni oggetto, scriviamo l'equazione dell'energia:

$$mgh = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{I}{2 R^2} v^2$$

Semplificando e risolvendo per v , otteniamo:

$$v = \sqrt{\frac{10gh}{7}} \quad \text{per la sfera,}$$
$$v = \sqrt{\frac{4gh}{3}} \quad \text{per il cilindro pieno,}$$

12:52

ChatGPT Registrati

Semplificando e risolvendo per v , otteniamo:

$$v = \sqrt{\frac{10gh}{7}} \quad \text{per la sfera,}$$
$$v = \sqrt{\frac{4gh}{3}} \quad \text{per il cilindro pieno,}$$
$$v = \sqrt{\frac{2gh}{3}} \quad \text{per il cilindro cavo.}$$

5. Calcolo numerico

Sostituendo $h = 0,4 \text{ m}$ e $g = 9,81 \text{ m/s}^2$:

Sfera:

$$v = \sqrt{\frac{10 \times 9,81 \times 0,4}{7}} \approx 2,67 \text{ m/s}$$

• **Cilindro pieno:**

$$v = \sqrt{\frac{4 \times 9,81 \times 0,4}{3}} \approx 2,55 \text{ m/s}$$

• **Cilindro cavo:**

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 9,81 \times 0,4}{3}} \approx 2,32 \text{ m/s}$$


- Risposta dell'IA molto **accurata** e **dettagliata**
- Risposte molto standard
- Studente stimolato a migliorarsi
- Il chatbot può sbagliare
- Sviluppo del senso critico

Studente vs Chatbot

12:52

ChatGPT Registrati

3. Momento di inerzia per ciascun corpo

- Sfera: $I = \frac{2}{5} m R^2$,
- Cilindro pieno: $I = \frac{1}{2} m R^2$,
- Cilindro cavo: $I = m R^2$.

4. Conservazione dell'energia meccanica

L'energia totale all'inizio (tutta potenziale) deve essere uguale all'energia totale alla fine (tutta cinetica). Per ogni oggetto, scriviamo l'equazione dell'energia:

$$mgh = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{I}{2 R^2} v^2$$

Semplificando e risolvendo per v , otteniamo:

$$v = \sqrt{\frac{10gh}{7}} \quad \text{per la sfera,}$$
$$v = \sqrt{\frac{4gh}{3}} \quad \text{per il cilindro pieno,}$$

12:52

ChatGPT Registrati

Semplificando e risolvendo per v , otteniamo:

$$v = \sqrt{\frac{10gh}{7}} \quad \text{per la sfera,}$$
$$v = \sqrt{\frac{4gh}{3}} \quad \text{per il cilindro pieno,}$$
$$v = \sqrt{\frac{2gh}{3}} \quad \text{per il cilindro cavo.}$$

5. Calcolo numerico

Sostituendo $h = 0,4 \text{ m}$ e $g = 9,81 \text{ m/s}^2$:

- Sfera:
$$v = \sqrt{\frac{10 \times 9,81 \times 0,4}{7}} \approx 2,67 \text{ m/s}$$
- Cilindro pieno:
$$v = \sqrt{\frac{4 \times 9,81 \times 0,4}{3}} \approx 2,55 \text{ m/s}$$
- Cilindro cavo:
$$v = \sqrt{\frac{2 \times 9,81 \times 0,4}{3}} \approx 2,28 \text{ m/s}$$



- Risposta dell'IA molto **accurata** e **dettagliata**
- Risposte molto standard
- Studente stimolato a migliorarsi
- Il chatbot può sbagliare
- Sviluppo del senso critico
- Il chatbot impara

Studente vs Chatbot

→ Gli studenti possono essere **imprecisi** e **sbagliare**

- **Domanda**

È corretto dire che il momento di una forza è tanto maggiore quanto più il suo punto di applicazione è lontano dal polo? Giustifica la risposta

DOMANDA 7 GRUPPO A

RISPOSTA STUDENTI

SÌ, È CORRETTO POICHÉ IL MOMENTO DI UNA FORZA È DETERMINATO
DAL MODULO DELLA FORZA APPLICATA, θ , DALLA ^{VEITTORE} DISTANZA TRA LA
FORZA E IL POLO, DI CONSEGUENZA PIÙ LA DISTANZA È MAGGIORE, PIÙ
LO SARÀ IL MOMENTO DELLA FORZA



Studente vs Chatbot

L'AI

- Si contraddice
- Sbaglia ancora di più!

Il **momento di una forza** rispetto a un punto (detto polo) è definito come:

$$M = F \cdot d$$

dove:

- M è il momento della forza rispetto al polo,
- F è il modulo della forza applicata,
- d è la **distanza perpendicolare** tra la retta d'azione della forza e il polo (detta **braccio della forza**).



Questa formula mostra che **il momento cresce proporzionalmente alla distanza d** : maggiore è la distanza tra il punto di applicazione della forza e il polo, maggiore sarà il momento prodotto.

Studente vs Chatbot

→ Risposta degli studenti: **semplice**, **efficace** ed **corretta**

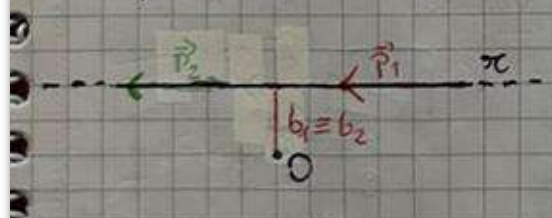
- **Domanda**

Considera una particella che si muove di moto rettilineo uniforme e quindi ha una quantità di moto costante. Dimostra che il suo momento angolare, calcolato rispetto a un polo O qualsiasi, è costante nel tempo

es. 5

$$\vec{L} = \vec{R} \times \vec{p}$$

Si può calcolare il modulo con la formula $L = R p \sin \vartheta = b p$



Come è possibile osservare in figura, al variare della posizione, il braccio (la distanza da O alla retta di appartenenza della q. d. m., π) è costante.

Perciò, fintanto che la q. d. m. è costante, L è costante



Studente vs Chatbot

→ L'IA usa un **linguaggio inadeguato**

- **Domanda**

Considera una particella che si muove di moto rettilineo uniforme e quindi ha una quantità di moto costante. Dimostra che il suo momento angolare, calcolato rispetto a un polo O qualsiasi, è costante nel tempo

2. Derivata del momento angolare

Per vedere se $\mathbf{L}$ cambia nel tempo, calcoliamo la sua derivata temporale:

$$\frac{d\mathbf{L}}{dt} = \frac{d}{dt}(\mathbf{r} \times \mathbf{p}).$$

Usiamo la regola di derivazione del prodotto vettor. ↓



Studente vs Chatbot

→ L'IA usa un **linguaggio inadeguato**

- **Domanda**

Considera una particella che si muove di moto rettilineo uniforme e quindi ha una quantità di moto costante. Dimostra che il suo momento angolare, calcolato rispetto a un polo O qualsiasi, è costante nel tempo



$$\frac{d\mathbf{L}}{dt} = \frac{d\mathbf{r}}{dt} \times \mathbf{p} + \mathbf{r} \times \frac{d\mathbf{p}}{dt}.$$

Ora analizziamo i due termini separatamente:

1. La velocità della particella è $\mathbf{v} = \frac{d\mathbf{r}}{dt}$, quindi:

$$\frac{d\mathbf{r}}{dt} \times \mathbf{p} = \mathbf{v} \times m\mathbf{v}.$$

Ma il prodotto vettoriale di un vettore con se stesso è sempre nullo, quindi:

$$\mathbf{v} \times m\mathbf{v} = \mathbf{0}.$$

2. La particella si muove di **moto rettilineo uniforme**, quindi la sua velocità $\mathbf{v}$ è **costante**. Questo significa che la quantità di moto $\mathbf{p} = m\mathbf{v}$ è anch'essa **costante**. Pertanto:

$$\frac{d\mathbf{p}}{dt} = m \frac{d\mathbf{v}}{dt} = m \cdot \mathbf{0} = \mathbf{0}.$$

Quindi:

$$\mathbf{r} \times \frac{d\mathbf{p}}{dt} = \mathbf{r} \times \mathbf{0} = \mathbf{0}.$$

2. Derivata del momento angolare

Per vedere se $\mathbf{L}$ cambia nel tempo, calcoliamo la sua derivata temporale:

$$\frac{d\mathbf{L}}{dt} = \frac{d}{dt}(\mathbf{r} \times \mathbf{p}).$$

Usiamo la regola di derivazione del prodotto vettor. ↓

Confronto con l'Intelligenza Artificiale

→ Licei Umanistici

Esplora con l'Intelligenza Artificiale  

Studente reale e studente virtuale

Obiettivi

- Comprendere il concetto di lavoro, energia cinetica ed energia potenziale
- Applicare la legge di conservazione dell'energia meccanica

Attività

Fase 1 Rispondi In gruppo con alcuni compagni e compagni, rispondete a tre delle seguenti domande.

1. Fornisci due esempi, uno che coinvolge un corpo in quiete e uno un corpo in movimento, nei quali sono presenti forze che non compiono lavoro.
2. Se la velocità di un'auto aumenta, è possibile affermare che tutte le forze che agiscono sull'auto compiono un lavoro positivo?
3. Spiega con un esempio perché è possibile esercitare una forza su un corpo senza modificarne l'energia cinetica. Perché non è possibile variare l'energia cinetica di un corpo senza esercitare su di esso alcuna forza?
4. Qual è il segno del lavoro della forza peso su un ciclista quando risale un pendio? E quando lo discende?
5. Proponi un esperimento per verificare la legge di conservazione dell'energia meccanica.

Fase 2 Interazione con il chatbot Chiedi al chatbot di rispondere alle domande scelte come se fosse uno studente della tua classe e conserva le risposte.

Fase 3 Confronto con il chatbot Rifletti sulle differenze tra ciascuna delle tue risposte e quelle del chatbot, compilando la scheda.

SCHEDE DI CONFRONTO CON IL CHATBOT

1. Ritieni che la tua risposta sia migliore di quella del chatbot? ☐ Sì ☐ No
Motivazione: _____
2. In che misura, in percentuale, ritieni che la tua risposta aderisca alla domanda? _____ %
Motivazione: _____
3. La tua risposta include tutti i dettagli richiesti dalla domanda? ☐ Sì ☐ No
Se sì, quali dettagli mancano? _____
4. Ritieni che la tua risposta sia chiara e precisa? ☐ Sì ☐ No
Motivazione: _____
5. La tua risposta presenta elementi di originalità rispetto a quella del chatbot? ☐ Sì ☐ No
Se sì, quali? _____
6. Hai utilizzato altre risorse o conoscenze per formulare la tua risposta? ☐ Sì ☐ No
Se sì, quali? _____
7. **Punti di forza e debolezza**
Quali sono i punti di forza della tua risposta rispetto a quella del chatbot?
Quali sono i punti di debolezza della tua risposta rispetto a quella del chatbot?
8. **Riflessione sul confronto**
Che cosa hai imparato confrontando la tua risposta con quella del chatbot?
Che cosa potresti migliorare nella tua prossima risposta?
9. Nel confronto con i tuoi compagni, c'è qualche risposta che ti è sembrata particolarmente brillante?
Quali sono gli elementi caratterizzanti, rispetto alla tua?
10. **Autovalutazione** - Stesura un voto complessivo alla tua risposta, in una scala da 1 a 10.



Bocci, Malegori, Milanese - *Pensa con la Fisica* Ed. Petrini

Confronto con l'Intelligenza Artificiale

→ Licei Umanistici

Esplora con l'Intelligenza Artificiale

Studente reale e studente virtuale

Obiettivi

- Comprendere il concetto di lavoro, energia cinetica ed energia potenziale
- Applicare la legge di conservazione dell'energia meccanica

Attività

Fase 1 Rispondi

In gruppo con alcune compagne e compagni, rispondete a tre delle seguenti domande.

1. Fornisci due esempi, uno che coinvolge un corpo in quiete e uno un corpo in movimento, nei quali sono presenti forze che non compiono lavoro.
2. Se la velocità di un'auto aumenta, è possibile affermare che tutte le forze che agiscono sull'auto compiono un lavoro positivo?
3. Spiega con un esempio perché è possibile esercitare una forza su un corpo senza modificare l'energia cinetica. Perché non è possibile variare l'energia cinetica di un corpo senza esercitare su di esso alcuna forza?
4. Qual è il segno del lavoro della forza peso su un ciclista quando risale un pendio? E quando lo discende?
5. Proponi un esperimento per verificare la legge di conservazione dell'energia meccanica.

Fase 2 Interazione con il chatbot

Chiedi al chatbot di rispondere alle domande scelte come se fosse uno studente della tua classe e conserva le risposte.

Fase 3 Confronto con il chatbot

Rifletti sulle differenze tra ciascuna delle tue risposte e quelle del chatbot, compilando la scheda.

9. Nel confronto con i tuoi compagni, c'è qualche risposta che ti è sembrata particolarmente brillante? Quali sono gli elementi caratterizzanti, rispetto alla tua?

10. Autovalutazione - Stima un voto complessivo alla tua risposta, in una scala da 1 a 10.



Bocci, Malegori, Milanese - *Pensa con la Fisica* Ed. Petrini

Confronto con l'Intelligenza Artificiale

Esplora con l'Intelligenza Artificiale  

Studente reale e studente virtuale

Obiettivi

- Comprendere il concetto di lavoro, energia cinetica ed energia potenziale
- Applicare la legge di conservazione dell'energia meccanica

PENSA CON LA FISICA

155 SPIEGA Nel testo abbiamo parlato di una forza apparente che agisce su un oggetto che si trova su un'auto in partenza. Compila la carta d'identità della forza (eventuale corpo che la esercita, corpo che la subisce, modulo, direzione e verso) e spiega perché non è possibile parlare di interazione tra due corpi.

156 SPERIMENTA Con un filo lungo circa 20 cm appendi un anello allo specchio retrovisore di un'auto. Osserva la posizione del filo quando l'auto parte e quando frena.

Motivazione:

3. La tua risposta include tutti i dettagli richiesti dalla domanda? ☐ Sì ☐ No
Se sì, quali dettagli mancano?

4. Riteni che la tua risposta sia chiara e precisa? ☐ Sì ☐ No
Motivazione:

5. La tua risposta presenta elementi di originalità rispetto a quella del chatbot? ☐ Sì ☐ No
Se sì, quali?

6. Hai utilizzato altre risorse o conoscenze per formulare la tua risposta? ☐ Sì ☐ No
Se sì, quali?

7. Punti di forza e debolezza
Quali sono i punti di forza della tua risposta rispetto a quella del chatbot?
Quali sono i punti di debolezza della tua risposta rispetto a quella del chatbot?

8. Riflessione sul confronto
Che cosa hai imparato confrontando la tua risposta con quella del chatbot?
Che cosa potresti migliorare nella tua prossima risposta?

9. Nel confronto con i tuoi compagni, c'è qualche risposta che ti è sembrata particolarmente brillante?
Quali sono gli elementi caratteristici, rispetto alla tua?

10. Autovalutazione - Stipula un voto complessivo alla tua risposta, in una scala da 1 a 10.

Descrivi il fenomeno nel riferimento della Terra e dell'auto.

SUGGERIMENTO: vedi anche l'esercizio precedente.

157 SPIEGA In automobile, per ragioni di sicurezza, bisogna sempre indossare le cinture di sicurezza. In caso di frenata brusca, che cosa accade ai passeggeri? Perché avviene questo?

158 TROVA L'ERRORE Sei in piedi su un autobus, quando l'autista improvvisamente parte e tu ti muovi verso il fondo. Alla luce del secondo principio della dinamica, questo fenomeno implica che sei stato spinto da una forza orizzontale diretta verso il fondo.



Bocci, Malegori, Milanesi - *Pensa con la Fisica* Ed. Petrini

Studente vs Chatbot



- Revisione e approfondimento dei **concetti** fisici
- Lavoro **collaborativo**
- Uso **consapevole** dell'Intelligenza Artificiale
- Risposte esaurienti e precise
- Non è esente da errori e imprecisioni
- Deve essere usata con molta cautela, attenzione e spirito critico

Spazio alle domande!



DEASCUOLA

I prossimi appuntamenti

Iscriviti subito: <https://formazione.deascuola.it/offerta-formativa/webinar/>

Webinar	Webinar	Webinar
INSEGNARE MATEMATICA E FISICA Insegnare con... Tutti i colori della Matematica Edizione Bianca	INSEGNARE MATEMATICA E FISICA Insegnare con... Matematica in chiaro	INSEGNARE MATEMATICA E FISICA Insegnare con... Fisica.eco
12 Marzo 2026, 15:00 con: Leonardo Sasso	17 Marzo 2026, 15:00 con: Paola Morando	18 Marzo 2026, 15:00 con: Silvia De Stefano
		

Scopri *Pensa con la fisica*

Consulta la [scheda sul sito](#)

Richiedi copia digitale:

<https://deascuola.it/work/evaluate/pensa-con-la-fisica-seconda-edizione-23386/>

