

Alberto Martini

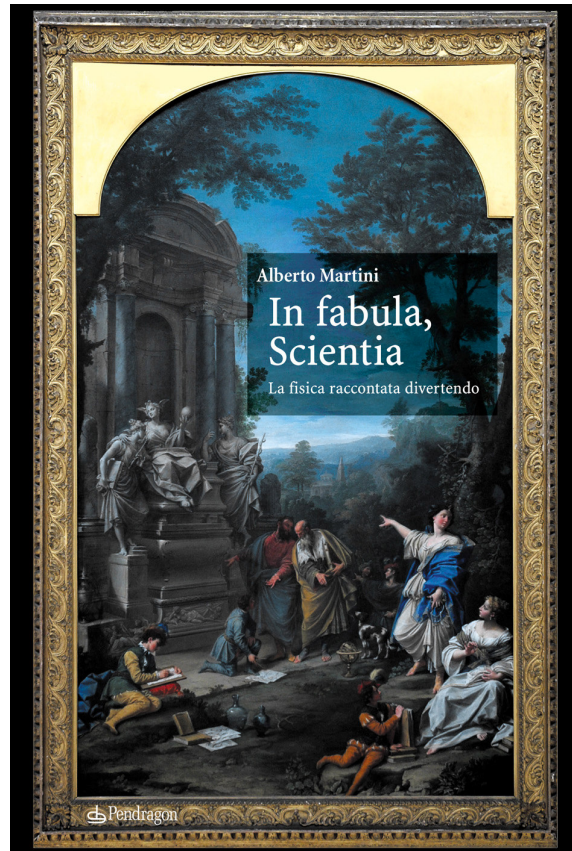
G A L I L E I A N A



Le macchine di
Galileiana

Catalogo al 19 gennaio 2009

Il libro



La fisica può anche essere raccontata con delle storie. Paradossali, assurde, ma tutte legate a qualche legge importante della fisica.

Prendendo vita dalle pagine di un vecchio libro, il *Diario bolognese ecclesiastico, e civile* del 1778, sedici personaggi ormai dimenticati vivono straordinarie avventure, dove la scienza - la fisica in particolare - gioca un ruolo di primo piano. Alla fine di ogni racconto, viene mostrato in modo semplice ma rigoroso quale "legge" si cela dietro ogni singola storia, accompagnando così il lettore nel mondo, ingiustamente ritenuto ostico, della scienza più "divertente" che ci sia.

Per fare questo vengono utilizzate alcune delle "macchine di legno" ideate e costruite per il laboratorio di "Galileiana".

Questo libro diviene, in parte, un manuale di istruzioni per l'utilizzazione delle macchine di Galileiana.

1 "Grand bombarde de rotazion"

(dal racconto "Uno sparo ben calcolato" tratto da "In fabula, scientia")



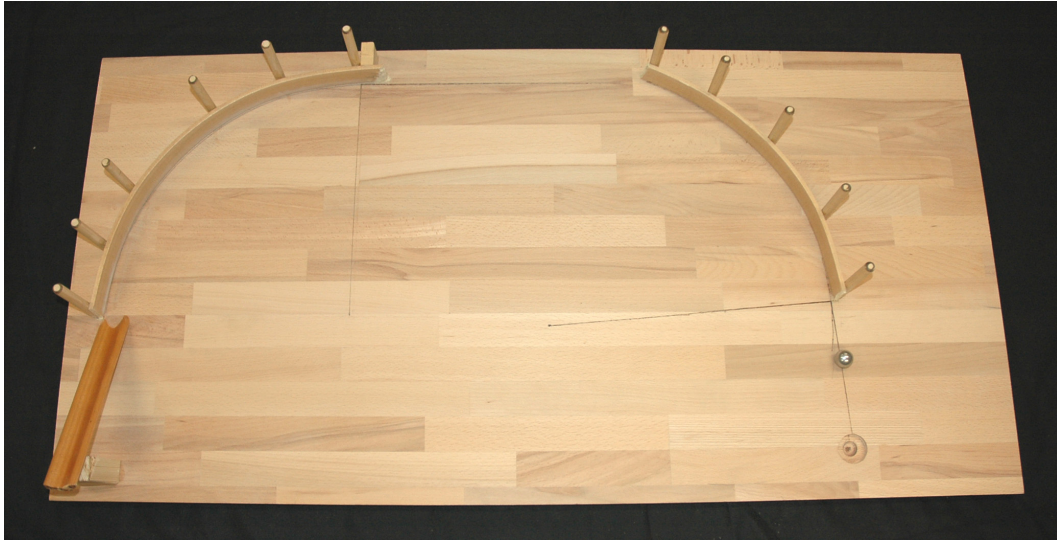
Utilità:

Con questa macchina si mostra che quando viene a mancare la forza centripeta applicata ad una massa m , responsabile del moto circolare uniforme, la massa continua a muoversi di moto rettilineo nella direzione della tangente alla circonferenza (nel punto in cui è venuta a mancare la forza centripeta).

Esperimento:

Si mette in rotazione il disco circolare e con esso la palla legata ad un sottile filo. Quando si abbassa la lama, il filo viene tagliato e la palla va a colpire le sagome degli spettatori (contrariamente a quanto previsto nel racconto, secondo cui la palla doveva colpire il bersaglio del cavaliere, posto nella direzione della forza centrifuga)

2 Forza centripeta [grande]



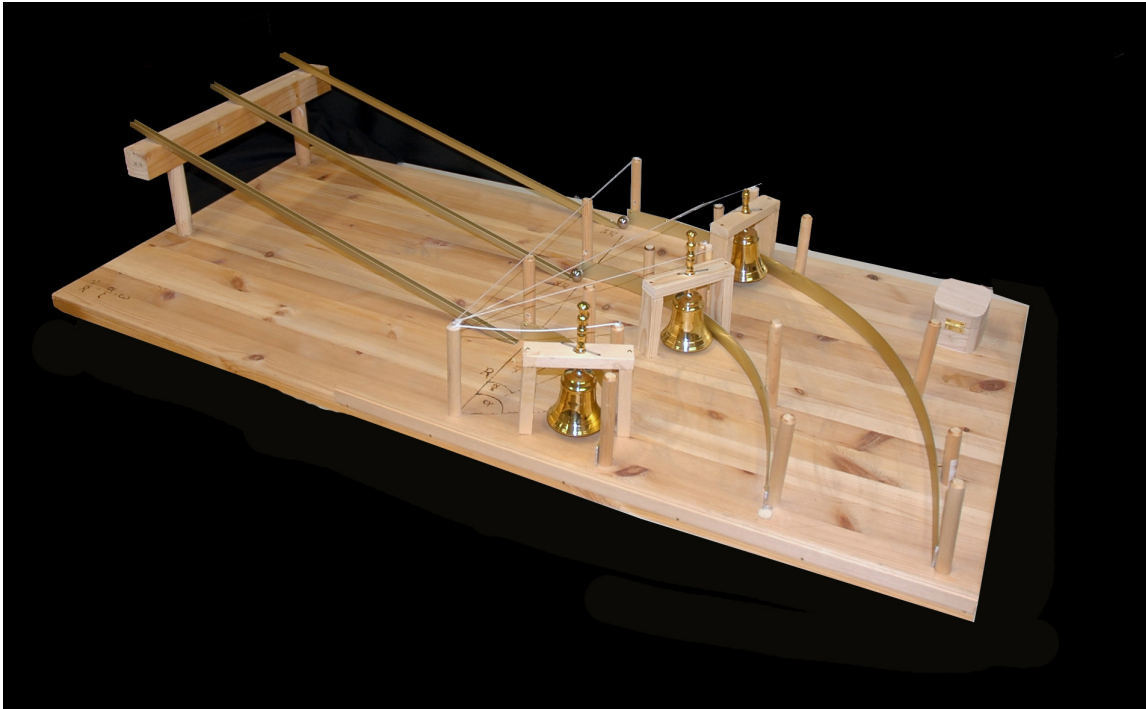
Utilità:

Con questa macchina si dimostra che in assenza di una forza centripeta, espressa da un vincolo di forma circolare, la pallina si muove lungo la tangente alla circonferenza.

Esperimento:

Si lascia cadere la pallina lungo la guida di sinistra. Una volta arrivata sul piano orizzontale, la pallina segue la curva circolare del vincolo, alla fine del quale prosegue il suo moto lungo la linea tracciata sul piano e perpendicolare al raggio della circonferenza. La cosa si ripete una seconda volta, quando questa traiettoria incontra un altro vincolo di forma circolare, determinando la caduta della pallina in un pozzetto posto lungo la direzione della seconda tangente.

3 Velocità tangenziale e velocità angolare



Utilità:

Con questa macchina si intuisce il rapporto tra velocità angolare e velocità tangenziale in un moto circolare uniforme.

Esperimento:

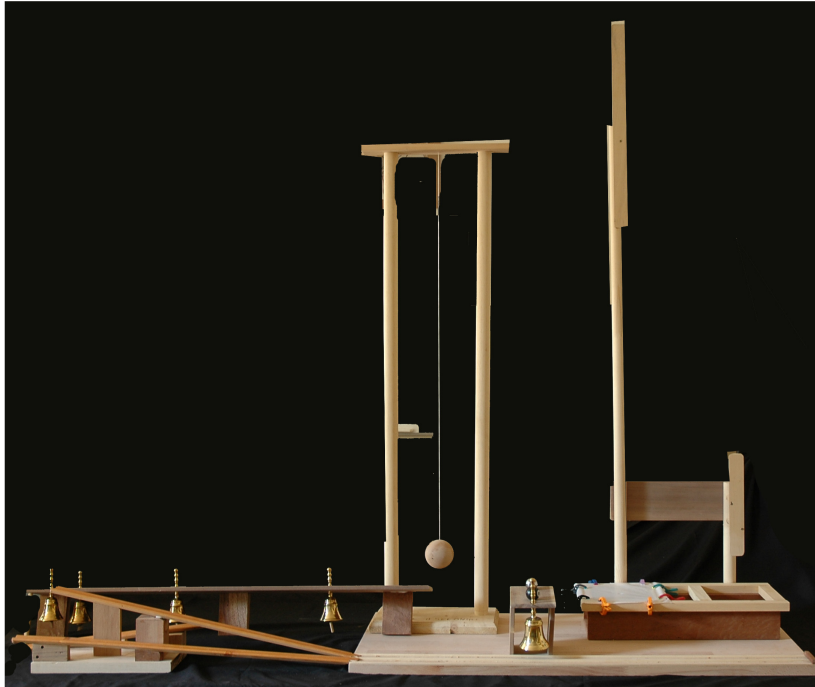
Si lasciano cadere lungo tre rotaie parallele, ugualmente inclinate, tre palline dalla stessa altezza. Si nota che esse arrivano contemporaneamente alle tre campane poste lungo la loro traiettoria solo quando queste sono posizionate in certi punti.

Nella prima rotaia, di raggio R , la campana è posta ad un angolo triplo di quello al quale è posta la terza campana, che si trova su una circonferenza di raggio $3R$. Nella rotaia centrale il raggio è uguale a $2R$ e l'angolo è la metà del primo. Essendo uguali i tempi di percorrenza dei tre archi, si deduce che il rapporto tra la velocità angolare e il raggio è costante.

Poiché le velocità raggiunte dalle palline alla fine delle rotaie sono uguali, si può ipotizzare la relazione:

$$V = \omega R$$

4 Energia potenziale ed energia cinetica



Utilità:

Con questa macchina si dimostra:

- 1 la proporzionalità fra l'energia potenziale gravitazionale e l'altezza di caduta
- 2 la dipendenza della velocità (alla fine di un piano inclinato) dalla sola altezza di partenza (indipendente dalla lunghezza del piano)
- 3 la proporzionalità fra velocità finale e quadrato dell'altezza di partenza
- 4 la relazione $E_c = \frac{1}{2}mv^2$

Esperimento:

Lasciando cadere da altezze diverse due palline di massa diversa (una 6 volte maggiore dell'altra) si nota che esse riescono a forare lo stesso foglio di carta velina a patto che la pallina che pesa 6 volte di meno cada da un'altezza 6 volte maggiore.

Con due coppie di campanelli si verifica che le velocità al suolo di due palline che scendono da piani inclinati con inclinazioni diverse sono uguali tra loro purché le altezze di partenza siano le stesse.

Utilizzando come orologio un pendolo lungo un metro (il cui semiperiodo è uguale a un secondo) si misura la velocità di caduta di una pallina, ricavando la costante $\frac{1}{2}$ della formula dell'energia cinetica.

5 Energia cinetica di traslazione e energia cinetica di rotazione

Macchina n. 1

(dal racconto "l'attrito dell'Anima" tratto da "In fabula, scientia")



Utilità:

Con questa macchina si dimostra che la velocità di caduta di una sfera su una guida inclinata non dipende dal peso della sfera.

Esperimento:

Lasciando cadere contemporaneamente una pallina piccola ed una grande su due rotaie di uguale larghezza si nota che arriva per prima in fondo al piano inclinato la pallina più pesante, ma ponendo quest'ultima su una rotaia più larga si vede chiaramente che arriva per prima la pallina più piccola.

6 Energia cinetica di traslazione e energia cinetica di rotazione

Macchina n. 2



Utilità:

Con questa macchina si dimostra che la Una sfera che rotola possiede due energie cinetiche (quella di traslazione e quella di rotazione) che si compensano.

Esperimento:

Se si fa rotolare una pallina sulla prima guida (orizzontale) o sull'ultima (inclinata), si nota che in entrambi i casi, nel passaggio al piano orizzontale (dove il raggio di rotazione della pallina coincide con il suo raggio geometrico) la sua velocità di traslazione aumenta e la sua velocità angolare diminuisce (rispetto a quando si muoveva sulla guida dove il raggio di rotazione era molto minore del raggio geometrico).

Facendo rotolare la pallina sul piano inclinato centrale, invece (dove il raggio di rotazione coincide sempre con quello geometrico), si nota che nel passaggio al piano orizzontale le due velocità rimangono invariate (rispetto al valore che avevano raggiunto alla fine del piano inclinato).

7 Energia cinetica di traslazione e energia cinetica di rotazione

Macchina n. 3



Utilità:

Con questa macchina si dimostra che l'accelerazione di una sfera su una guida inclinata dipende dal rapporto tra il diametro della sfera e la larghezza della guida.

Esperimento:

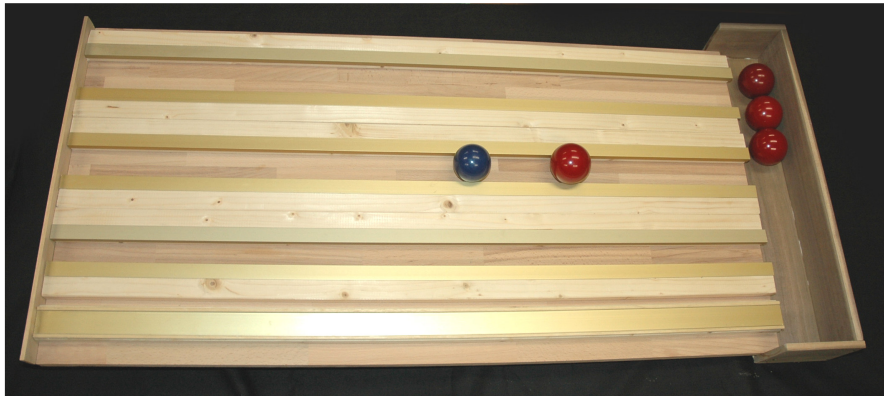
Quattro guide affiancate sono ugualmente inclinate. Differiscono per la loro larghezza: la prima ha larghezza uguale a zero (è un piano inclinato), le altre hanno nell'ordine larghezze maggiori avendo l'ultima una larghezza di poco inferiore al diametro della pallina.

Lasciando cadere contemporaneamente quattro sfere identiche, si nota che la prima ad arrivare alla fine della corsa è quella che rotola sul piano inclinato, mentre le altre arrivano nell'ordine della larghezza della guida.



7 bis Energia cinetica di traslazione e energia cinetica di rotazione

Macchina n. 3 bis



Utilità:

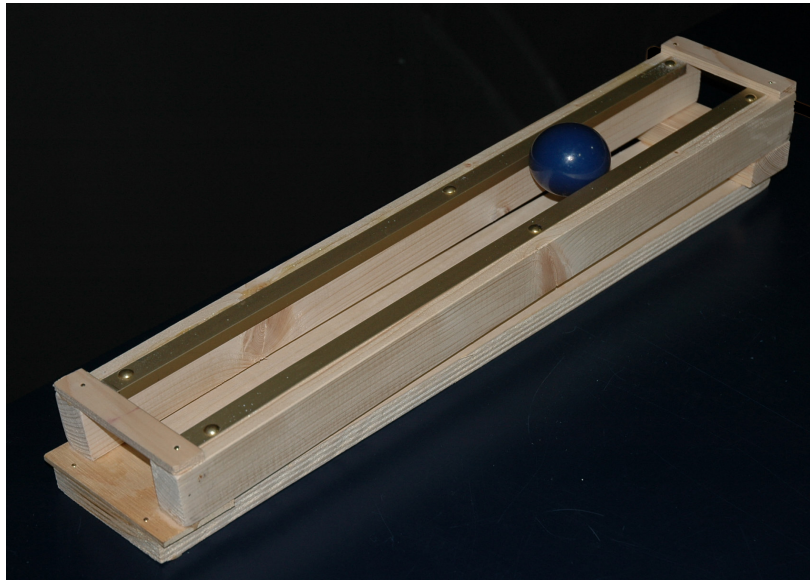
Con questa macchina si dimostra che l'accelerazione di una sfera su una guida inclinata dipende dal rapporto tra il diametro della sfera e la larghezza della guida.

Esperimento:

Facendo rotolare due palline di diametro diverso sulla stessa guida, si nota che se si pone in prima posizione quella dal diametro maggiore, il suo arrivo è tanto più anticipato quanto più larga è la rotaia (perché diminuisce il raggio di rotazione).

8 Energia cinetica di traslazione e energia cinetica di rotazione

Macchina n. 4



Utilità:

Con questa macchina si dimostra che l'accelerazione di una sfera su una guida inclinata è uguale a zero, nel caso che il suo diametro coincida con la larghezza della sfera

Esperimento:

In questo caso il diametro della pallina è uguale alla larghezza della guida inclinata.

Se si mette la pallina sulla guida, essa non si muove, a meno che non le si imprima una piccola velocità iniziale che la pallina mantiene costante per tutta la sua corsa.

9 Energia cinetica di traslazione e energia cinetica di rotazione

Macchina n. 5



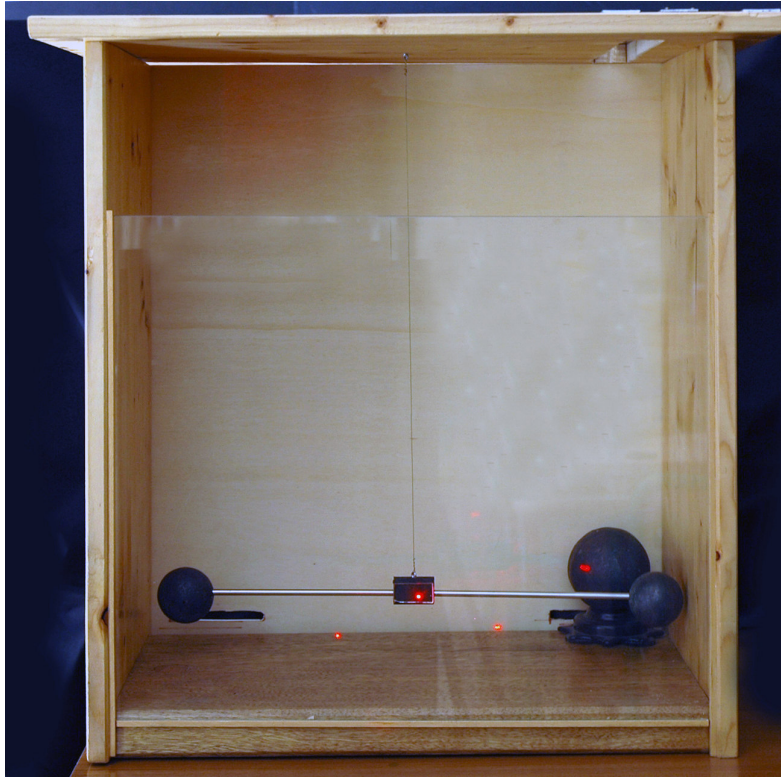
Utilità:

Con questa macchina si dimostra che il raggio di rotazione della pallina sulla guida dipende dal rapporto tra il suo diametro e la larghezza della guida.

Esperimento:

La vista in sezione permette di verificare questa proprietà spostando il disco sui vari punti di appoggio.

10 Bilancia di torsione gravitazionale



Utilità:

Con questa macchina si dimostra che fra due masse viene esercitata una forza di attrazione gravitazionale.

Esperimento:

All'interno della scatola di legno è posta un'asta in equilibrio legata ad un filo sottile, alle cui estremità sono poste due palline di ferro. Su uno specchio saldato all'asta viene riflesso il raggio di un laser che rivela la sua posizione. Avvicinando ad una delle due palline una grossa sfera di ferro, si nota uno spostamento del raggio riflesso che indica l'avvicinamento delle sfere dovuto all'attrazione gravitazionale.

11 Conservazione del momento angolare



Utilità:

Con questa macchina si dimostra che il momento angolare di un sistema isolato si conserva.

Esperimento:

Sull'asse del piatto del giradischi (libero di muoversi con pochissimo attrito) è posto un motorino in cc sul cui asse è fissata un'asta di legno (nel centro dell'asta).

Inizialmente tutto è fermo. Quando viene azionato il motorino si nota che l'asta inizia a muoversi in senso orario e contemporaneamente il disco si muove in senso antiorario.

La velocità di rotazione del piatto dipende dalla lunghezza e dall'asta applicata al motorino.

12 "La macchina della scommessa"

(dal racconto "La scommessa del Marchese Vincenzo" tratto da "In fabula, scientia")



Utilità:

Con questa macchina si mostra che la velocità di caduta di una pallina dipende solo dall'altezza da cui è partita.

Esperimento:

Su sei corsie ugualmente inclinate ma di diverse lunghezze si muovono sei palline identiche che partono dalla stessa altezza nello stesso istante. Calcolando l'inclinazione del traguardo in modo da considerare l'istante in cui ogni pallina arriva al suolo, si verifica che tutte colpiscono il traguardo contemporaneamente.



Con l'uso di due coppie di campane si dimostra che le velocità di arrivo delle palline sono tutte uguali, indipendentemente dalla corsia che percorrono.

13 I numeri quadrati [media - 1,5 m circa]



Utilità:

con questa macchina si possono dimostrare tre proprietà:

- 1 - la proporzionalità fra S e t^2 in un moto u.a.
- 2 - Su un piano inclinato (in presenza di una forza) il moto è u.a.
- 3 - l'equazione del moto è $s = \frac{1}{2}at^2$.

Esperimento:

- 1 - si posizionano i campanelli 1, 3, 5, 7 e si nota 8 aiutandosi con il pendolo) che la pallina impiega sempre lo stesso tempo per spostarsi da un campanello al successivo.
- 2 - si posizionano un campanello prima ed uno dopo il punto 3 e un campanello due posizioni prima e un altro due posizioni dopo il numero 7, si nota che gli intervalli di tempo, per ogni coppia di campanelli, sono uguali (e quindi la V_7 è doppia della V_3)
- 3 - si utilizza anche il pendolo corto che ha periodo uguale alla metà del periodo del pendolo lungo.

14 Pendoli



Utilità:

8 macchine con due pendoli ciascuna per fare esperimenti sul loro periodo.

Esperimento:

misura dei periodi e loro confronto.

15 Il baricentro di una figura complessa



Utilità:

Verifica del calcolo del baricentro di una figura complessa, composta da più figure semplici.

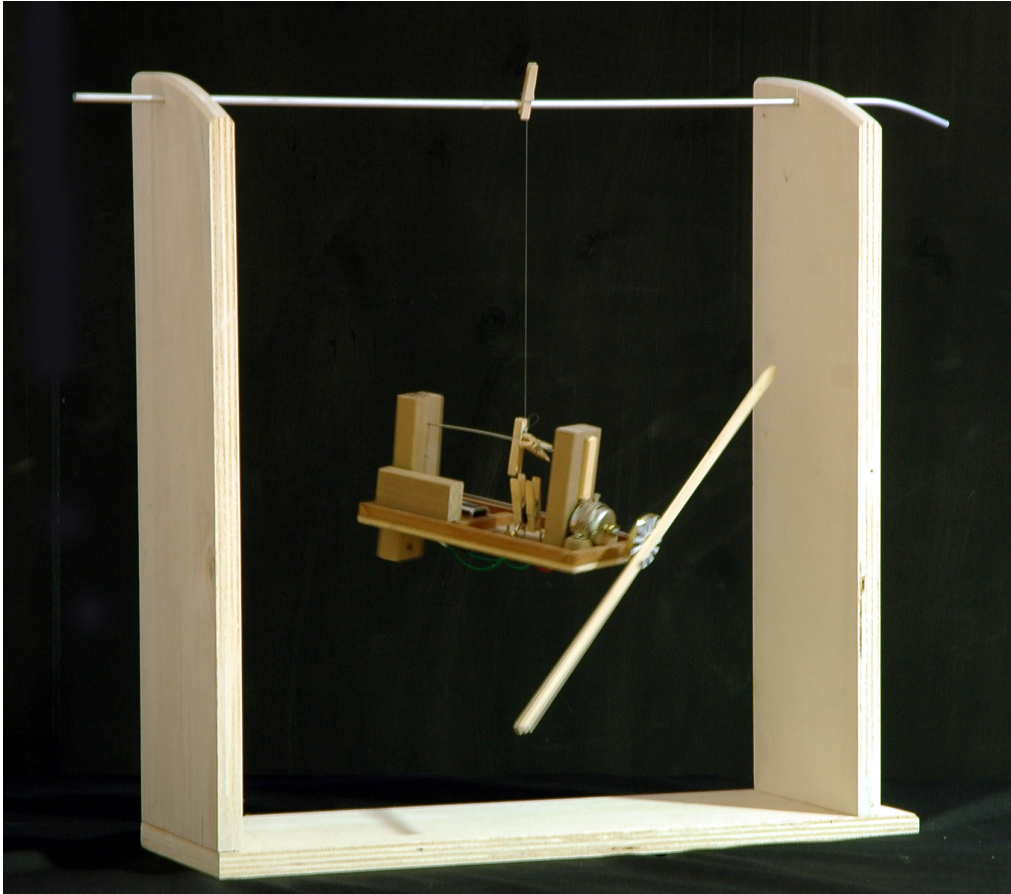
Esperimento:

Sospendendo la figura complessa in due punti diversi, si tracciano le perpendicolari al terreno utilizzando un filo a piombo.

L'incrocio delle due linee così tracciate indica la posizione del baricentro.

Si può confrontarla con quella determinata teoricamente.

16 Il giroscopio



Utilità:

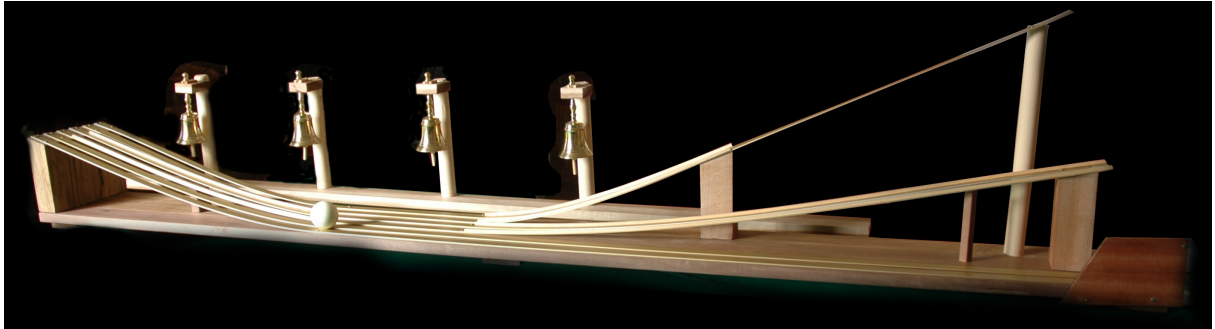
Verifica del moto di precessione.

Esperimento:

Sospendendo l'apparecchio in modo che la sua base sia orizzontale, quando si mette in azione il motore che fa ruotare l'asta, non si nota alcun movimento dell'apparecchio.

Se invece lo si sospende in modo che penda in avanti o indietro, la rotazione dell'asta fa ruotare l'intero apparecchio in senso orario o antiorario (a seconda del verso di rotazione dell'asta).

17 La conca di Galileo [grande: 2 m]



Utilità:

Con questa macchina si dimostra il primo principio della dinamica.

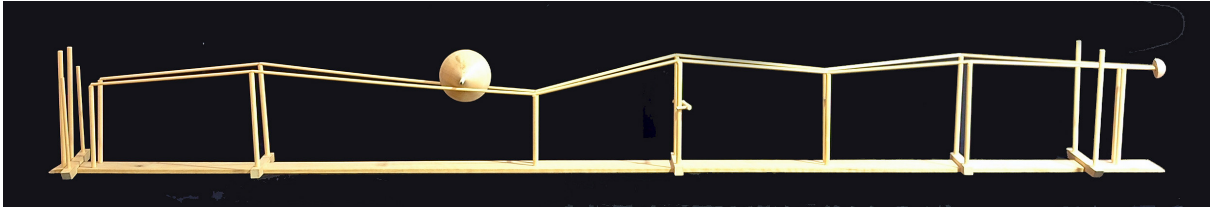
Esperimento:

Lasciando cadere una pallina dall'altezza di sinistra, si nota che essa raggiunge la stessa altezza a destra, sia che si muova sulla prima guida che sulla seconda.

Si conclude che l'altezza di arrivo deve essere sempre la stessa indipendentemente dall'inclinazione della seconda parte della guida e quindi se essa è uguale a zero (piano orizzontale) la pallina non si fermerà mai, muovendosi di moto RU.

Lo si dimostra ascoltando il suono delle quattro campane poste ad uguali distanze reciproche, che indica la costanza della velocità.

18 Paradosso del doppio cono [percorso di 2 metri]



Utilità:

Con questa macchina si mostra un'estensione del paradosso del doppio cono.

Esperimento:

Muovendosi sulle guide divaricate il baricentro del doppio cono scende verso il basso dando l'impressione che il doppio cono percorra delle salite vincendo la forza di gravità.

19 Paradosso del cilindro [grande]



Utilità:

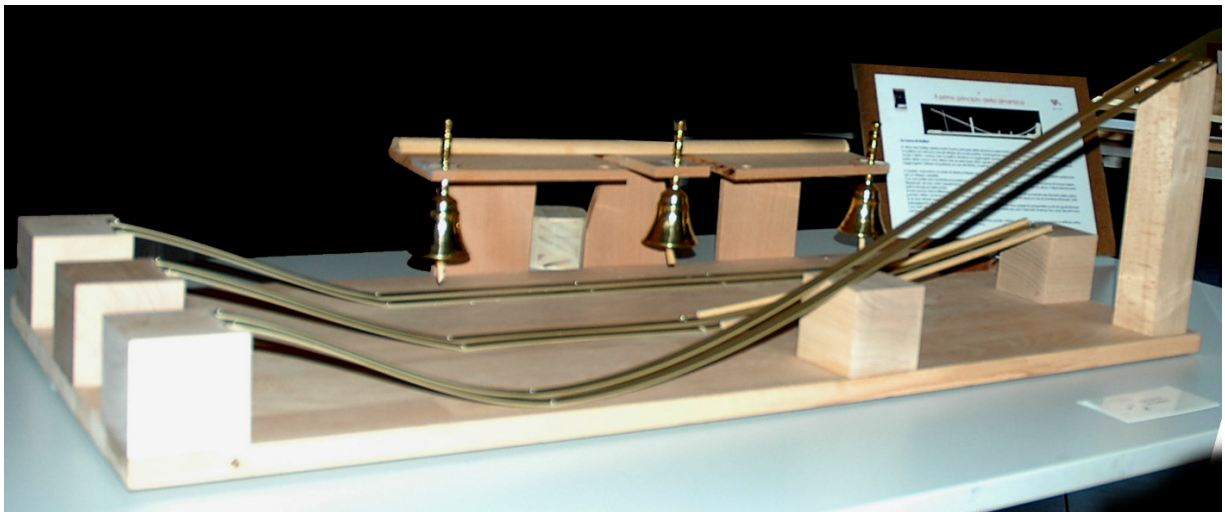
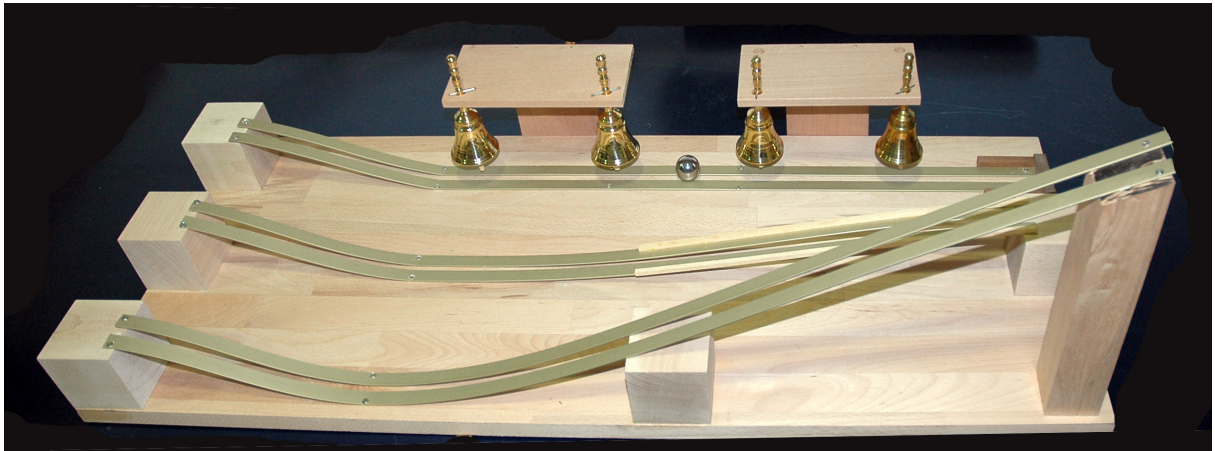
Con questa macchina si mostra il paradosso di un cilindro capace di salire lungo un piano inclinato.

Esperimento:

Un'anima di ferro decentrata, nascosta all'interno del cilindro, ne sposta il baricentro, formando così una coppia di forze determinata dal peso e dalla reazione vincolare del piano.

Se opportunamente posizionato, il cilindro è in grado di ruotare muovendosi in salita e vincendo apparentemente la forza di gravità.

20 Conca di Galileo [piccola 1,5 m]



Utilità:

Con questa macchina si dimostra il primo principio della dinamica.

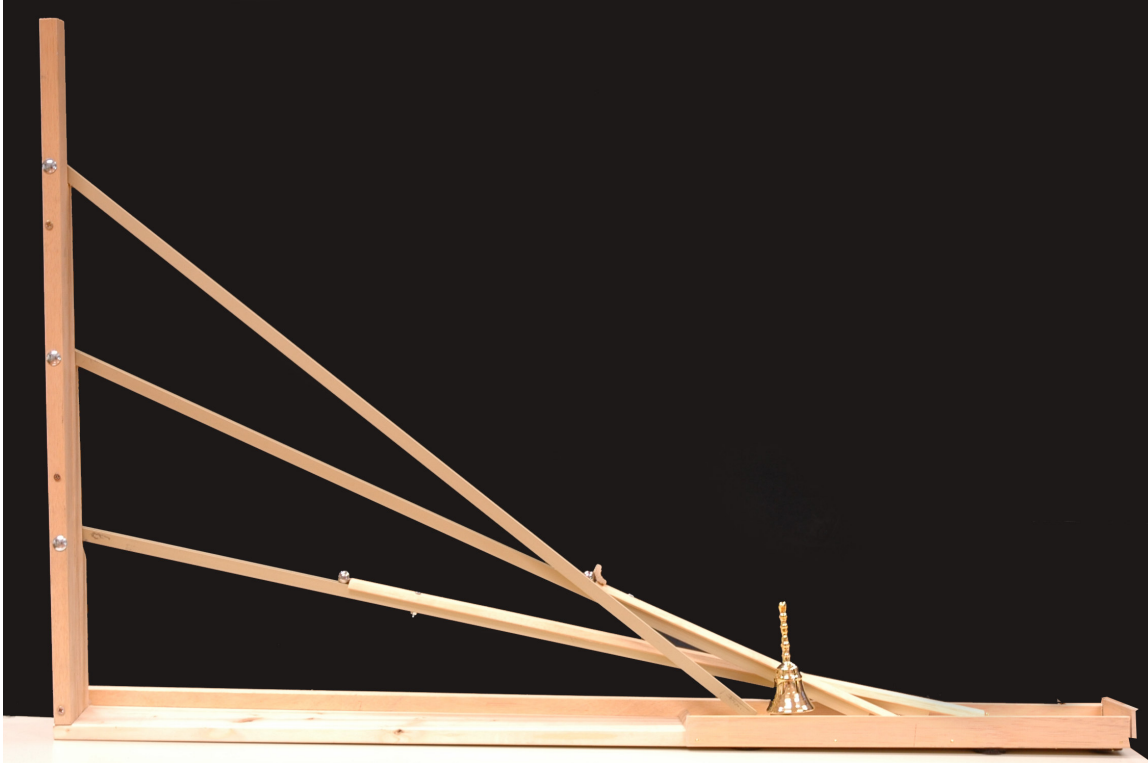
Esperimento:

Lasciando cadere una pallina dall'altezza di sinistra, si nota che essa raggiunge la stessa altezza a destra, sia che si muova sulla prima guida che sulla seconda.

Si conclude che l'altezza di arrivo deve essere sempre la stessa indipendentemente dall'inclinazione della seconda parte della guida e quindi se essa è uguale a zero (piano orizzontale) la pallina non si fermerà mai, muovendosi di moto RU.

Lo si dimostra ascoltando il suono delle te (o quattro) campane poste ad uguali distanze reciproche, che indica la costanza della velocità.

21 Secondo principio della dinamica [grande]



Utilità:

Con questa macchina si dimostra che la forza applicata a un corpo è proporzionale all'accelerazione che subisce (secondo principio della dinamica)

Esperimento:

Tre guide sono inclinate in modo che i cateti di sinistra (altezze da cui vengono lasciate cadere le palline) sono uno doppio ed uno triplo del primo. In questo modo le forze applicate alle palline su ciascuna rotaia sono nella stessa proporzione). Sulla guida meno inclinata è posto un ostacolo a distanza S dalla posizione di partenza. Sulla seconda guida l'ostacolo è a distanza $2S$ e sulla terza a $3S$.

Lasciando cadere contemporaneamente due palline qualsiasi si nota che esse arrivano contemporaneamente ai traguardi, impiegando tempi uguali a percorrere gli spostamenti.

Questo permette di concludere che l'accelerazione nella seconda guida è doppia di quella nella prima guida e quella della terza è tripla.

Dunque il rapporto fra forza ed accelerazione è costante in tutte le guide.

22 Macchina dei numeri quadrati [grande - 2 m circa]



Utilità:

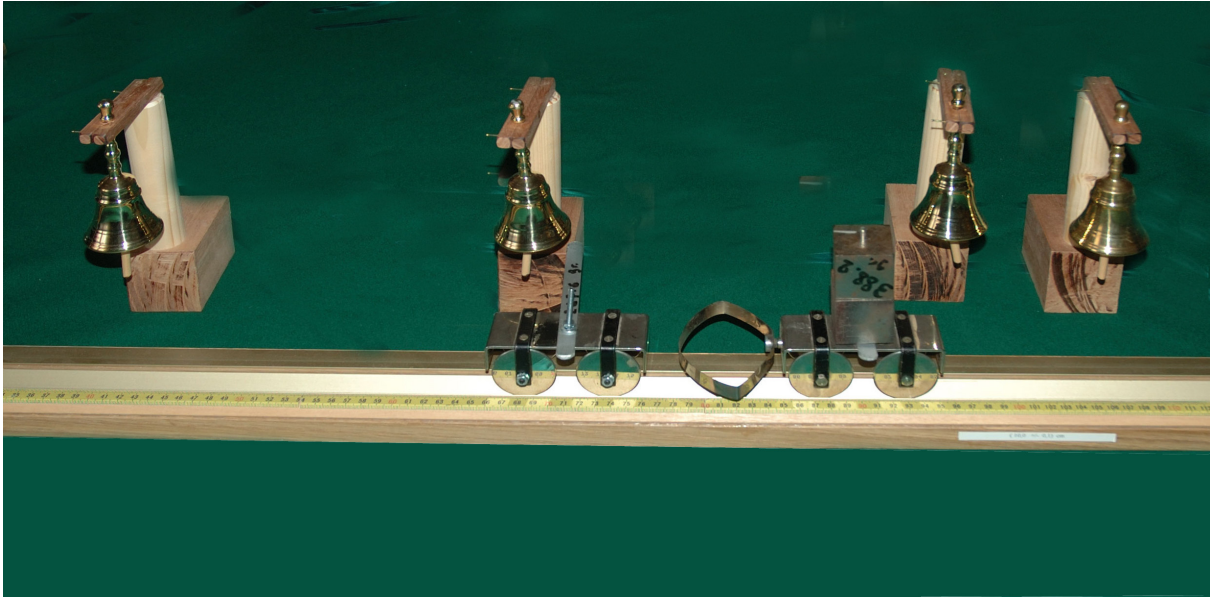
con questa macchina si possono dimostrare tre proprietà:

- 1 - la proporzionalità fra S e t^2 in un moto u.a.
- 2 - Su un piano inclinato (in presenza di una forza) il moto è u.a.
- 3 - l'equazione del moto è $s = \frac{1}{2}at^2$.

Esperimento:

- 1 - si posizionano i campanelli 1, 3, 5, 7, 9 e si nota con il pendolo che i tempi sono uniformi
- 2 - si posizionano un campanello prima ed uno dopo il punto 3 e un campanello due posizioni prima e due dopo il numero 7, si nota che gli intervalli di tempo sono uguali (e quindi la V_7 è doppia della V_3)
- 3 - si utilizza anche il pendolo corto che ha periodo uguale alla metà del periodo del pendolo lungo.

23 Conservazione della quantità di moto (terzo principio della dinamica)



Utilità:

Con questa macchina si dimostra che in un urto elastico fra due masse diverse la quantità di moto totale del sistema si conserva

Esperimento:

Dopo aver calcolato la velocità del carrello che viene urtato, in rapporto a quella del carrello che urta, si pongono le campane a distanze relativamente proporzionali e si verifica che gli intervalli di tempo fra i suoni sono uguali.

24 La catenaria



Utilità:

Con questa macchina si mostra la reciprocità fra una serie di curve catenarie ed una costruzione statica ad arche, come per le cattedrali di Gaudì.

Esperimento:

Ci si limita all'osservazione

25 Costruzione di una parabola



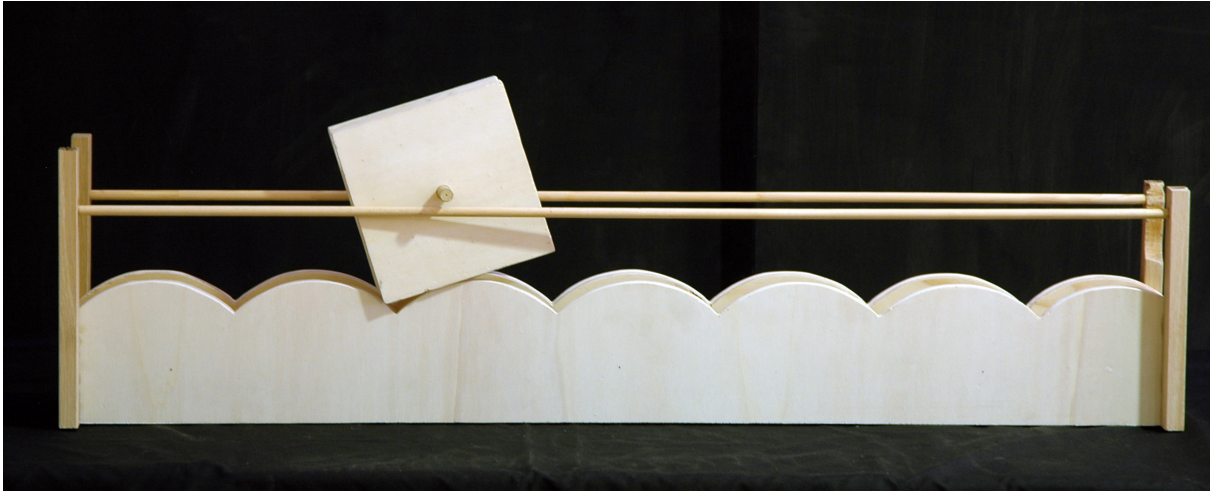
Utilità:

Con questa macchina si mostra come si può costruire una parabola per inversione

Esperimento:

Cambiando l'inclinazione dell'asta superiore si cambia la forma della parabola fino a quando si ottiene la figura limite nel caso che l'asta sia parallela alla base della macchina (le linee si intersecano in un punto).

26 Le ruote quadrate (costruite dagli studenti del Liceo Malpigli)



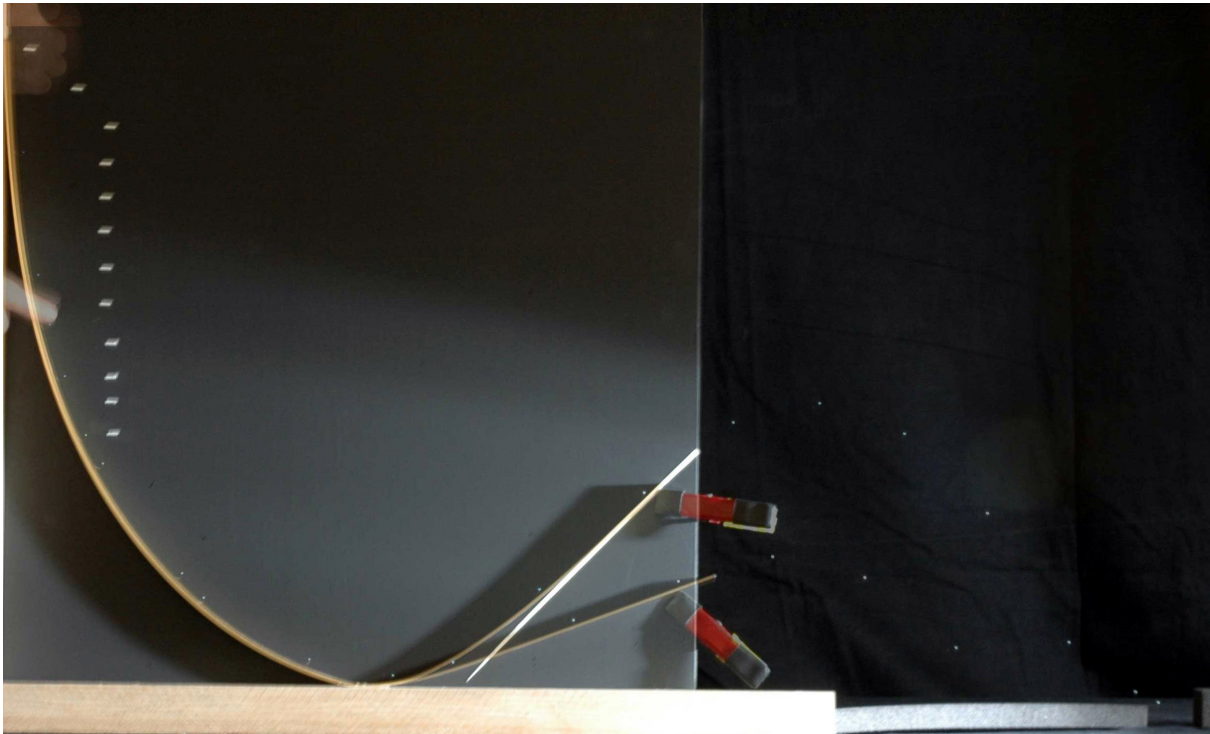
Utilità:

Con questa macchina si mostra come anche una "ruota quadrata" può rotolare su un percorso orizzontale, se la sua forma è adeguata

Esperimento:

Dando una piccola spinta alla ruota essa raggiunge la fine del percorso. Si può discutere sulla forma particolare della rotaia sulla quale si muove la ruota.

27 Gittata di un proiettile



Utilità:

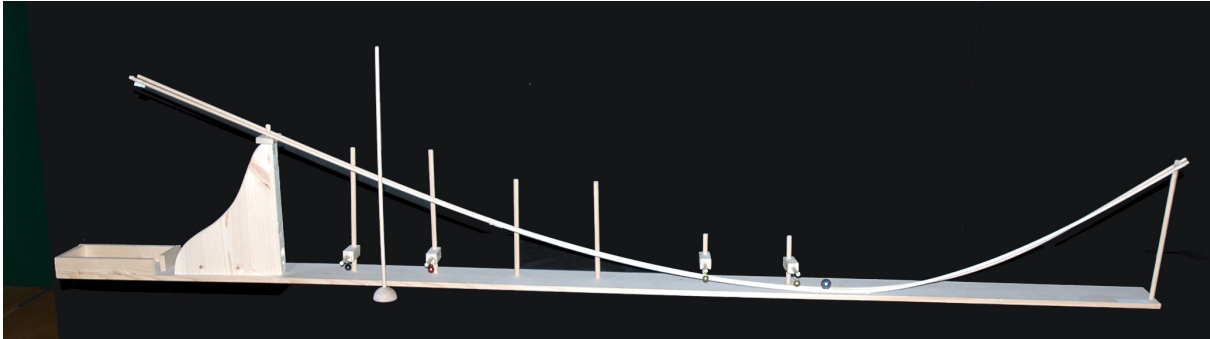
Con questa macchina si mostra che la massima gittata si ha quando l'angolo di espulsione del proiettile è 45°

Esperimento:

Si lascia andare una pallina da un punto tale che la sua velocità di lancio (alla fine della guida) sia sempre uguale (indipendentemente dall'inclinazione del secondo tratto).

Si fotografano con la lampada stroboscopica diversi lanci per inclinazioni diverse, verificando che la gittata massima si ha quando l'angolo è a 45° .

28 Conca di Galileo ad una corsia



Utilità:

Con questa macchina si dimostra il primo principio della dinamica.

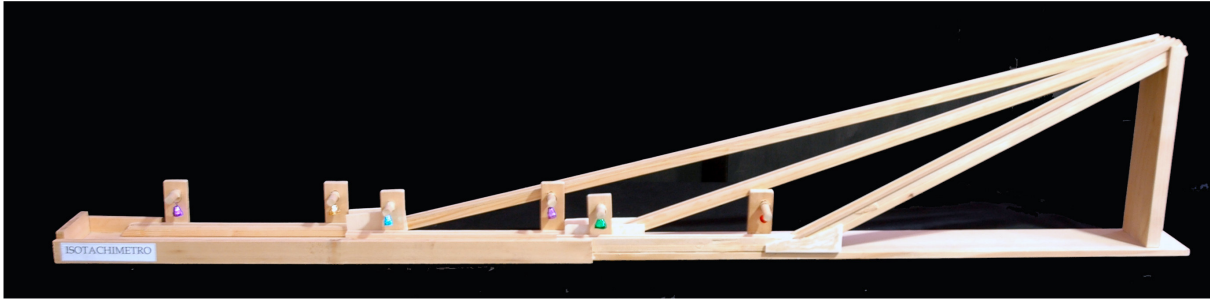
Esperimento:

Lasciando cadere una pallina dall'altezza di destra, si nota che essa raggiunge la stessa altezza a sinistra, qualunque sia l'inclinazione della seconda parte della guida. Lo si verifica utilizzando una sottile asta di riferimento che viene posta in mezzo alla guida

Si conclude che l'altezza di arrivo deve essere sempre la stessa indipendentemente dall'inclinazione della seconda parte della guida e quindi se essa è uguale a zero (piano orizzontale) la pallina non si fermerà mai, muovendosi di moto RU.

Lo si dimostra ascoltando il suono dei 4 campanelli posti ad uguali distanze reciproche, subito dopo il primo piano inclinato.

29 Isocronometro



Utilità:

Con questa macchina si dimostra che la velocità di caduta di una pallina dipende solo dall'altezza di partenza e non dall'inclinazione del piano.

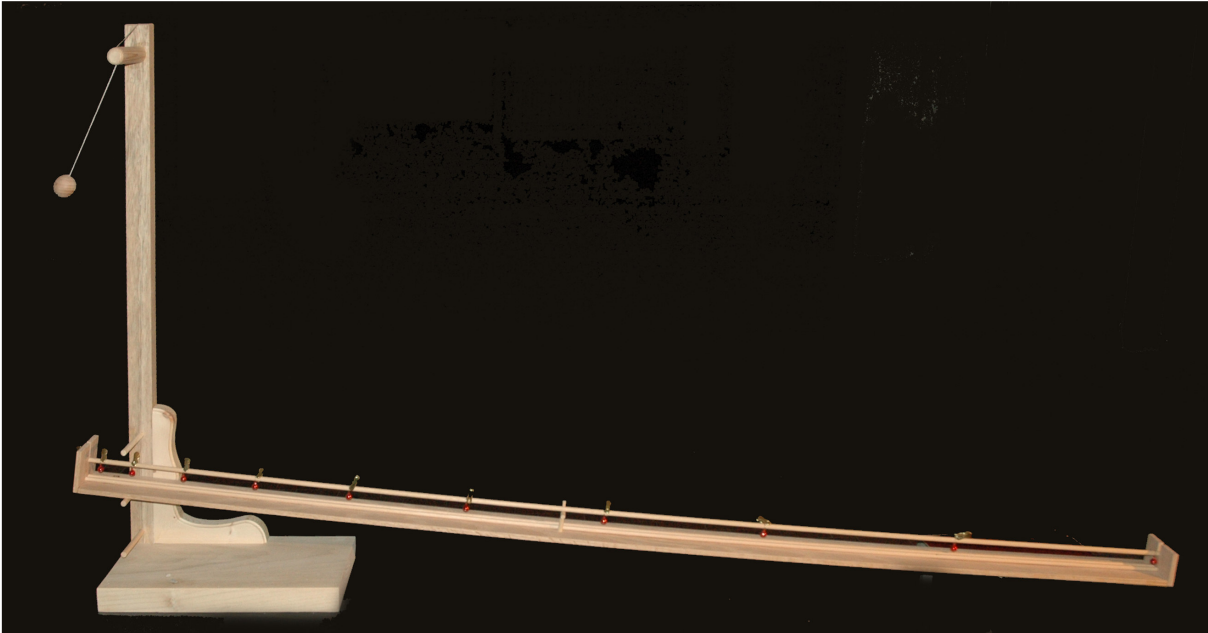
Esperimento:

Tre corsie di lunghezza diversa sono inclinate con angoli differenti, partendo tutte dalla stessa altezza.

Alla fine delle guide, sui piani orizzontali, sono poste tre coppie di campanelli ad uguali distanze reciproche.

Le palline lasciate cadere da ogni guida fanno suonare i campanelli e l'intervallo fra il suono del primo e quello del secondo di ogni coppia è uguale in tutti i casi, dimostrando così l'uguaglianza delle velocità.

30 Piano inclinato di Galileo con 7 campanelli mobili



Utilità:

Con questa macchina si dimostra la proporzionalità fra spostamento e tempo al quadrato in un moto u.a.

Esperimento:

Si ripete l'esperimento di Galileo trovando le posizioni in cui bisogna mettere i campanelli perché l'intervallo di suono fra uno e l'altro sia costante.

Il pendolo con una lunghezza tale che il suo semi periodo coincida con l'intervallo di tempo fra il suono di due campanelli rende l'esperimento meno qualitativo.

31 Rotolamento sfere piccole



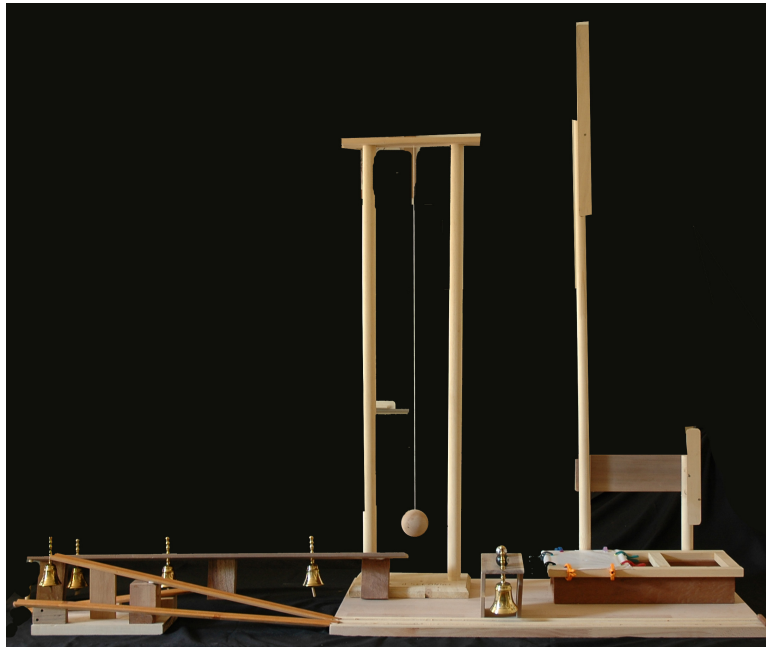
Utilità:

Con questa macchina si dimostra che la velocità di caduta di una sfera su una guida inclinata non dipende dal peso della sfera

Esperimento:

Lasciando cadere contemporaneamente due palline piccola su due rotaie di uguale larghezza si nota che arriva prima in fondo la pallina più pesante, ma ponendo quest'ultima su una rotaia più larga si vede chiaramente che arriva per prima la pallina più piccola.

32 Conservazione dell'energia – Energia Potenziale – Energia cinetica



Utilità:

Con questa macchina si dimostra la dipendenza dell'energia potenziale dall'altezza di caduta, l'indipendenza della velocità di caduta dall'inclinazione del piano e si determina la costante di proporzionalità nella formula dell'energia cinetica

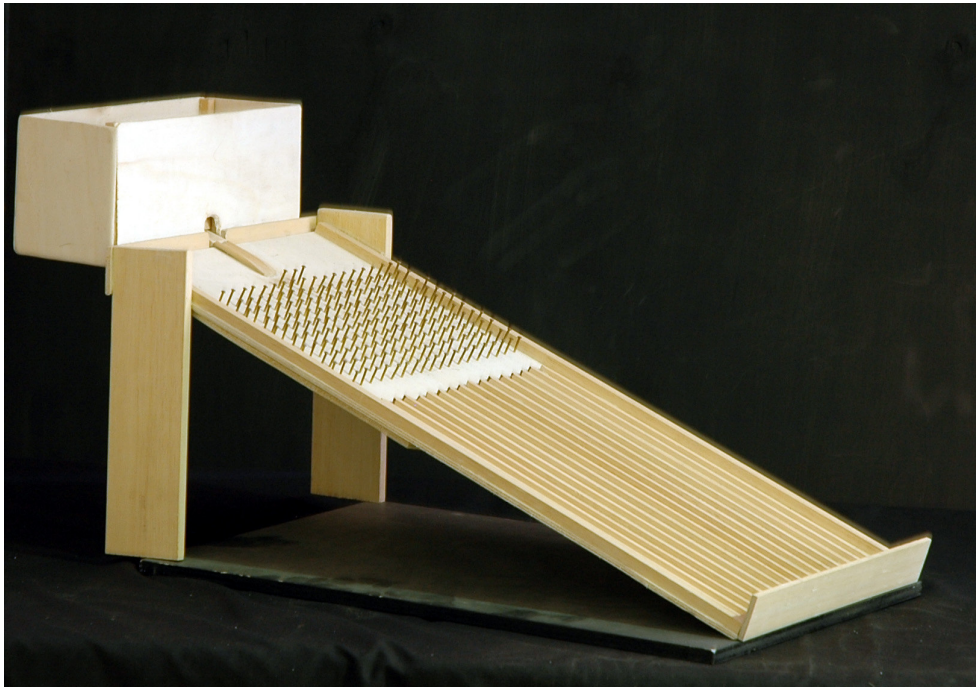
Esperimento:

Si utilizzano due sfere identiche delle quali una pesa 6 volte l'altra. Si verifica che per bucare un foglio di carta velina occorre che la sfera leggera cada da un'altezza 6 volte maggiore di quella da cui deve cadere la sfera pesante per rompere la carta.

Utilizzando un pendolo lungo 1 metro si misura la velocità di caduta di una pallina su un piano inclinato.

Lasciando cadere due palline da guide diversamente inclinate si ascoltano i suoni di due coppie di campanelli.

33 Eventi casuali piccola



Utilità:

Con questa macchina si dimostra la distribuzione gaussiana negli eventi casuali

Esperimento:

Si lasciano cadere molte palline che attraversano un percorso in cui sono inseriti molti ostacoli e si osserva l'istogramma che esse formano sul piano inclinato.

Ripetendo più volte l'esperimento e sommando le palline che sono arrivate in ogni settore si ottiene una figura tanto più vicina alla gaussiana quanto maggiore è il numero delle prove.

34 Eventi casuali grande



Utilità:

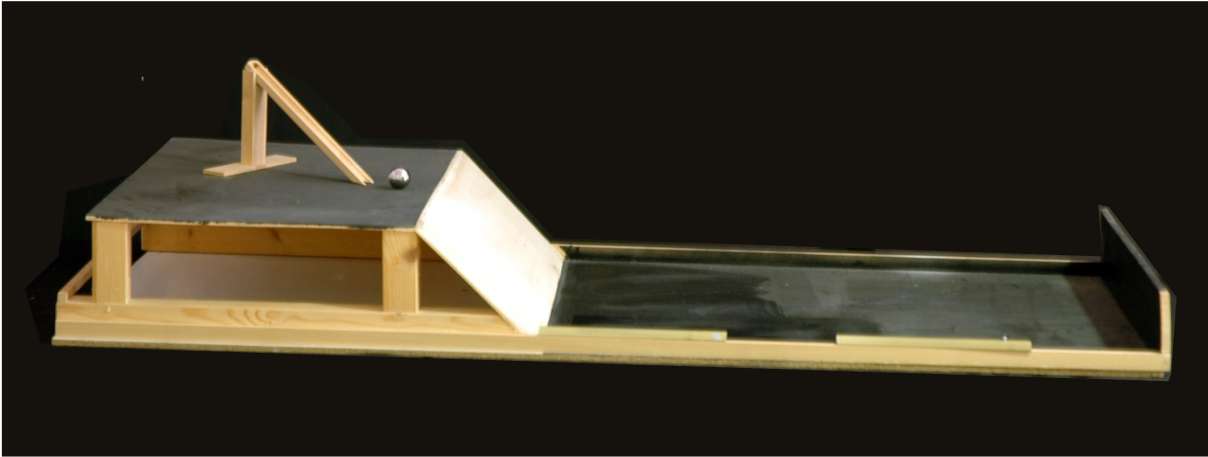
Con questa macchina si dimostra la distribuzione gaussiana negli eventi casuali

Esperimento:

Si lasciano cadere molte palline che attraversano un percorso in cui sono inseriti molti ostacoli e si osserva l'istogramma che esse formano sul piano inclinato.

Ripetendo più volte l'esperimento e sommando le palline che sono arrivate in ogni settore si ottiene una figura tanto più vicina alla gaussiana quanto maggiore è il numero delle prove.

35 Rifrazione corpuscolare



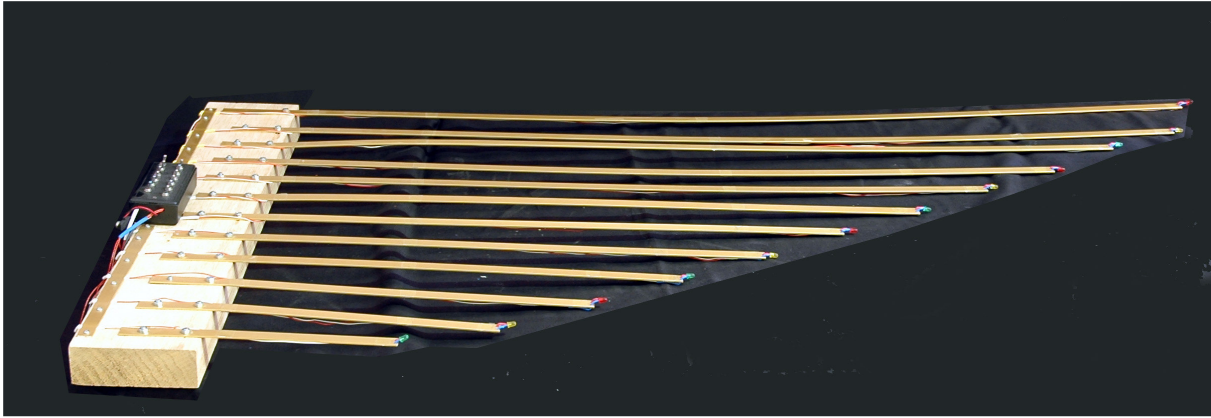
Utilità:

Con questa macchina si dimostra la legge della rifrazione corpuscolare

Esperimento:

un trampolino di lancio imprime ad una pallina una velocità sul piano alto. Quando la pallina scende lungo il piano inclinato devia la sua traiettoria che può essere evidenziata nel piano basso con l'uso di una macchina fotografica. E' evidente (anche senza fotografia) che l'angolo di rifrazione è minore di quello di incidenza a causa dell'aumento della velocità. Con il calcolo dei seni degli angoli di incidenza e rifrazione si ricava la legge della rifrazione corpuscolare

36 Le aste armoniche



Utilità:

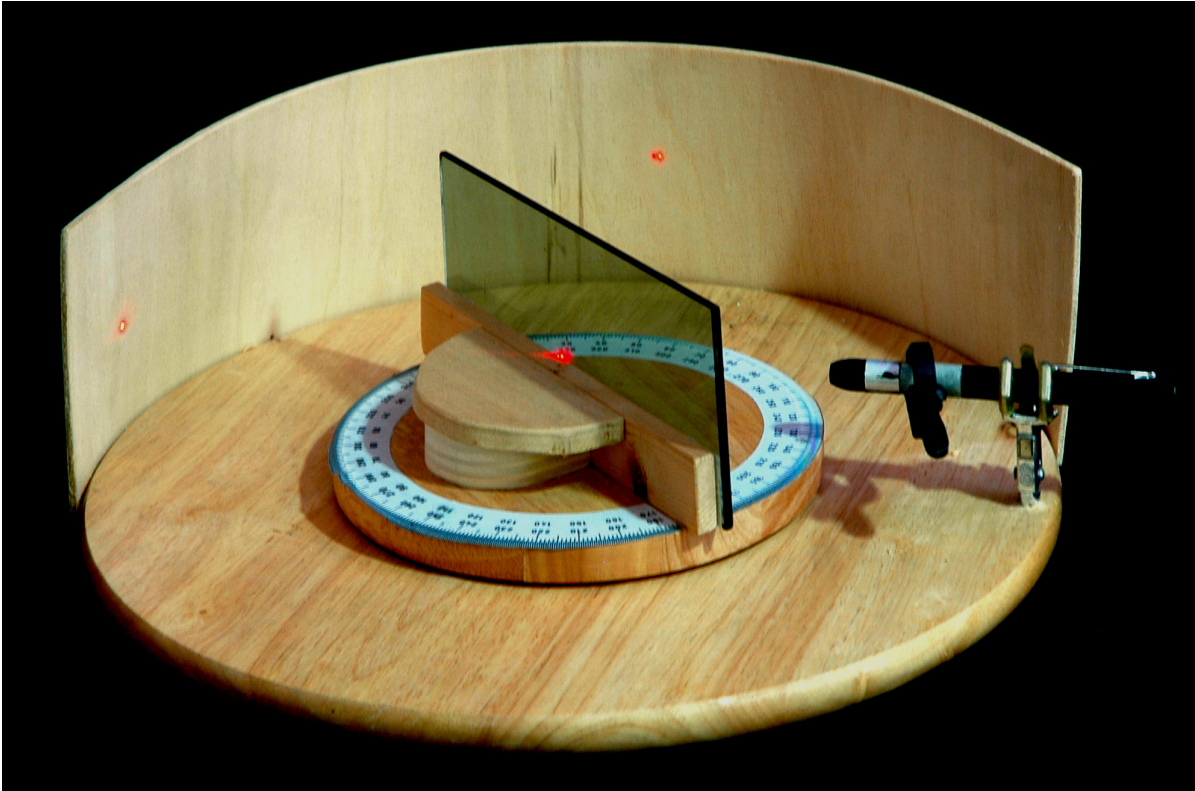
Con questa macchina si indaga la differenza di fase fra moti armonici

Esperimento:

Aste di lunghezza diversa presentano periodi diversi.

Dal confronto fra i comportamenti delle aste è possibile affrontare semplicemente il problema della differenza di fase fra moti armonici.

37 Angolo di Brewster



Utilità:

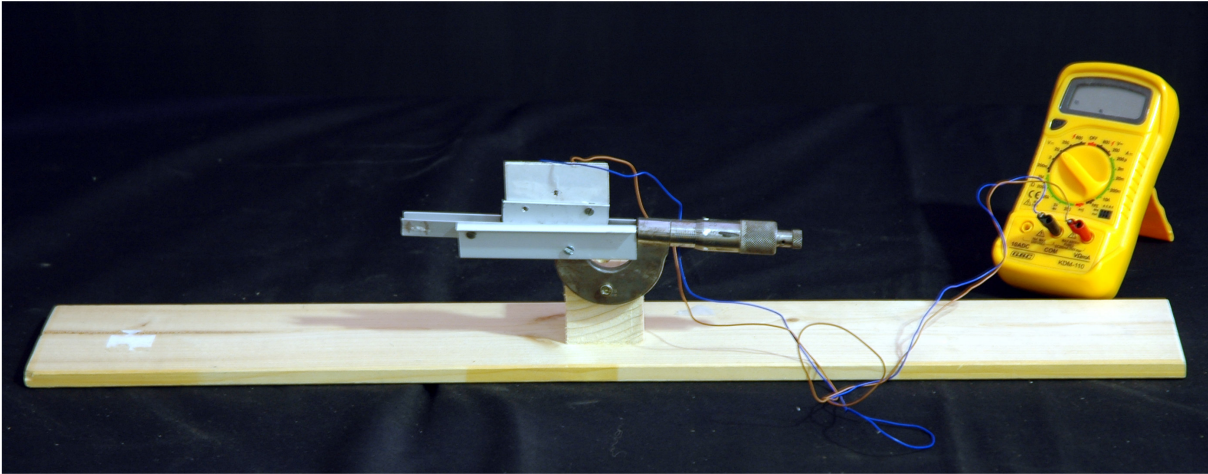
Con questa macchina si misura l'angolo di Brewster per cui è massima la polarizzazione per riflessione.

Esperimento:

Facendo in modo che il raggio del laser si rifletta sul vetro e incida sulla superficie curva che funge da schermo, si nota che esso è polarizzato. Infatti ruotando su se stessa la penna laser, l'intensità del punto luminoso sullo schermo cambia aumentando o diminuendo.

Una volta scelta la condizione per la quale l'intensità è minima, si ruota la base che supporta il vetro individuando la posizione per la quale l'intensità del punto luminoso è minima (quasi uguale a zero) L'angolo così ottenuto è l'angolo di Brewster

38 Diffrazione



Utilità:

Con questa macchina si disegna la figura di diffrazione generata da una fenditura

Esperimento:

Il raggio di un laser passando attraverso una sottile fenditura raggiunge una fotoresistenza posta su un supporto che viene spostato mediante un micrometro. Sul multimetro si legge il valore della resistenza corrispondente ad un punto sullo schermo. Effettuando molte misure ad intervalli uguali di avanzamento del micrometro si può graficare la tipica figura di diffrazione

39 Interferenza con gli ultrasuoni



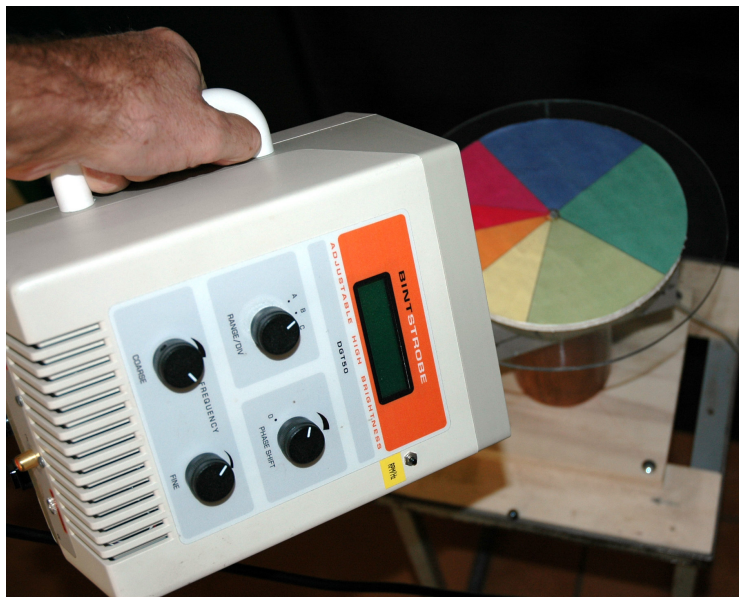
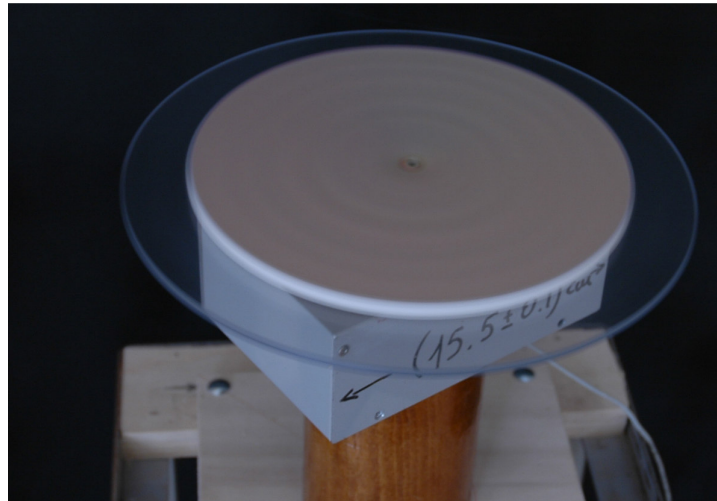
Utilità:

Con questo esperimento si misura la lunghezza d'onda di un ultrasuono mediante una figura d'interferenza

Esperimento:

Dietro alle due fenditure è posto un generatore d'ultrasuoni. Il rilevatore collegato all'asta ruotante permette di individuare i punti di minimo. L'angolo viene letto direttamente con il goniometro e permette di calcolare la lunghezza d'onda.

40 Il disco di Newton



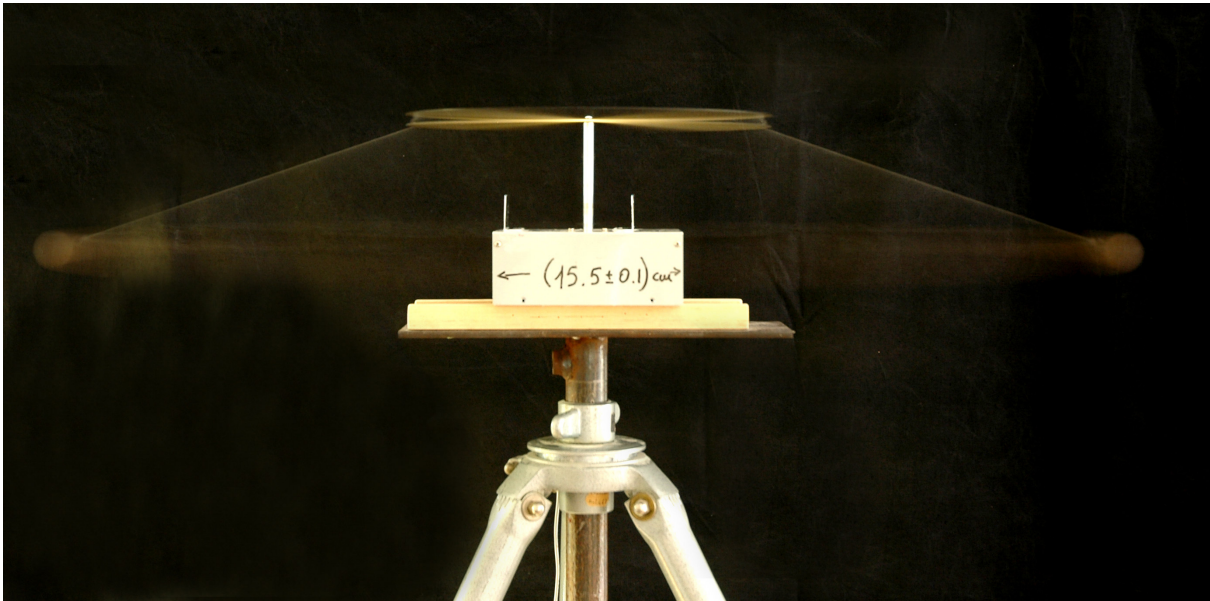
Utilità:

Con questo esperimento si dimostra che la luce bianca è costituita dalla somma dei colori dell'arcobaleno.

Esperimento:

Un disco di Newton viene messo in rotazione da un motorino in cc. Guardandolo si ha l'impressione che esso sia di colore biancastro. Se lo si illumina con una lampada stroboscopia di frequenza uguale a quella del motorini, il disco appare formato da spicchi dei diversi colori.

41 Forza centripeta (il "calcinculo")



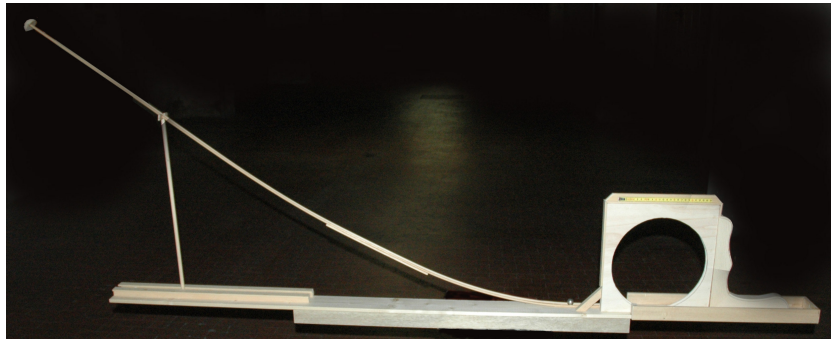
Utilità:

Con questa macchina si verifica la formula della forza centripeta

Esperimento:

Una pallina è collegata mediante un filo all'asse di un motore un corrente continua. Una volta stabilizzata la velocità angolare del motore si fotografa l'apparecchiatura usando un tempo di esposizione abbastanza lungo, in modo da registrare le posizioni estreme del filo. Si possono così misurare il raggio della circonferenza di rotazione e l'angolo del filo, che permette la determinazione della componente della forza peso orizzontale (forza centripeta). La velocità angolare del motore viene misurata direttamente con una lampada stroboscopia o con un cronometro pilotato da fotocellule.

42 Forza centrifuga (il "giro della morte")



Utilità:

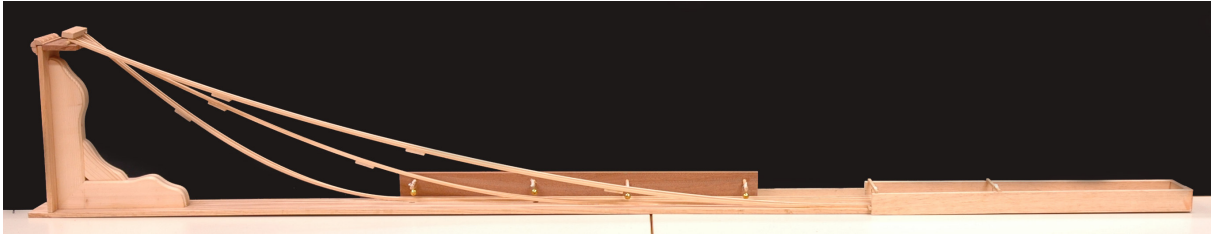
Con questa macchina si verifica la formula della forza centrifuga

Esperimento:

Una pallina che scende lungo il piano inclinato è in grado di fare un giro completo solo se la sua velocità è abbastanza elevata. Questa velocità indica la forza centripeta. Se si individua l'esatto punto di partenza della pallina e si ascolta il suo rumore sulla guida di legno, si avverte che questo rumore diminuisce vistosamente nella parte alta della circonferenza. Questo indica che la pallina abbandona momentaneamente la guida perché la sua forza peso è equilibrata dalla forza centrifuga.

Con una lampada stroboscopica si possono anche fare misure e rendere l'esperimento quantitativo.

43 Dipendenza della velocità di caduta dall'altezza di partenza



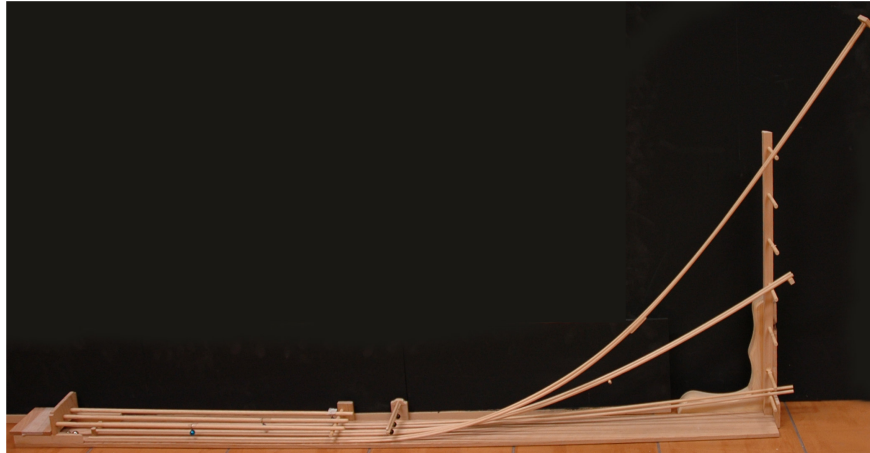
Utilità:

Con questa macchina si dimostra che la velocità di caduta di una pallina in un piano inclinato non dipende dalla lunghezza del piano o dalla sua inclinazione ma solo dall'altezza di partenza della pallina

Esperimento:

Tre piani inclinati appoggiano su uno stesso supporto. Le loro lunghezze sono differenti, e quindi anche le loro inclinazioni. Al termine di ogni piano è posta una coppia di campanellini egualmente distanti l'uno dall'altro. Essendo uguali gli intervalli tra i suoni dei campanellini di ogni coppia, si evince che anche le velocità sono uguali.

44 Principio di conservazione dell'energia



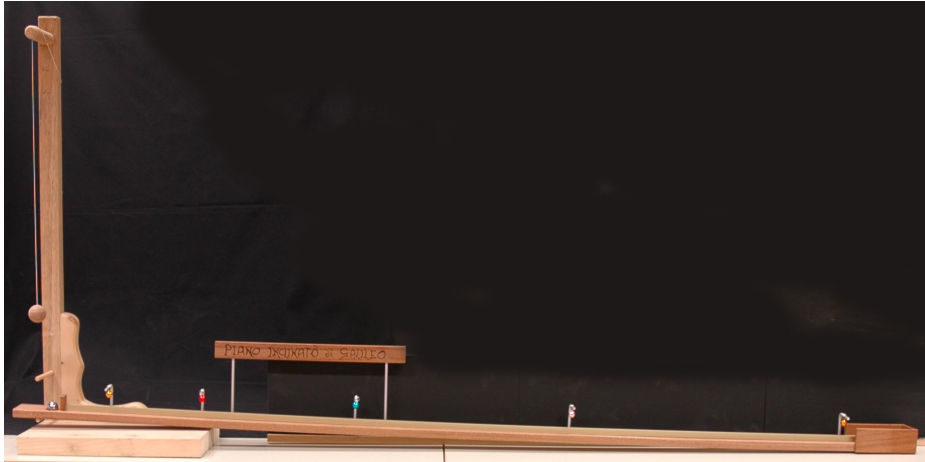
Utilità:

Con questa macchina si dimostra Che l'energia potenziale è uguale all'energia cinetica alla base del piano inclinato.

Esperimento:

Tre guide sono inclinate con angoli diversi e hanno le estremità ad altezze multiple (6 cm, 24 cm, 54 cm). Alla base di ogni guida sono posizionati due campanelli la cui distanza varia per ogni guida: in quella che ha altezza 24 cm la distanza è doppia rispetto a quella dei campanelli della prima guida, mentre nell'altra è tripla). L'intervallo di tempo fra il suono dei due campanelli è la stessa per ogni guida, dimostrando così la proporzionalità tra h e V^2 .

45 Il piano inclinato di Galileo



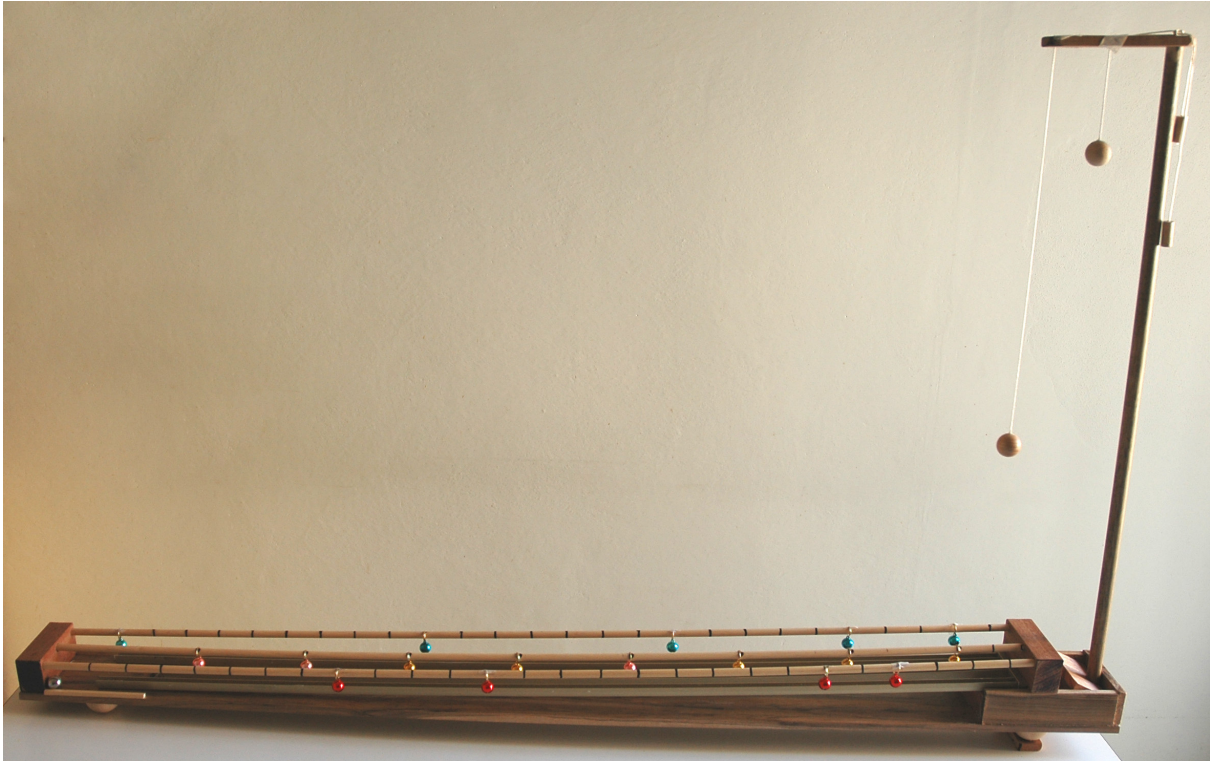
Utilità:

Con questa macchina si dimostra che in un piano inclinato lo spostamento è proporzionale al quadrato del tempo

Esperimento:

sul piano sono disposti 5 campanelli a distanze opportune. Lasciano rotolare una pallina e lasciando contemporaneamente il pendolo vi "vede" che esso "suona" ad ogni semiperiodo.

46 I numeri quadrati (piccola: 1,5 m)



Utilità:

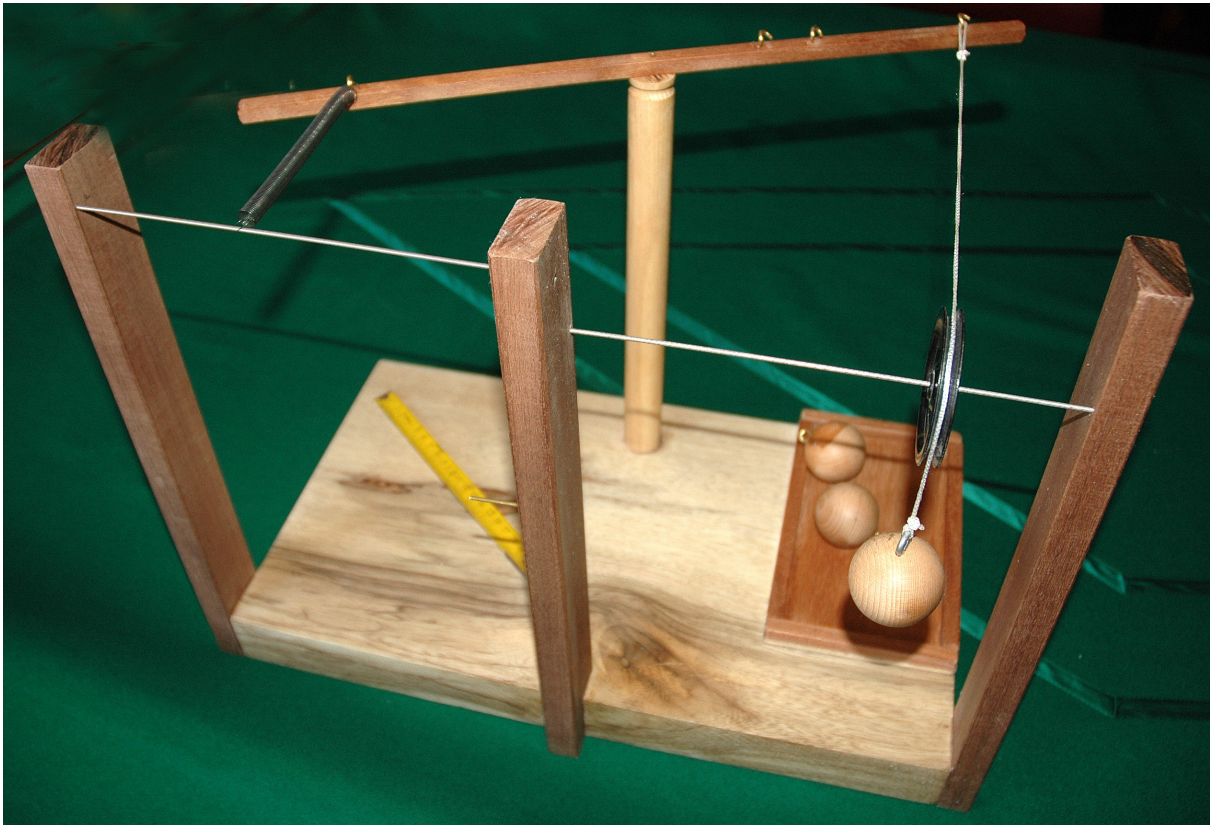
con questa macchina si possono dimostrare tre proprietà:

- 1 - la proporzionalità fra S e t^2 in un moto u.a.
- 2 - Su un piano inclinato (in presenza di una forza) il moto è u.a.
- 3 - l'equazione del moto è $s = \frac{1}{2}at^2$.

Esperimento:

- 1 - si posizionano i campanelli 1, 3, 5, 7 e si nota con il pendolo che i tempi sono uniformi
- 2 - si posizionano un campanello prima ed uno dopo il punto 3 e un campanello due posizioni prima e due dopo il numero 7, si nota che gli intervalli di tempo sono uguali (e quindi la V_7 è doppia della V_3)
- 3 - si utilizza anche il pendolo corto che ha periodo uguale alla metà del periodo del pendolo lungo.

47 Il momento di una coppia di forze



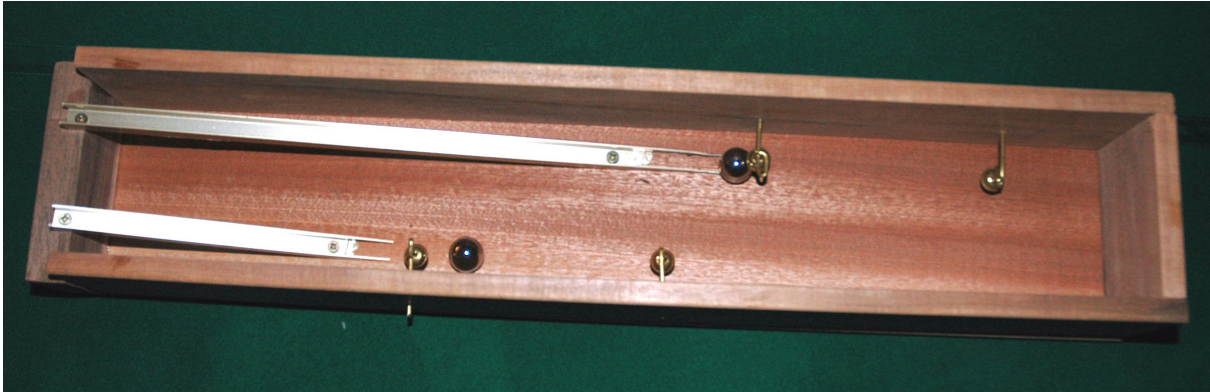
Utilità:

Con questa macchina è possibile verificare la seconda condizione di equilibrio

Esperimento:

si verifica con la molla e la legge di Hooke che le tre palline di legno hanno lo stesso peso. Poi si confronta l'allungamento della molla prodotto da una pallina alla massima distanza dal fulcro con quello prodotto da tre palline alla minima distanza ($1/3$) o quello prodotto da due palline alla distanza media ($1/2$).

48 Dipendenza di V da h (micro)



Utilità:

Con questa macchina si dimostra che la velocità di caduta di una pallina in un piano inclinato non dipende dalla lunghezza del piano o dalla sua inclinazione ma solo dall'altezza di partenza della pallina

Esperimento:

Due piani inclinati appoggiano su uno stesso supporto. Le loro lunghezze sono differenti, e quindi anche le loro inclinazioni. Al termine di ogni piano è posta una coppia di campanellini egualmente distanti l'uno dall'altro. Essendo uguali gli intervalli tra i suoni dei campanellini di ogni coppia, si evince che anche le velocità sono uguali.

49 Secondo principio della dinamica (Micro)



Utilità:

Con questa macchina si dimostra che la forza applicata a un corpo è proporzionale all'accelerazione che subisce (secondo principio della dinamica)

Esperimento:

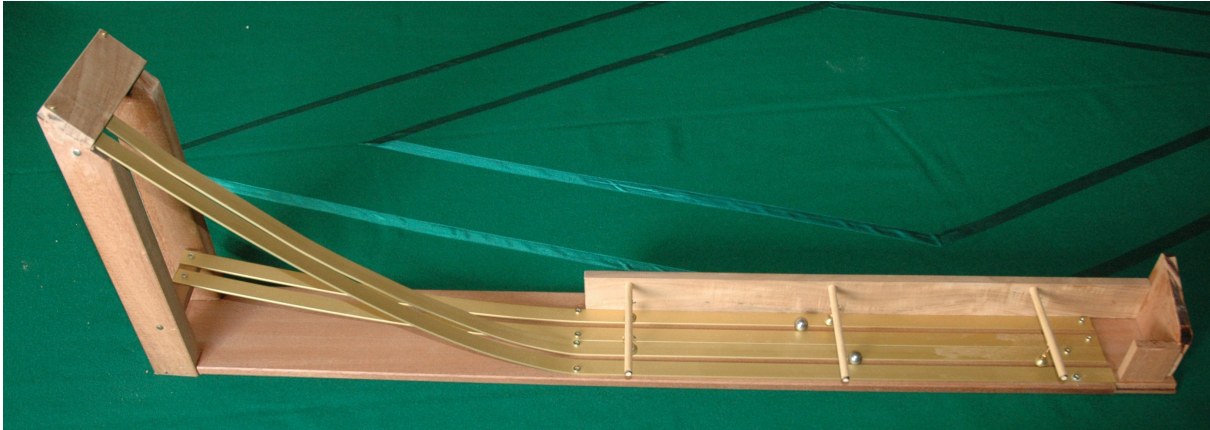
Tre guide sono inclinate in modo che i cateti di sinistra (altezze da cui vengono lasciate cadere le palline) sono uno doppio ed uno triplo del primo. In questo modo le forze applicate alle palline su ciascuna rotaia sono nella stessa proporzione). Sulla guida meno inclinata è posto un ostacolo a distanza S dalla posizione di partenza. Sulla seconda guida l'ostacolo è a distanza $2S$ e sulla terza a $3S$.

Lasciando cadere contemporaneamente due palline qualsiasi si nota che esse arrivano contemporaneamente ai traguardi, impiegando tempi uguali a percorrere gli spostamenti.

Questo permette di concludere che l'accelerazione nella seconda guida è doppia di quella nella prima guida e quella della terza è tripla.

Dunque il rapporto fra forza ed accelerazione è costante in tutte le guide.

50 Principio di conservazione dell'energia (Micro)



Utilità:

Con questa macchina si dimostra Che l'energia potenziale è uguale all'energia cinetica alla base del piano inclinato.

Esperimento:

Tre guide sono inclinate con angoli diversi e hanno le estremità ad altezze multiple (6 cm, 24 cm, 54 cm). Alla base di ogni guida sono posizionati due campanelli la cui distanza varia per ogni guida: in quella che ha altezza 24 cm la distanza è doppia rispetto a quella dei campanelli della prima guida, mentre nell'altra è tripla). L'intervallo di tempo fra il suono dei due campanelli è la stessa per ogni guida, dimostrando così la proporzionalità tra h e V^2 .

51 Giro della morte MICRO



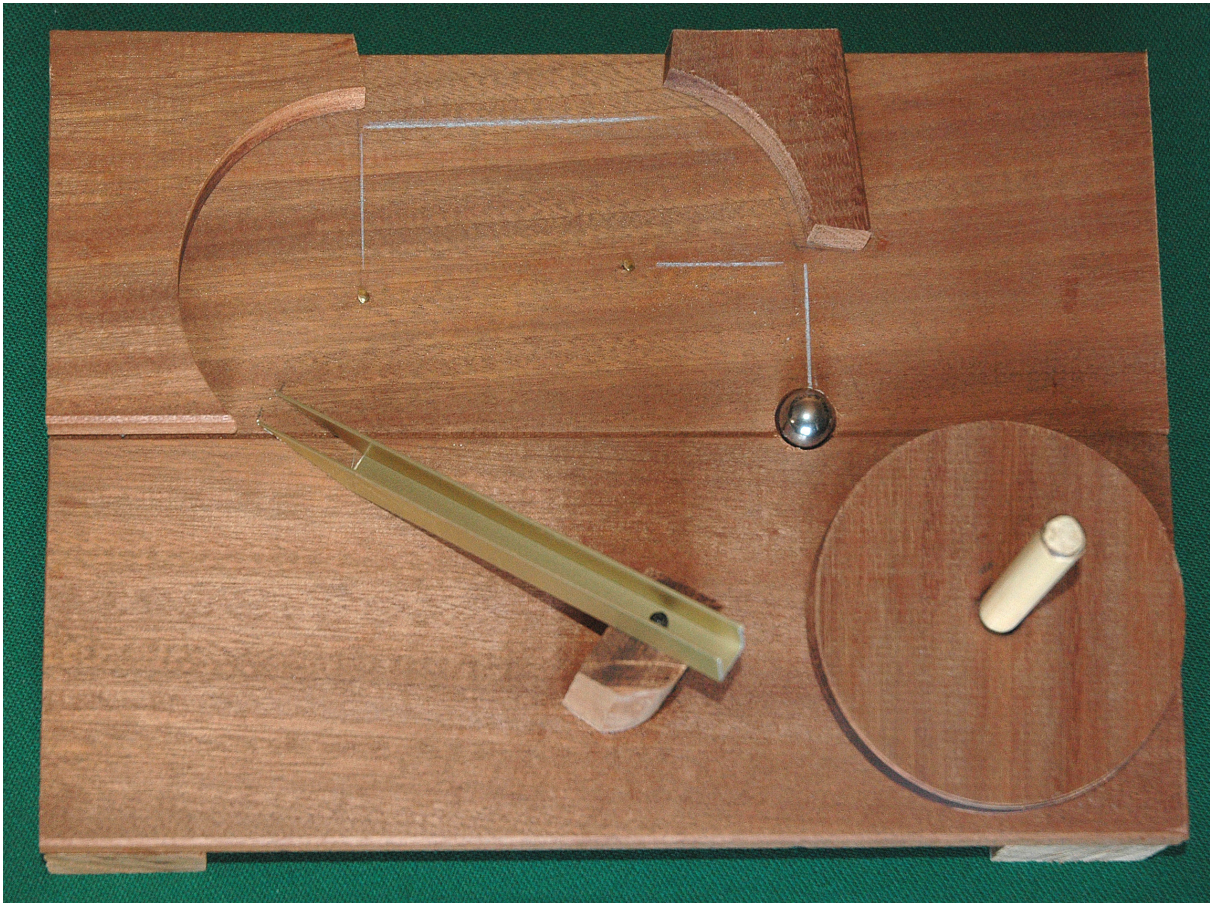
Utilità:

Con questa macchina si verifica la formula della forza centrifuga

Esperimento:

Una pallina che scende lungo il piano inclinato è in grado di fare un giro completo solo se la sua velocità è abbastanza elevata. Questa velocità indica la forza centripeta. Se si individua l'esatto punto di partenza della pallina e si ascolta il suo rumore sulla guida di legno, si avverte che questo rumore diminuisce vistosamente nella parte alta della circonferenza. Questo indica che la pallina abbandona momentaneamente la guida perché la sua forza peso è equilibrata dalla forza centrifuga.

52 Forza centripeta MICRO



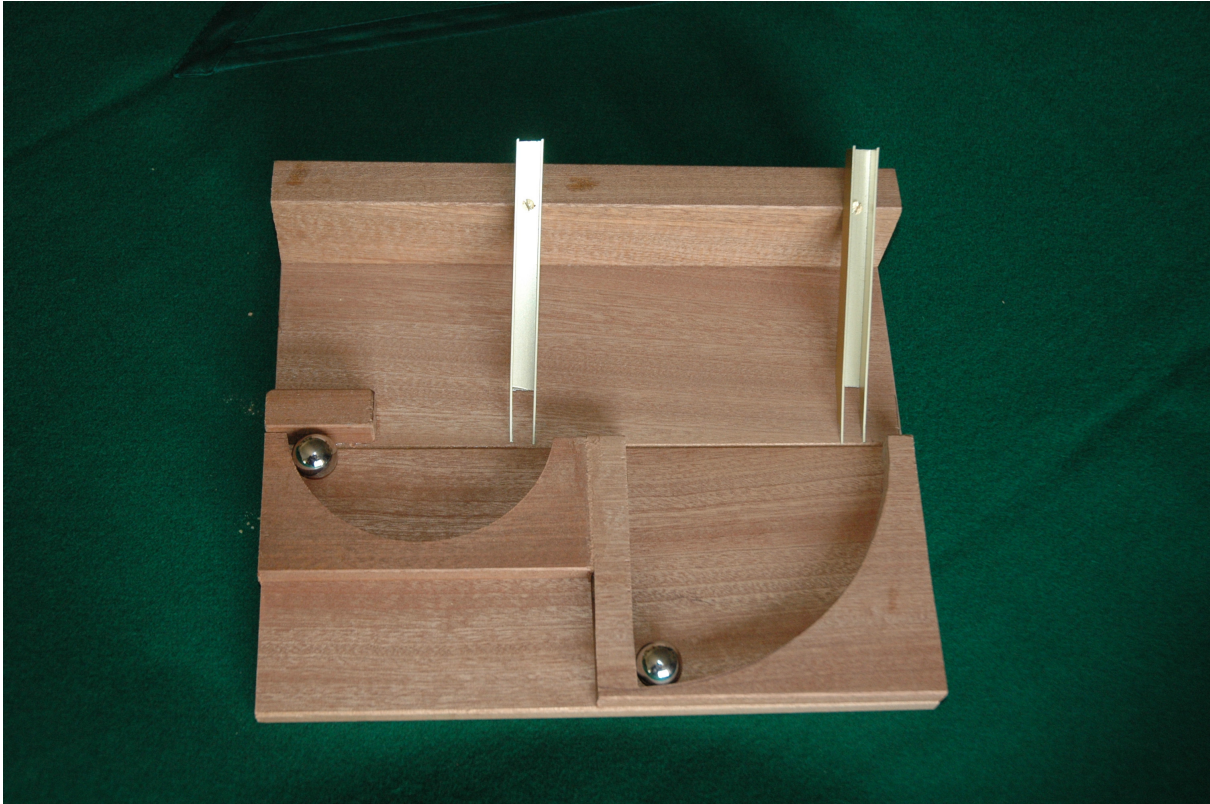
Utilità:

Con questa macchina si dimostra che in assenza di una forza centripeta, espressa da un vincolo di forma circolare) la pallina si muove lungo la tangente alla circonferenza.

Esperimento:

Si lascia cadere la pallina lungo la guida di sinistra. Una volta arrivata sul piano orizzontale, la pallina segue la curva circolare del vincolo, alla fine del quale prosegue il suo moto lungo la linea tracciata sul piano e perpendicolare al raggio della circonferenza (del vincolo). La cosa si ripete una seconda volta determinando la caduta della pallina in un pozzetto posto lungo la direzione della seconda tangente.

53 Velocità tangenziale e velocità angolare MICRO



Utilità:

Con questa macchina si intuisce il rapporto tra velocità angolare e velocità tangenziale in un moto circolare uniforme.

Esperimento:

Si lasciano cadere dalla stessa altezza due palline lungo le due rotaie parallele, ugualmente inclinate, si nota che esse arrivano contemporaneamente ai relativi traguardi.

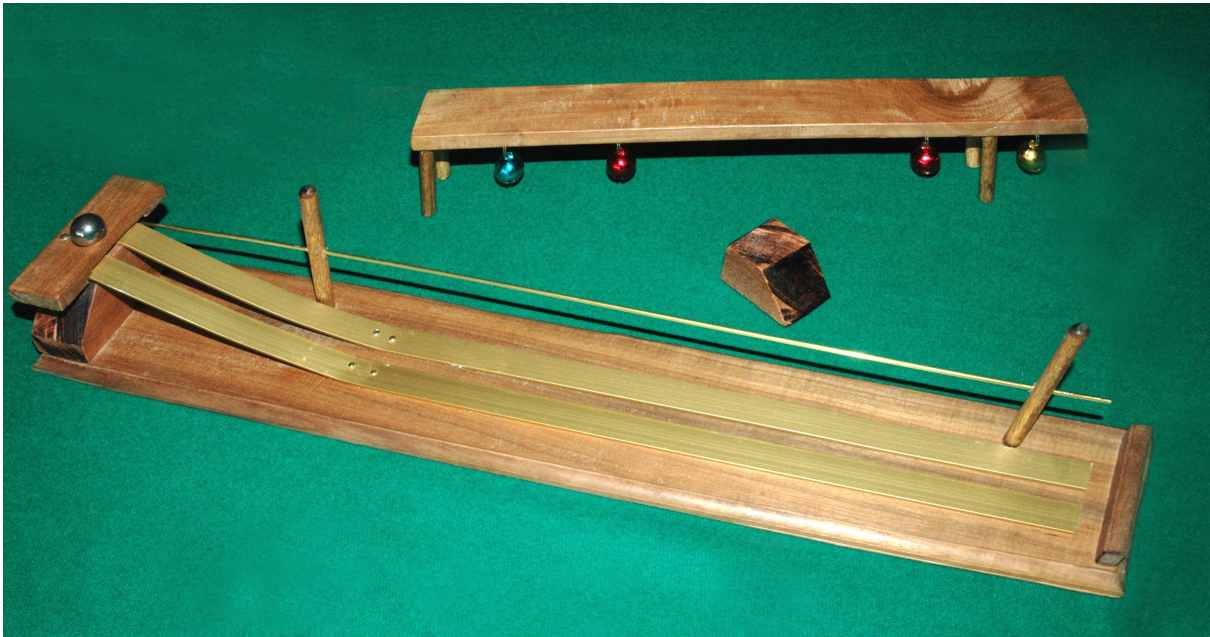
Nella prima rotaia, di raggio R , il traguardo è posto ad un angolo di 180° . Nella seconda rotaia il raggio è uguale a $2R$ e l'angolo è la metà del primo (90°).

Essendo uguali i tempi di percorrenza dei due archi, si deduce che il rapporto tra la velocità angolare e il raggio è costante.

Poiché le velocità raggiunte dalle palline alla fine delle rotaie sono uguali, si può ipotizzare la relazione:

$$V = \omega R$$

54 Conca di Galileo (Micro)



Utilità:

Con questa macchina si dimostra il primo principio della dinamica.

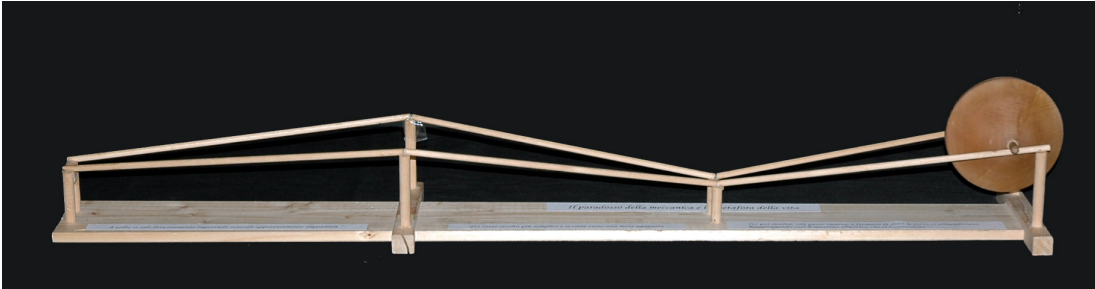
Esperimento:

Lasciando cadere una pallina dall'altezza di sinistra, si nota che essa raggiunge la stessa altezza a destra, qualunque sia l'inclinazione della seconda parte della rotaia (la si varia utilizzando il piccolo cuneo).

Si conclude che l'altezza di arrivo deve essere sempre la stessa indipendentemente dall'inclinazione della seconda parte della guida e quindi se essa è uguale a zero (piano orizzontale) la pallina non si fermerà mai, muovendosi di moto RU.

Lo si dimostra ascoltando il suono delle due coppie di campanellini posti ad uguali distanze reciproche, che indica la costanza della velocità.

55 Paradosso del doppio cono (estensione piccola)



Utilità:

Con questa macchina si mostra un'estensione del paradosso del doppio cono.

Esperimento:

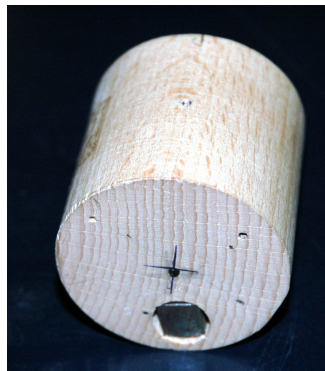
Muovendosi sulle guide divaricate il baricentro del doppio cono scende verso il basso dando l'impressione che il doppio cono percorra delle salite vincendo la forza di gravità.

56 Paradosso del cilindro piccolo



Utilità:

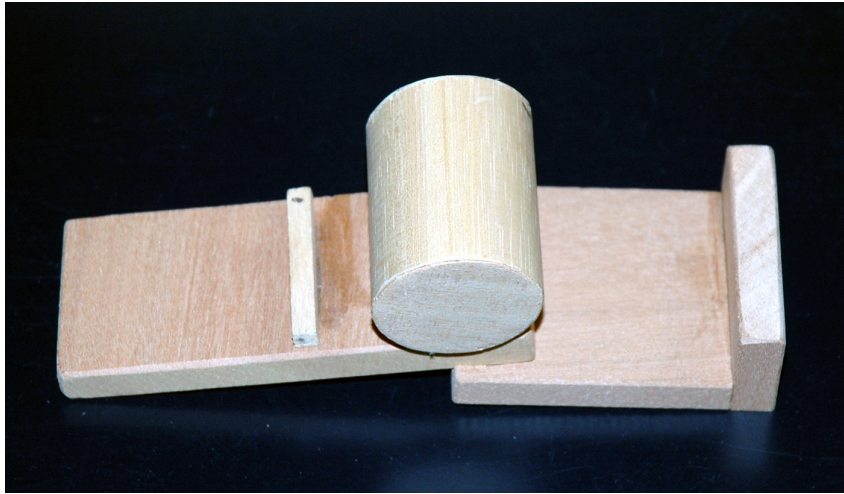
Si dimostra che un cilindro di legno è in grado di salire lungo un piano senza bisogno di spinte



Esperimento:

Un'anima di ferro nascosta all'interno del cilindro genera la coppia di forze che, in una particolare posizione, fa salire il cilindro lungo il piano inclinato fino a cadere nel piano sottostante.

57 Paradosso del cilindro micro



Utilità:

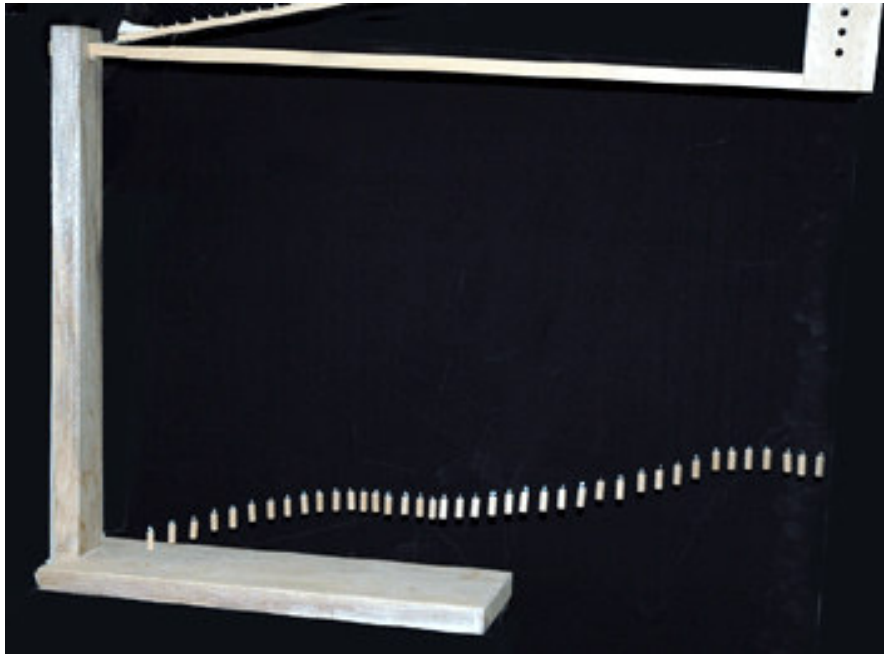
Si dimostra che un cilindro di legno è in grado di salire lungo un piano senza bisogno di spinte



Esperimento:

Un'anima di ferro nascosta all'interno del cilindro genera la coppia di forze che, in una particolare posizione, fa salire il cilindro lungo il piano inclinato fino a cadere nel piano sottostante.

58 Onde prodotte da pendoli sfasati



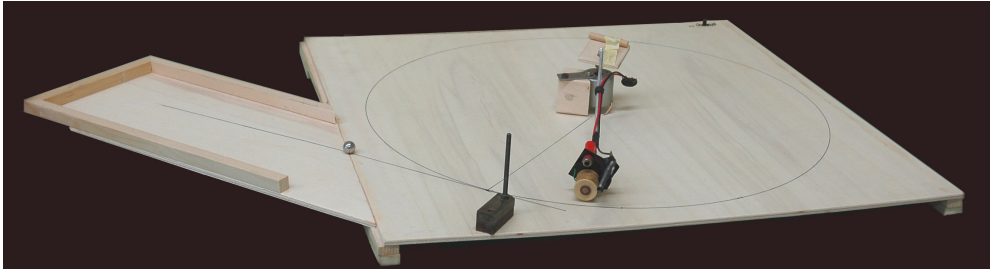
Utilità:

Con questa macchina si mostra come una serie di pendoli di diversa lunghezza possa produrre un'onda

Esperimento:

Si inclina l'asta di supporto dei pendoli in modo che essi abbiano lunghezze a scalare. Mettendoli in moto contemporaneamente (inclinando la macchina) si viene a formare un'onda la cui lunghezza diminuisce al passare del tempo. Riportando l'asta nella posizione orizzontale, tutti i pendoli vengono ad avere la stessa lunghezza e l'onda non si accorcia più.

59 Tangentoscopio



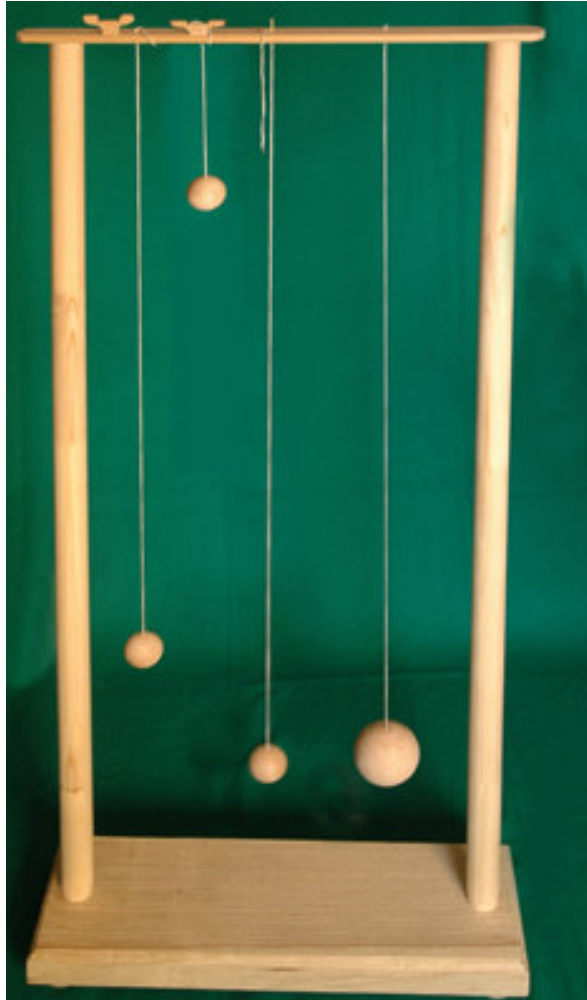
Utilità:

Con questa macchina si mostra che in un moto circolare uniforme l'unica forza reale è quella centripeta

Esperimento:

Si mette in rotazione il braccio centrale, collegato all'albero di un motore in cc, all'estremità del quale è fissata un'elettrocalamita che regge una piccola sfera. Quando il braccio passa in prossimità di un'asta esterna, questa apre il circuito dell'elettrocalamita e la pallina si sgancia proseguendo la sua corsa lungo la tangente alla circonferenza disegnata sul piano.

60 Proprietà del pendolo semplice



Utilità:

Con questi 4 pendoli si mostrano le proprietà principali

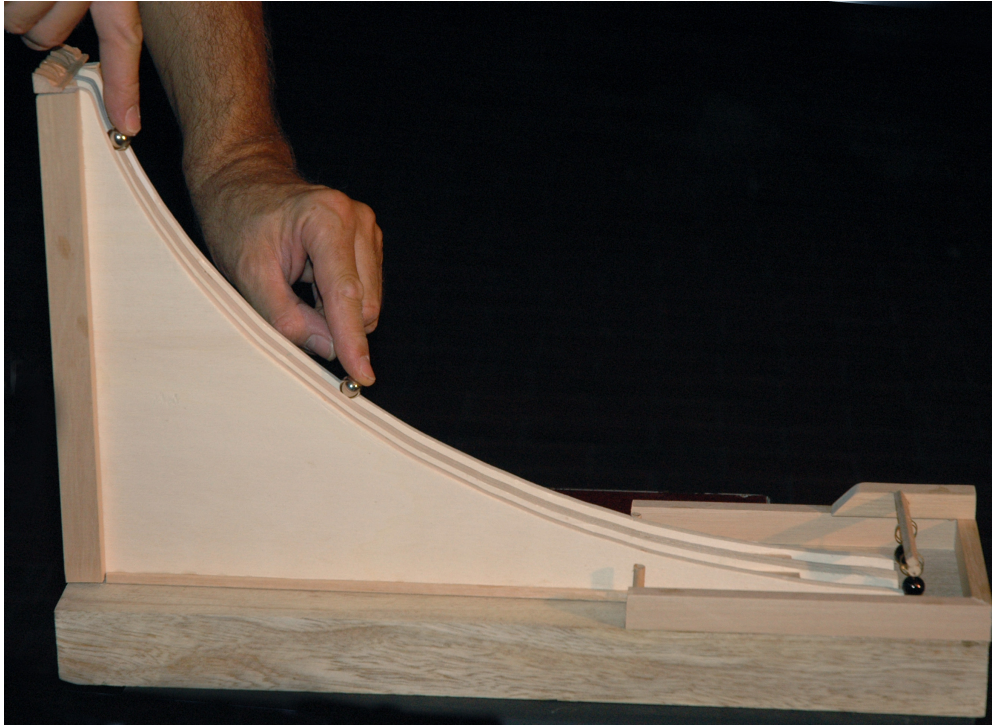
Esperimento:

Si confrontano i periodi di 2 pendoli di uguale lunghezza e di massa diversa constatando che sono uguali in quanto i pendoli rimangono in fase.

Cambiando la lunghezza del pendolo mentre oscilla si nota un vistoso cambiamento del periodo.

Un pendolo di lunghezza $\frac{1}{4}$ si rifusa dopo 2 periodi, quindi T è proporzionale alla radice di L .

61 . Cicloide: Tautocrona Grande



Utilità:

Con questa macchina si dimostra la proprietà di tautocronismo della cicloide.

Esperimento:

Si lasciano cadere due sferette da due punti qualsiasi delle rotaie a forma di cicloide e si vede che arrivano sempre assieme al traguardo.

62 Cicloide: Tautocrona Media



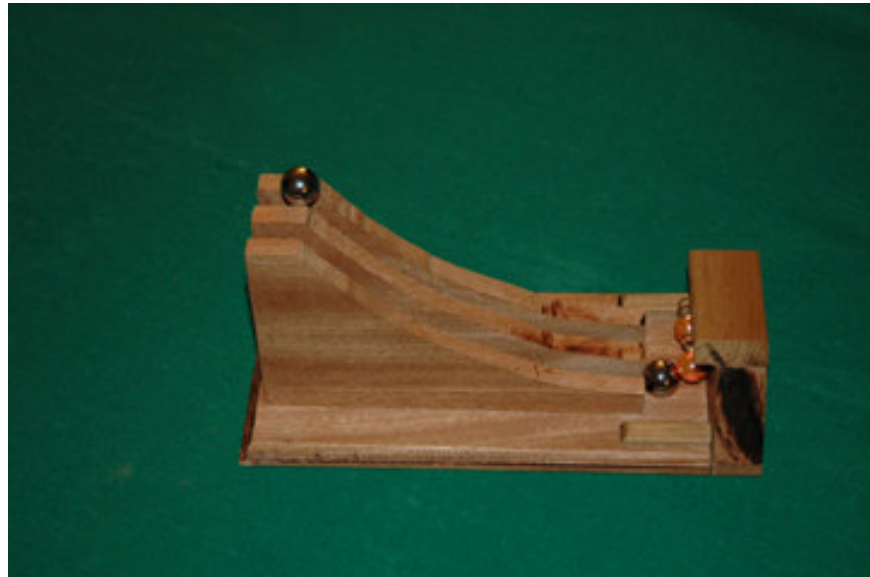
Utilità:

Con questa macchina si dimostra la proprietà di tautocronismo della cicloide

Esperimento:

Si lasciano cadere due sferette da due punti qualsiasi delle rotaie a forma di cicloide e si vede che arrivano sempre assieme al traguardo

63 Cicloide: Tautocrona Micro



Utilità:

Con questa macchina si dimostra la proprietà di tautocronismo della cicloide.

Esperimento:

Si lasciano cadere due sferette da due punti qualsiasi delle rotaie a forma di cicloide e si vede che arrivano sempre assieme al traguardo.

64 Cicloide: Brachistocrona Micro



Utilità:

Con questa macchina si dimostra la proprietà di brachistocronismo della cicloide.

Esperimento:

Si lasciano cadere contemporaneamente due sferette, una lungo una corda e l'altra lungo una cicloide e si vede che arriva prima all'intersezione la sfera che segue la cicloide, pur percorrendo uno spostamento maggiore.

65 Cicloide e circonferenza: Brachistocrona



Utilità:

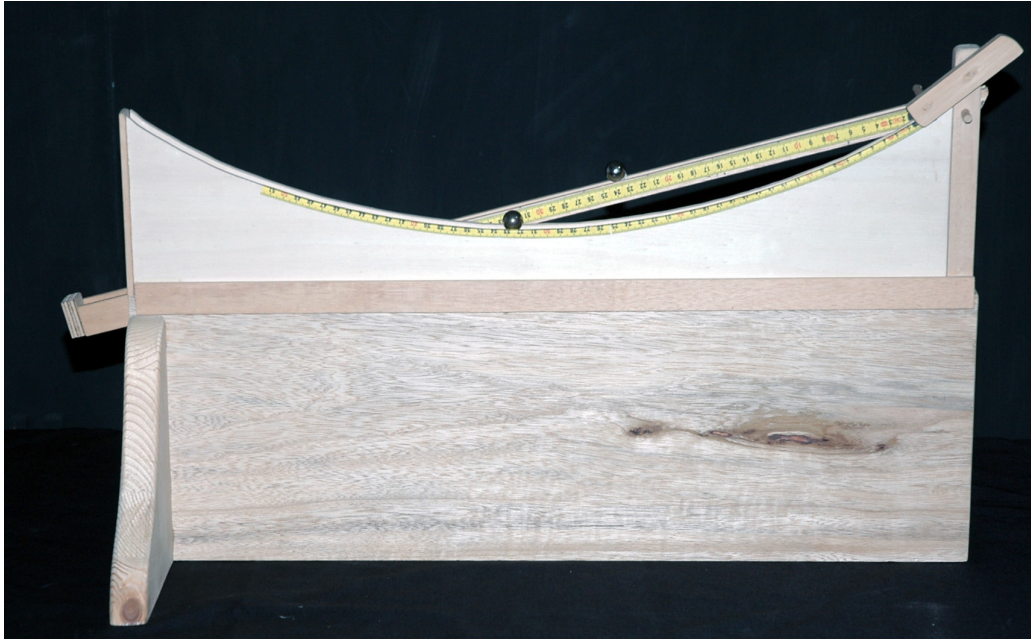
Con questa macchina si dimostra la proprietà di brachistocronismo della cicloide e lo si confronta con una circonferenza

Esperimento:

Si lasciano cadere contemporaneamente due sferette, una lungo una corda e l'altra lungo una cicloide e si vede che arriva prima all'intersezione la sfera che segue la cicloide, pur percorrendo uno spostamento maggiore.

Si ripete l'esperimento con la circonferenza e si nota lo stesso comportamento. Se si confrontano la cicloide e la circonferenza non si riesce a rilevare nessuna differenza di tempo a causa dell'eccessiva approssimazione.

66 Cicloide: Brachistocrona



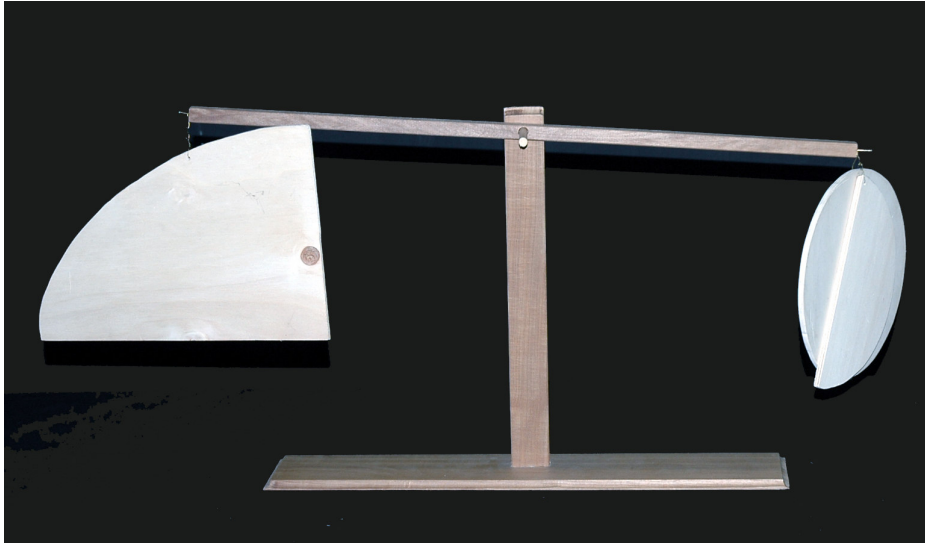
Utilità:

Con questa macchina si dimostra la proprietà di brachistocronismo della cicloide.

Esperimento:

Si lasciano cadere contemporaneamente due sferette, una lungo una corda e l'altra lungo una cicloide e si vede che arriva prima all'intersezione la sfera che segue la cicloide, pur percorrendo uno spostamento maggiore.

67 Cicloide: proprietà delle aree Grande



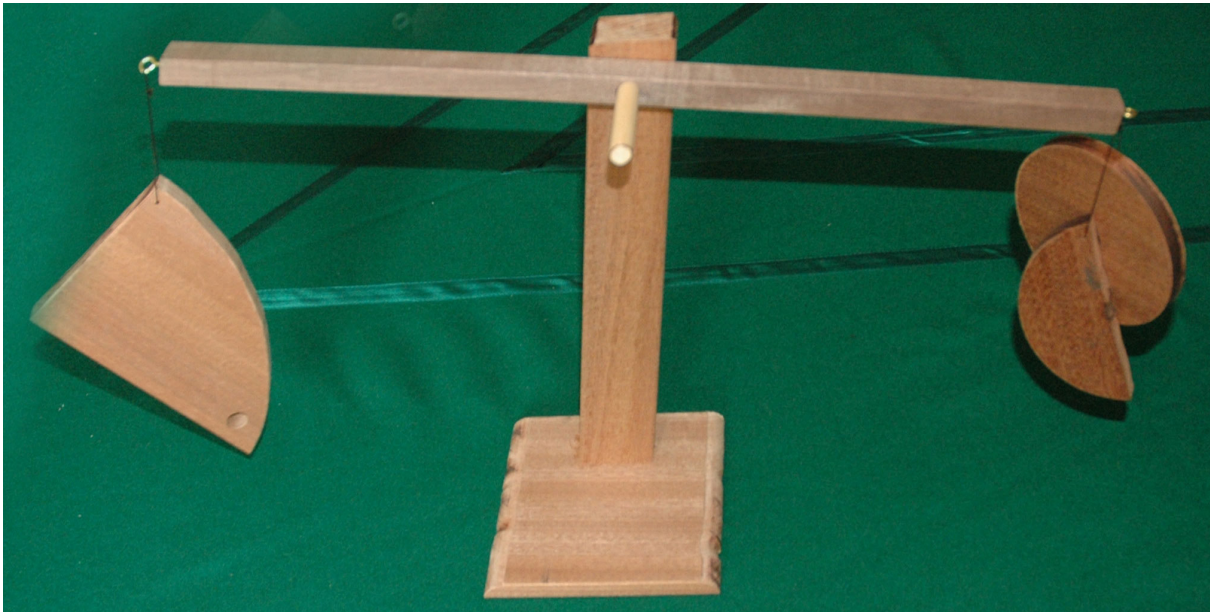
Utilità:

Con questa bilancia si mostra come L'area della cicloide equivale alla somma delle aree di tre cerchi generatori

Esperimento:

Si appende all'estremità di un braccio della bilancia la metà di una cicloide e all'altra estremità un cerchio e mezzo generatore. Poiché la densità è uguale, l'equivalenza dei pesi corrisponde all'equivalenza delle aree.

68 Cicloide: proprietà delle aree Micro



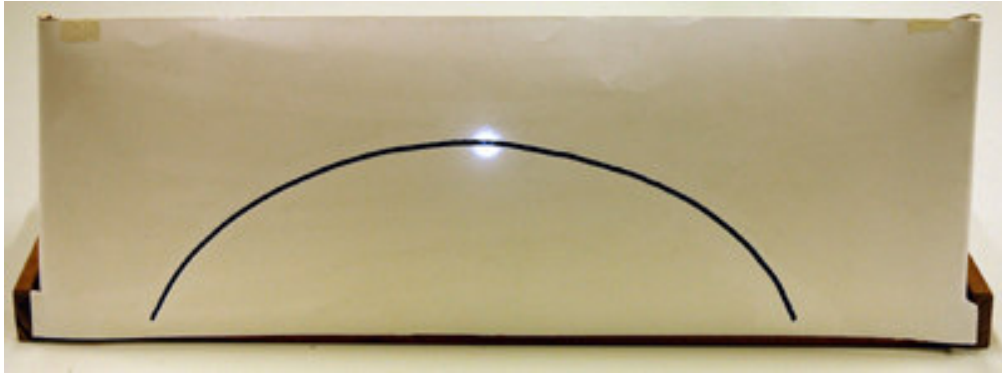
Utilità:

Con questa bilancia si mostra come L'area della cicloide equivale alla somma delle aree di tre cerchi generatori

Esperimento:

Si appende all'estremità di un braccio della bilancia la metà di una cicloide e all'altra estremità un cerchio e mezzo generatore. Poiché la densità è uguale, l'equivalenza dei pesi corrisponde all'equivalenza delle aree.

69 Cicloidforo a led



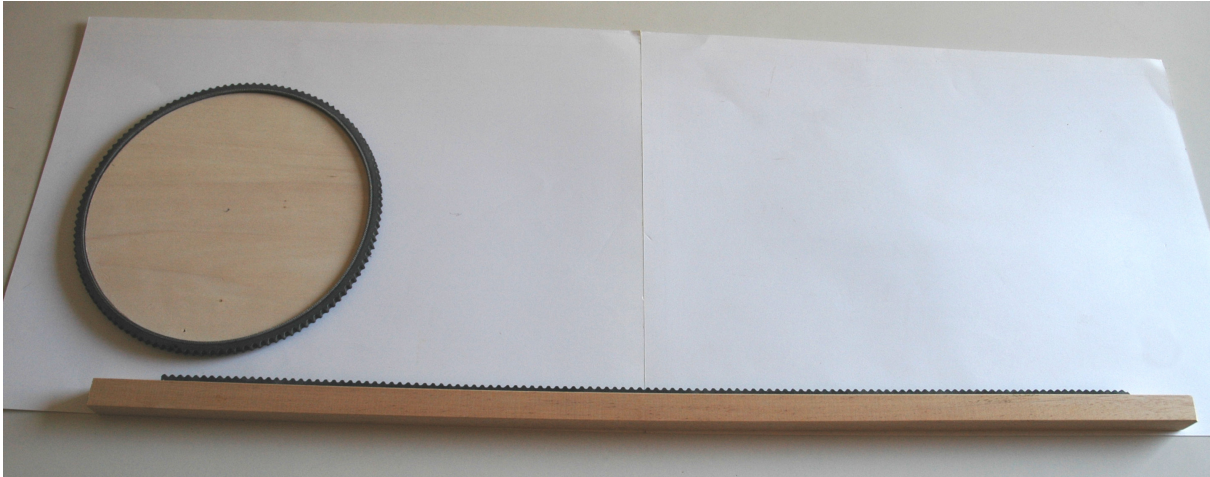
Utilità:

Con questa macchina si disegna una cicloide.

Esperimento:

Si fa ruotare la ruota minita di led dietro un foglio di cartoncino. La traccia della luce corrisponde alla cicloide

70 Cicolidofo a ruota dentata



Utilità:

Con questa macchina si disegna una cicloide

Esperimento:

Sulla circonferenza della ruota è inserita una matita. Facendo ruotare la ruota in corrispondenza della cinghia dentata la mina lascia la traccia della cicloide

71 Cicloide: l'involuta Micro



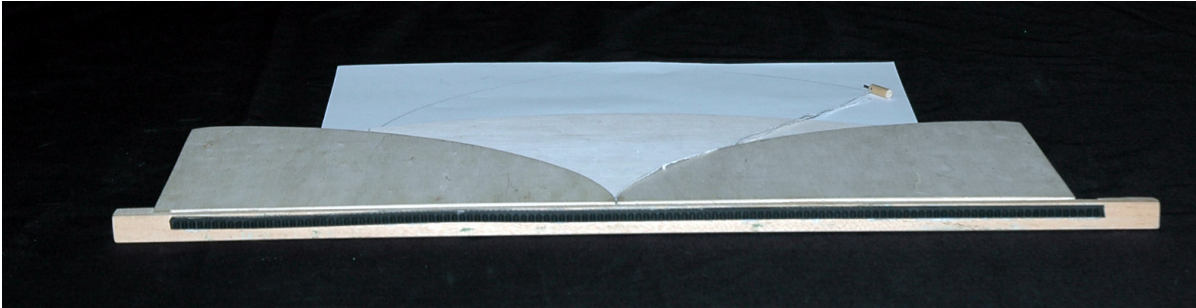
Utilità:

Con questa macchina si dimostra che l'involuta di una cicloide è la cicloide stessa

Esperimento:

La matita legata al filo, posto tra due cicloidi contrapposte, lascia una traccia che corrisponde alla cicloide stessa

72 Cicloide: involuta Grande



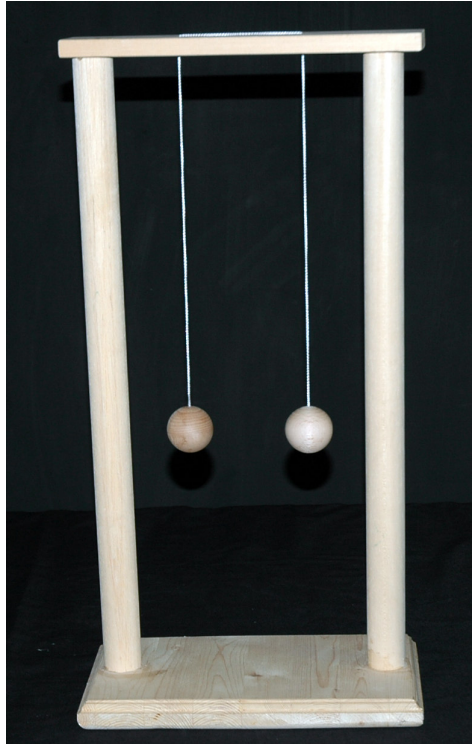
Utilità:

Con questa macchina si dimostra che l'involuta di una cicloide è la cicloide stessa

Esperimento:

La matita legata al filo, posto tra due cicloidi contrapposte, lascia una traccia che corrisponde alla cicloide stessa

73 Isocronismo del pendolo di Galileo



Utilità:

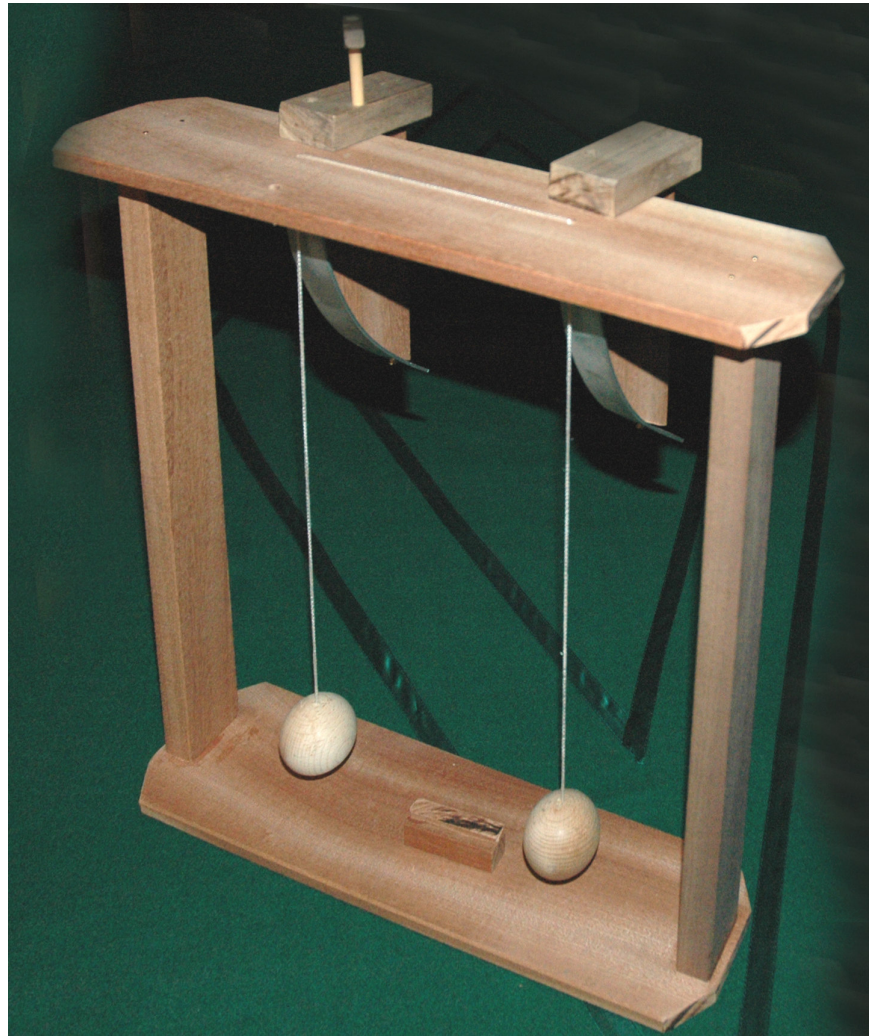
Con questa macchina si dimostra che l'isocronismo, per il pendolo semplice, vale solo nel caso di piccoli angoli di oscillazione.

Esperimento:

Si mettono in oscillazione contemporaneamente due pendoli con **piccoli** angoli e si nota che rimangono in fase per diverse oscillazioni, qualunque siano gli angoli scelti (anche se un po' diversi tra loro).

Si ripete l'esperimento con uno dei due pendoli che oscilla con un angolo molto grande e con l'altro che oscilla con un angolo piccolo. Si nota che dopo poche oscillazioni i pendoli si sfasano, a dimostrazione della diversità dei loro periodi.

74 Isocronismo del pendolo di Huygens



Utilità:

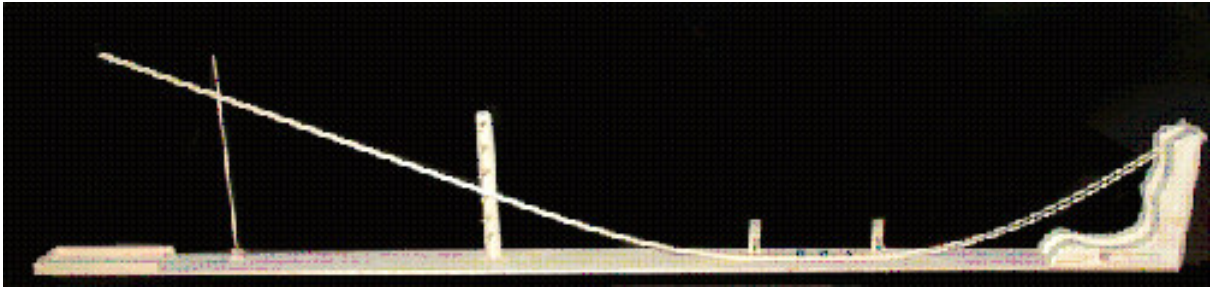
Con questa macchina si dimostra che l'isocronismo, per il pendolo di Huygens, vale anche nel caso di grandi angoli di oscillazione.

Esperimento:

Si mettono in oscillazione contemporaneamente due pendoli con **piccoli** angoli e si nota che rimangono in fase per diverse oscillazioni, qualunque siano gli angoli scelti (anche se un po' diversi tra loro).

Si ripete l'esperimento con uno dei due pendoli che oscilla con un angolo molto grande e con l'altro che oscilla con un angolo piccolo. Si nota che i pendoli non si sfasano, a dimostrazione della uguaglianza dei loro periodi.

75 Conca di Galileo ad una corsia



Utilità:

Con questa macchina si dimostra il primo principio della dinamica.

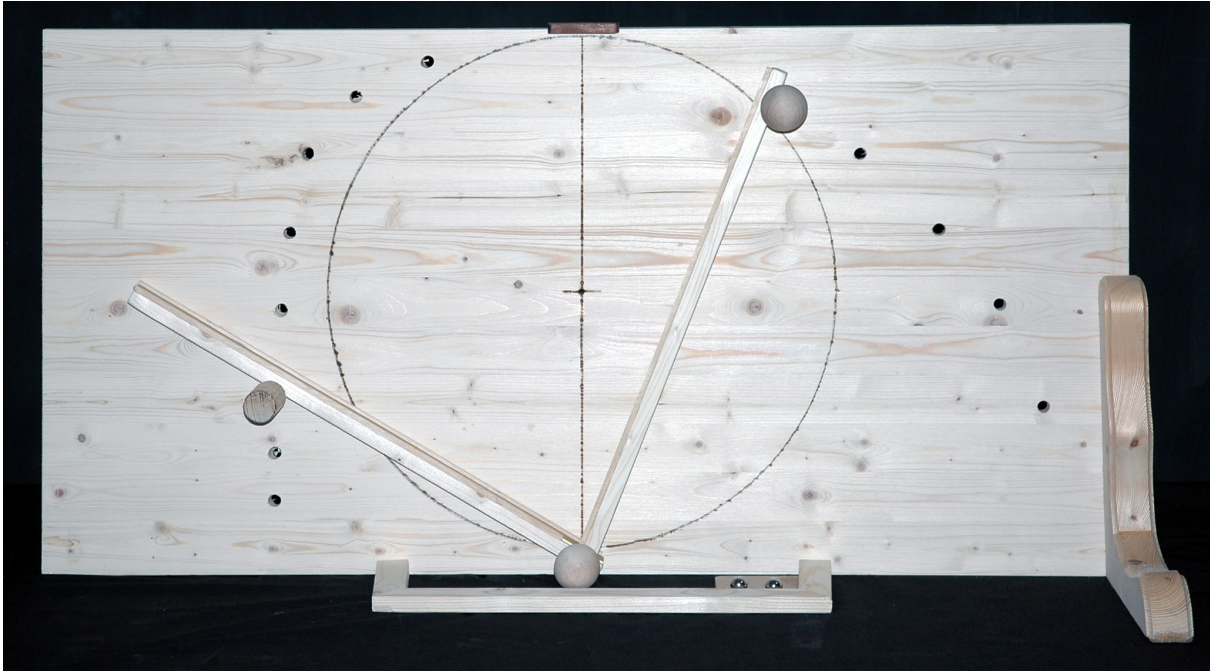
Esperimento:

Lasciando cadere una pallina dall'altezza di destra, si nota che essa raggiunge la stessa altezza a sinistra, qualunque sia l'inclinazione della seconda parte della guida. Lo si verifica utilizzando una sottile asta di riferimento che viene posta in mezzo alla guida

Si conclude che l'altezza di arrivo deve essere sempre la stessa indipendentemente dall'inclinazione della seconda parte della guida e quindi se essa è uguale a zero (piano orizzontale) la pallina non si fermerà mai, muovendosi di moto RU.

Lo si dimostra ascoltando il suono dei 4 campanelli posti ad uguali distanze reciproche, subito dopo il primo piano inclinato.

76 Il teorema delle corde di Galileo



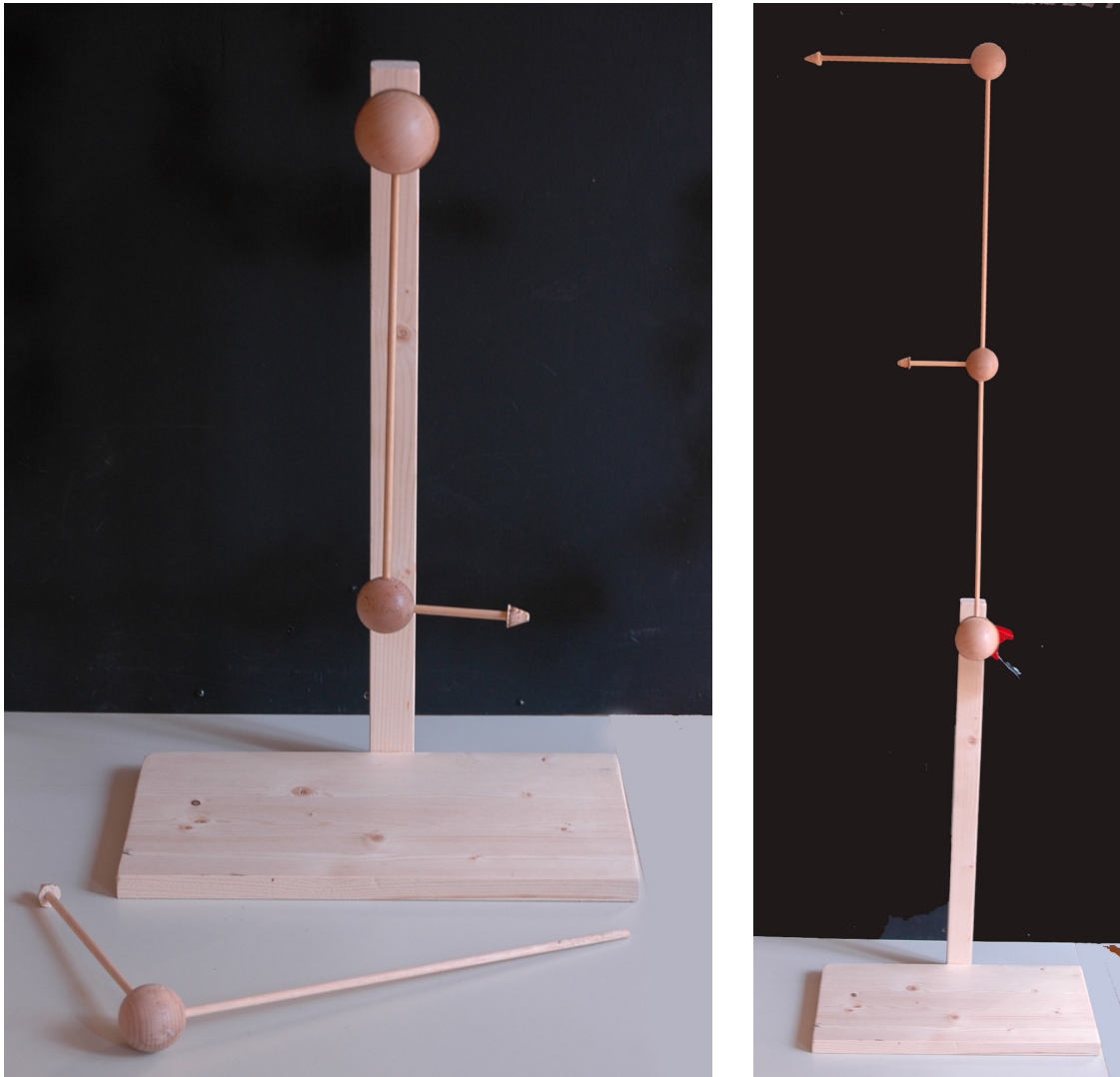
Utilità:

Con questa macchina si dimostra che il tempo di caduta di una sfera lungo una corda è sempre lo stesso, indipendentemente dalla corda scelta.

Esperimento:

Si lasciano cadere contemporaneamente due sferette lungo due corde scelte a caso (una delle quali può essere anche il diametro verticale) e si nota che esse arrivano sempre contemporaneamente alla base.

77 Modello per lo studio della velocità tangenziale



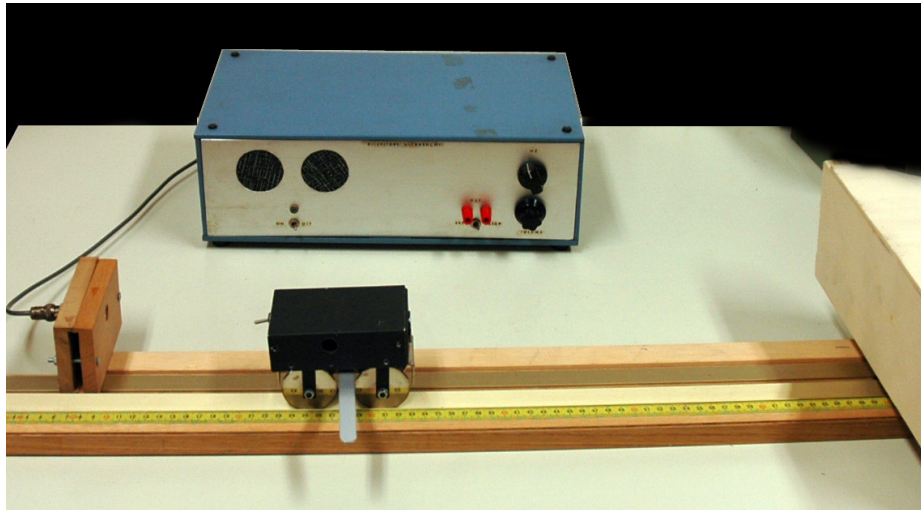
Utilità:

Con questa macchina si dimostra come cambia la direzione della velocità tangenziale nel moto circolare e come dipenda dal raggio di rotazione

Esperimento:

Si mette in rotazione il braccio osservando la variazione della direzione della velocità.

78 Onde stazionarie con ultrasuoni



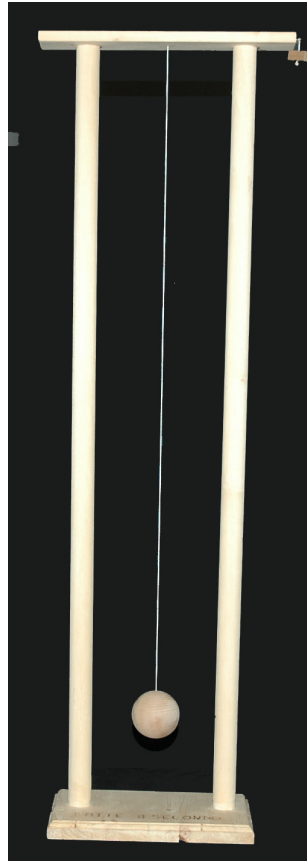
Utilità:

Con questa macchina si misura la lunghezza d'onda di un ultrasuono mediante l'analisi dell'onda stazionaria prodotta da una riflessione

Esperimento:

Si pone il generatore di ultrasuoni davanti ad uno "specchio" e si sposta il ricevitore ad esso parallelo fino ad individuare i nodi..

79 Pendolo che batte 1 secondo



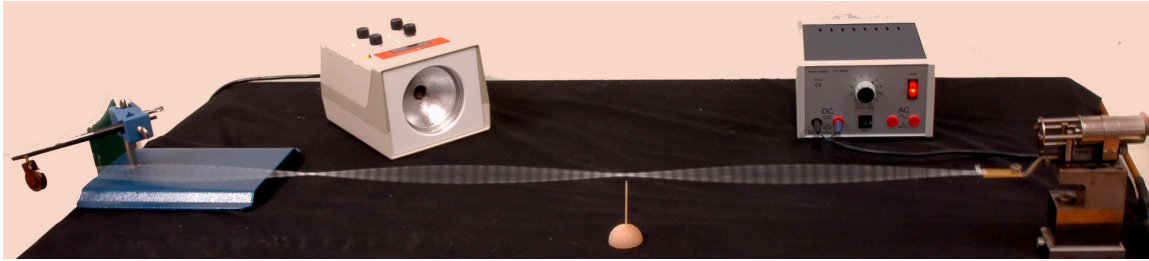
Utilità:

Con questa macchina si dimostra che un pendolo di lunghezza uguale ad un metro ha un semiperiodo di 1 secondo

Esperimento:

Misura diretta con un cronometro

80 Onde stazionarie con una corda sottile



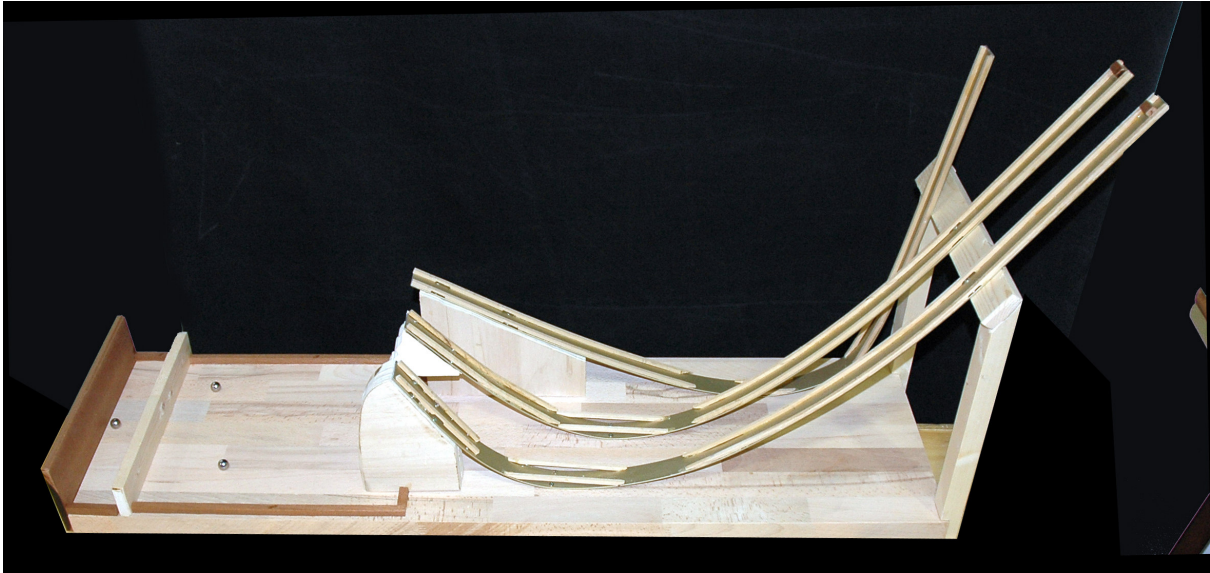
Utilità:

Con questa macchina si visualizza un'onda stazionaria e se ne verifica l'equazione

Esperimento:

Ad un motore viene collegato un filo che regge un pesetto e passa attraverso una carrucola. Si viene a formare un'onda stazionaria. Con una lampada stroboscopia si misura la frequenza del motore e con un metro la lunghezza dell'onda prodotta. Si ricava così la velocità di propagazione dell'onda che è messa in relazione con la tensione della corda.

81 Gittata massima



Utilità:

Con questa macchina si dimostra che la gittata massima per un proiettile si ha quando l'angolo della velocità di partenza con l'orizzonte è di 45°

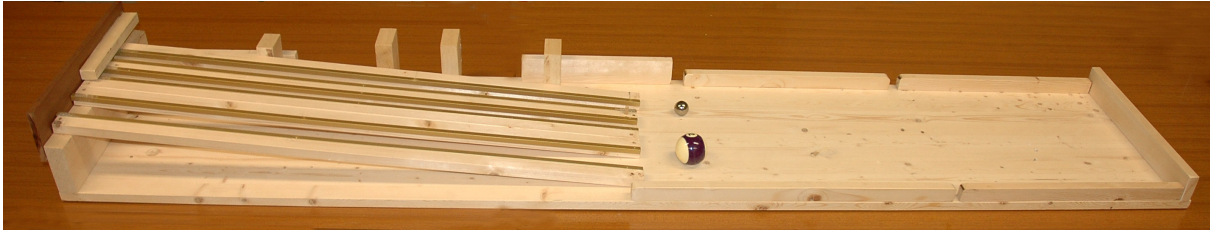
Esperimento:

Su tre corsie che partono dalla stessa altezza ed arrivano alla stessa altezza (più bassa di quella di partenza) sulla stessa linea, corrono tre palline che vengono in tal modo lanciate come proiettili aventi la stessa velocità di lancio.

Il primo trampolino forma con l'orizzonte un angolo di 30° , il secondo di 45° ed il terzo di 55° .

Si verifica che solo il proiettile lanciato a 45° può superare l'ostacolo posto sul piano orizzontale, mentre gli altri due si fermano sempre prima. Questo dimostra che la gittata massima, a parità di intensità della velocità di lancio, si ha per l'angolo di 45°

82 Uguale rotolamento su guide diverse



Utilità:

Con questa macchina si mostra che è possibile che sfere di diametro diverso, su guide di passo diverso, abbiano la stessa accelerazione.

Esperimento:

Su una guida inclinata, larga circa $L = 5$ cm rotola una biglia del diametro $2R=5,7$ cm.

Su una guida parallela, avente la stessa inclinazione, corre una pallina del diametro di 2,7 cm. La larghezza di questa guida è calcolata con la

relazione: $\frac{R_1}{R_2} = \frac{L_1}{L_2}$.

Lasciando andare le sfere contemporaneamente, si nota che scendono assieme e, una volta raggiunto il piano orizzontale. Procedono assieme, "schizzando" in avanti allo stesso modo.

Una terza sponda permette di realizzare una guida leggermente più larga o più stretta della guida su cui rotola la pallina piccola (differenza di circa 1 mm). Si nota che in questo caso, pur essendo minima la differenza con la prima guida, l'accelerazione della pallina è molto inferiore o superiore a quella della pallina grande.

Si può anche fare un altro esperimento per dimostrare che l'energia totale si conserva: con la terza corsia si realizza una guida sufficientemente stretta per far sì che la pallina piccola arrivi al piano orizzontale molto prima della palla grande. Questo implica che la sua velocità di traslazione sul piano inclinato è sempre maggiore di quella della palla grossa. Se si lascia cadere la palla grossa e si aspetta a far partire quella piccola un tempo sufficiente a far sì che le due sfere raggiungano assieme il piano orizzontale (c'è un riferimento sulla guida che aiuta ad ottenere questa condizione), si noterà che esse procederanno assieme da quel momento in poi, dimostrando di avere la stessa velocità di traslazione e quindi la stessa energia cinetica totale.

83 Calcinulo Galileiano



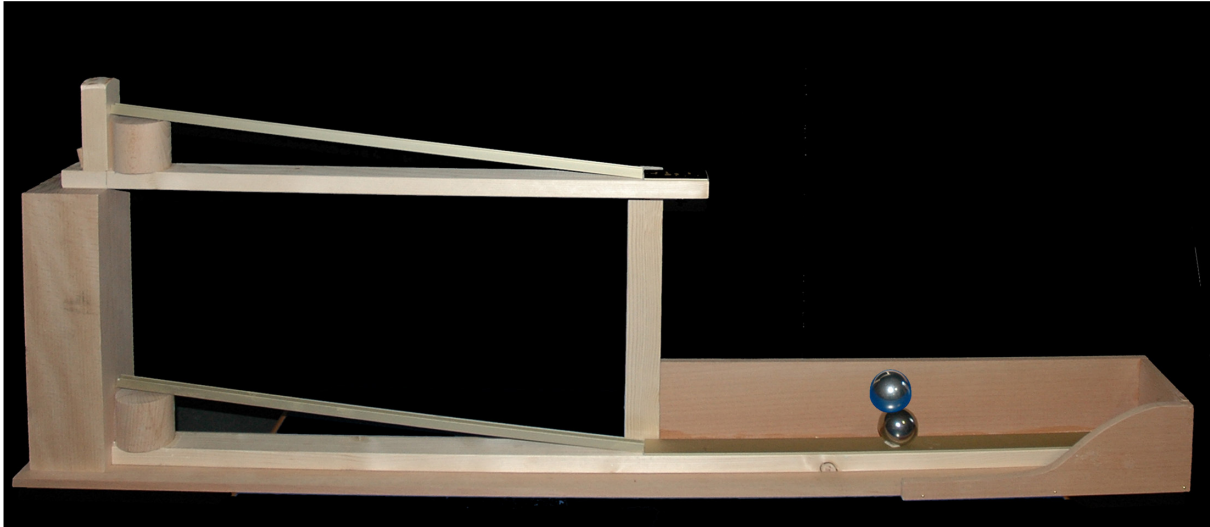
Utilità:

Con questa macchina si mostra che a parità di velocità angolare, l'angolo di inclinazione del filo che trattiene la pallina dipende dal raggio di rotazione e che all'aumentare della velocità angolare questo angolo aumenta.

Esperimento:

Su un disco che può essere messo in rotazione manualmente, sono fissati due fili che reggono due sfere uguali. La distanza, dal centro di rotazione, del filo più esterno è doppia di quella dell'altro filo. Mettendo in rotazione il piatto si nota con grande evidenza che i due fili formano angoli diversi e che questi angoli aumentano all'aumentare della velocità di rotazione del piatto.

84 Proiettile - componente orizzontale del moto



Utilità:

Con questa macchina si mostra che nel moto di un proiettile, per la componente orizzontale, il moto è rettilineo uniforme.

Esperimento:

Due rotaie identiche, ugualmente inclinate, sono posizionate una sopra all'altra. Si lasciano andare contemporaneamente due sferette identiche, dalla posizione più alta delle rotaie. Le due sferette arrivano contemporaneamente e con la stessa velocità, sul piano orizzontale. Mentre la sfera del piano inferiore prosegue la sua corsa di moto rettilineo uniforme, quella superiore percorre una parabola. Poiché quando arriva a terra, colpisce la prima sfera, dimostra che ha percorso nello stesso tempo uno spostamento orizzontale uguale a quello della sfera inferiore e quindi la sua componente orizzontale del moto è identica al moto della prima sfera e cioè, rettilineo uniforme.

85 Il pendolo: invarianza del piano inclinato



Utilità:

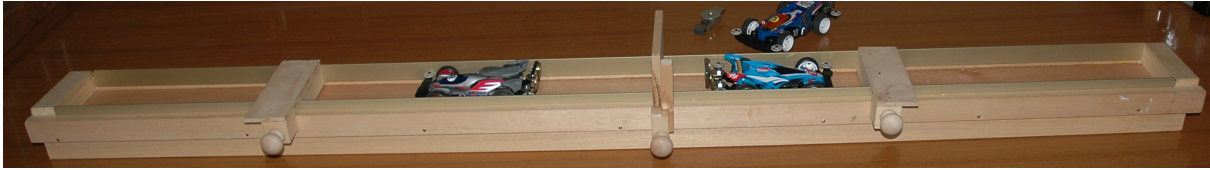
Con questa macchina si mostra che il piano di oscillazione del pendolo è costante.

Esperimento:

Si pone l'osservatore sul tavolo e si mette in moto il pendolo in modo che parta dall'osservatore e ritorni ad esso. Si fa ruotare contemporaneamente la piattaforma mostrando che il pendolo ritorna sempre verso l'osservatore e che quindi il suo piano di oscillazione si mantiene costante.

Si mette l'osservatore sulla piattaforma e si ripete l'esperimento. Questa volta il pendolo non ritorna all'osservatore, se la piastra ruota e quindi per lui il piano varia. Si può far riferimento al pendolo di Foucault.

86 Terzo principio della dinamica



Utilità:

Con questa macchina si mostra il principio di conservazione della quantità di moto.

Esperimento:

URTO ELASTICO

Le macchine sono poste sulla rotaia senza blocco di partenza. Si pone a metà la macchina che viene urtata e le si lancia contro l'altra a velocità non troppo grande per evitare che le calamite si tocchino. Se si lancia la macchina "1" contro la "2" (hanno masse uguali) si vede chiaramente che la prima si ferma e l'altra parte a velocità verosimilmente uguale, **senza che vi sia stato impatto fra le macchine**. Se si sostituisce la "1" con la "3" (che ha massa maggiore), si nota chiaramente che se la 3 urta la 1, questa parte con grande velocità e la 3 prosegue rallentando. Viceversa, se è la 1 a urtare la 3, si vede chiaramente che la 1 rimbalza indietro mentre la 3 parte in avanti.

Se si lanciano contemporaneamente l'una contro l'altra la macchina pesante e quella leggera, si vede che, se le velocità opposte sono approssimativamente uguali come intensità, la macchina pesante si ferma (o ritorna indietro appena un poco, poi si ferma), mentre quella leggera schizza indietro a grande velocità. Per esempio, nel caso che la massa grossa sia $3M$, se essa si ferma quella più leggera rimbalza con una velocità doppia di quella all'andata.

SCOPPIO

Si monta il blocco di partenza a metà della rotaia.

Se si produce l'esplosione fra la "1" e la "2" e si mettono i blocchi di arrivo ad uguali distanze da quello di partenza, lasciando andare contemporaneamente le macchine l'arrivo ai blocchi è quasi sempre contemporaneo, anche se si lasciano andare "a mano".

I blocchi di arrivo sono liberi e si possono posizionare in qualunque posizione. Si può così cercare la posizione per avere un arrivo contemporaneo quando al posto della "1" si utilizza la "3".

Con i pesi tali da rendere la massa doppia o tripla, si ha una proporzionale diminuzione della distanza tra il blocco di partenza e quello di arrivo (con la tolleranza di 1 o 2 cm).

Il libro "in fabula, scientia"

- 1 "Grand bombarde de rotazion"**
- 2 Forza centripeta [grande]**
- 3 Velocità tangenziale e velocità angolare**
- 4 Energia potenziale ed energia cinetica**
- 5 Energia cinetica di traslazione e energia cinetica di rotazione**
- 6 Energia cinetica di traslazione e energia cinetica di rotazione**
- 7 Energia cinetica di traslazione e energia cinetica di rotazione**
- 7 bis Energia cinetica di traslazione e energia cinetica di rotazione**
- 8 Energia cinetica di traslazione e energia cinetica di rotazione**
- 9 Energia cinetica di traslazione e energia cinetica di rotazione**
- 10 Bilancia di torsione gravitazionale**
- 11 Conservazione del momento angolare**
- 12 "La macchina della scommessa"**
- 13 I numeri quadrati [media - 1,5 m circa]**
- 14 Pendoli**
- 15 Il baricentro di una figura complessa**
- 16 Il giroscopio**
- 17 La conca di Galileo [grande: 2 m]**
- 18 Paradosso del doppio cono [percorso di 2 metri]**
- 19 Paradosso del cilindro [grande]**
- 20 Conca di Galileo [piccola 1,5 m]**
- 21 Secondo principio della dinamica [grande]**
- 22 Macchina dei numeri quadrati [grande - 2 m circa]**
- 23 Conservazione della quantità di moto (terzo principio della dinamica)**
- 24 La catenaria**
- 25 Costruzione di una parabola**
- 26 Le ruote quadrate (costruite dagli studenti del Liceo Malpigli)**
- 27 Gittata di un proiettile**
- 28 Conca di Galileo ad una corsia**
- 29 Isocronometro**
- 30 Piano inclinato di Galileo con 7 campanelli mobili**
- 31 Rotolamento sfere piccole**
- 32 Conservazione dell'energia - Energia Potenziale - Energia cinetica**
- 33 Eventi casuali piccola**
- 34 Eventi casuali grande**
- 35 Rifrazione corpuscolare**
- 36 Le aste armoniche**
- 37 Angolo di Brewster**
- 38 Diffrazione**
- 39 Interferenza con gli ultrasuoni**
- 40 Il disco di Newton**
- 41 Forza centripeta (il "calcinculo")**
- 42 Forza centrifuga (il "giro della morte")**
- 43 Dipendenza della velocità di caduta dall'altezza di partenza**
- 44 Principio di conservazione dell'energia**

- 45 Il piano inclinato di Galileo
- 46 I numeri quadrati (piccola: 1,5 m)
- 47 Il momento di una coppia di forze
- 48 Dipendenza di V da h (micro)
- 49 Secondo principio della dinamica (Micro)
- 50 Principio di conservazione dell'energia (Micro)
- 51 Giro della morte MICRO
- 52 Forza centripeta MICRO
- 53 Velocità tangenziale e velocità angolare MICRO
- 54 Conca di Galileo (Micro)
- 55 Paradosso del doppio cono (estensione piccola)
- 56 Paradosso del cilindro piccolo
- 57 Paradosso del cilindro micro
- 58 Onde prodotte da pendoli sfasati
- 59 Tangentoscopio
- 60 Proprietà del pendolo semplice
- 61 . Cicloide: Tautocrona Grande
- 62 Cicloide: Tautocrona Media
- 63 Cicloide: Tautocrona Micro
- 64 Cicloide: Brachistocrona Micro
- 65 Cicloide e circonferenza: Brachistocrona
- 66 Cicloide: Brachistocrona
- 67 Cicloide: proprietà delle aree Grande
- 68 Cicloide: proprietà delle aree Micro
- 69 Cicloidoforo a led
- 70 Cicolidoforo a ruota dentata
- 71 Cicloide: l'involuta Micro
- 72 Cicloide: involuta Grande
- 73 Isocronismo del pendolo di Galileo
- 74 Isocronismo del pendolo di Huygens
- 75 Conca di Galileo ad una corsia
- 76 Il teorema delle corde di Galileo
- 77 Modello per lo studio della velocità tangenziale
- 78 Onde stazionarie con ultrasuoni
- 79 Pendolo che batte 1 secondo
- 80 Onde stazionarie con una corda sottile
- 81 Gittata massima a 3 corsie
- 82 Uguale rotolamento su guide diverse
- 83 Calcinculo Galileiano
- 84 Proiettile - componente orizzontale del moto
- 85 Il pendolo: invarianza del piano inclinato
- 86 Terzo principio della dinamica

INDICE PER ARGOMENTI

I Racconti

0 Il libro "in fabula, scientia"

Speciotti (la forza centrifuga e la forza centripeta)

- 1 "Grand bombarde de rotazion"
- 2 Forza centripeta [grande]
- 3 Velocità tangenziale e velocità angolare
- 77 Modello per lo studio della velocità tangenziale
- 83 Calcinculo "galileiano"

Atrito dell'Anima (energia cinetica nel rotolamento)

- 5 Energia cinetica di traslazione e energia cinetica di rotazione
- 6 Energia cinetica di traslazione e energia cinetica di rotazione
- 7 Energia cinetica di traslazione e energia cinetica di rotazione
- 7 bis Energia cinetica di traslazione e energia cinetica di rotazione
- 8 Energia cinetica di traslazione e energia cinetica di rotazione
- 9 Energia cinetica di traslazione e energia cinetica di rotazione
- 82 Uguale rotolamento su guide diverse

Lettera Misteriosa (primo principio della dinamica)

- 17 La conca di Galileo [grande: 2 m]
- 54 Conca di Galileo (Micro)

La scommessa del marchese Vincenzo (Il percorso più veloce)

- 12 "La macchina della scommessa"
- 43 Dipendenza della velocità di caduta dall'altezza di partenza
- 61 Cicloide: Tautocrona Grande
- 66 Cicloide: Brachistocrona
- 76 Il teorema delle corde di Galileo

Il moto traslatorio

- 12 "La macchina della scommessa"
- 13 I numeri quadrati [media - 1,5 m circa]
- 22 Macchina dei numeri quadrati [grande - 2 m circa]
- 29 Isocronometro
- 30 Piano inclinato di Galileo con 7 campanelli mobili
- 35 Rifrazione corpuscolare
- 43 Dipendenza della velocità di caduta dall'altezza di partenza
- 45 Il piano inclinato di Galileo
- 46 I numeri quadrati (piccola: 1,5 m)
- 48 Dipendenza di V da h (micro)

Primo Principio della dinamica

- 17 La conca di Galileo [grande: 2 m]
- 28 Conca di Galileo ad una corsia
- 20 Conca di Galileo [piccola 1,5 m]
- 54 Conca di Galileo (Micro)
- 75 Conca di Galileo ad una corsia

Secondo principio della dinamica

- 21 Secondo principio della dinamica [grande]
- 49 Secondo principio della dinamica (Micro)

Terzo principio della dinamica

- 23 Conservazione della quantità di moto (terzo principio della dinamica)
- 86 Urti elastici e scoppio (con le macchinine)

Principio di conservazione dell'energia

- 4 Energia potenziale ed energia cinetica
- 32 Conservazione dell'energia – Energia Potenziale – Energia cinetica
- 44 Principio di conservazione dell'energia
- 50 Principio di conservazione dell'energia (Micro)

Principio di conservazione del momento angolare

- 11 Conservazione del momento angolare

Energia nel rotolamento

- 5 Energia cinetica di traslazione e energia cinetica di rotazione
- 6 Energia cinetica di traslazione e energia cinetica di rotazione
- 7 Energia cinetica di traslazione e energia cinetica di rotazione
- 7 bis Energia cinetica di traslazione e energia cinetica di rotazione
- 8 Energia cinetica di traslazione e energia cinetica di rotazione
- 9 Energia cinetica di traslazione e energia cinetica di rotazione
- 31 Rotolamento sfere piccole
- 82 Uguale rotolamento su guide

Moto circolare uniforme

- 1 "Grand bombarde de rotazion"
- 2 Forza centripeta [grande]
- 3 Velocità tangenziale e velocità angolare
- 41 Forza centripeta (il "calcinculo")
- 42 Forza centrifuga (il "giro della morte")
- 51 Giro della morte MICRO
- 52 Forza centripeta MICRO
- 53 Velocità tangenziale e velocità angolare MICRO
- 59 Tangentoscopio
- 77 Modello per lo studio della velocità tangenziale
- 16 Il giroscopio

Moto di un proiettile

- 27 Gittata di un proiettile
- 81 Gittata massima a 3 corsie
- 84 Proiettile - componente orizzontale del moto

I Paradossi

- 18 Paradosso del doppio cono [percorso di 2 metri]
- 19 Paradosso del cilindro [grande]
- 26 Le ruote quadrate (costruite dagli studenti del Liceo Malpigli)
- 56 Paradosso del cilindro piccolo
- 55 Paradosso del doppio cono (estensione piccola)
- 57 Paradosso del cilindro micro

Le curve

- 24 La catenaria
- 25 Costruzione di una parabola

La cicloide

- 61 Cicloide: Tautocrona Grande
- 62 Cicloide: Tautocrona Media
- 63 Cicloide: Tautocrona Micro
- 64 Cicloide: Brachistocrona Micro
- 65 Cicloide e circonferenza: Brachistocrona
- 66 Cicloide: Brachistocrona
- 67 Cicloide: proprietà delle aree Grande
- 68 Cicloide: proprietà delle aree Micro
- 69 Cicloidoforo a led
- 70 Cicloidoforo a ruota dentata
- 71 Cicloide: l'involuta Micro
- 72 Cicloide: involuta Grande

Il moto armonico e le onde

- 36 Le aste armoniche
- 37 Angolo di Brewster
- 38 Diffrazione
- 39 Interferenza con gli ultrasuoni
- 40 Il disco di Newton
- 58 Onde prodotte da pendoli sfasati
- 78 Onde stazionarie con ultrasuoni
- 80 Onde stazionarie con una corda sottile

Il Pendolo

- 14 Pendoli
- 60 Proprietà del pendolo semplice
- 73 Isocronismo del pendolo di Galileo

- 74 Isocronismo del pendolo di Huygens
- 79 Pendolo che batte 1 secondo
- 76 Il teorema delle corde di Galileo
- 85 Invarianza del piano di oscillazione

Equilibrio e statica

- 15 Il baricentro di una figura complessa
- 47 Il momento di una coppia di forze

Gravitazione

- 10 Bilancia di torsione gravitazionale

Statistica

- 33 Eventi casuali piccola
- 34 Eventi casuali grande