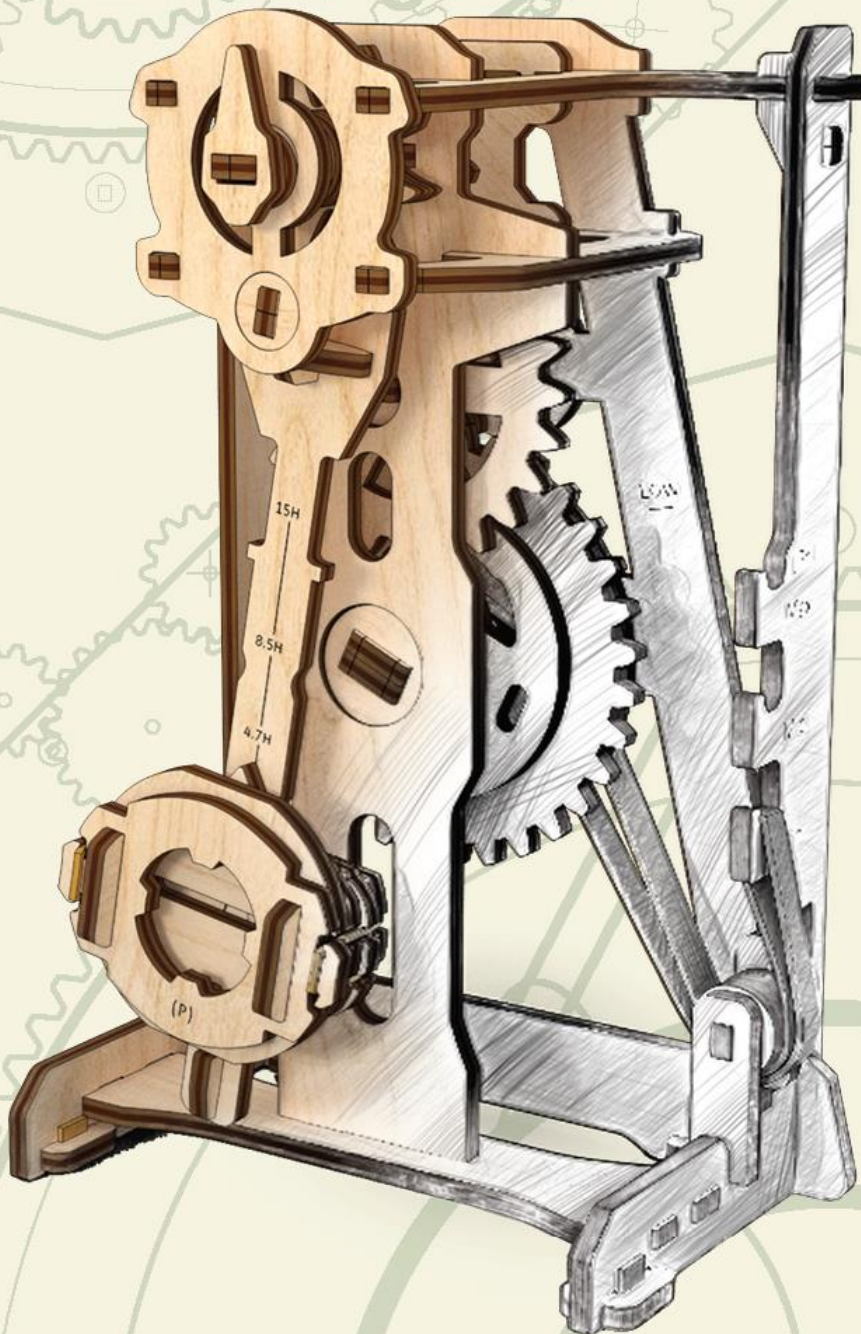


MODELLO MECCANICO

PENDOLO



Il manuale del piccolo ingegnere

§1

Introduzione



Peter Henlein

Nasce nel 1479 a Norimberga, Germania.
Inventore dell'orologio.

Come un giovane ragazzo ha fatto oscillare il mondo

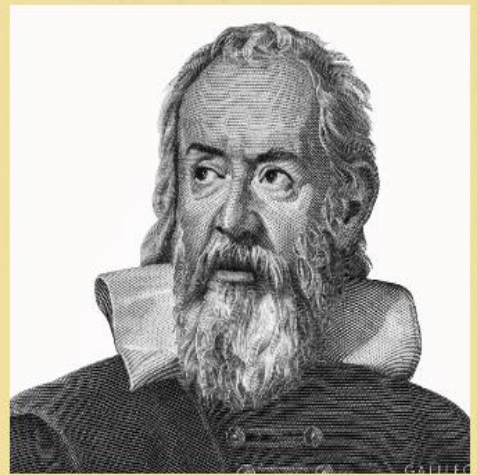
Al giorno d'oggi è impossibile immaginare una vita senza orologi. Sicuramente tutti vi sarete chiesti come funziona una vecchia sveglia, o magari avrete anche provato a smontare e riparare qualche orologio. Ci sono così tante piccole viti, ingranaggi e molle all'interno che, una volta smontati tutti i ticchettii, sembra quasi di essere seduti su un mucchio di tanti piccoli dettagli. Ma quale sarà quello più importante?

All'inizio del XVI secolo, un fabbro di Norimberga, Peter Henlein, creò un orologio con un meccanismo fatto di ingranaggi e una molla. Era un oggetto molto semplice, tanto che la sua precisione non era delle migliori: l'orologio girava veloce o lento, in base a vari fattori, primo dei quali era il valore della molla e la tensione degli ingranaggi. L'orologio, però, aveva bisogno di un meccanismo di scappamento, il «cuore» di un orologio classico.

Galileo Galilei e Christiaan Huygens, due menti geniali del XVII secolo, diedero all'orologio il suo cuore.

Galileo Galilei

Nasce il 15 febbraio 1564 a Pisa, Ducato di Firenze.
Galileo Galilei è stato un fisico, ingegnere, astronomo, filosofo e matematico italiano che ha influenzato in modo inestimabile lo sviluppo di molte discipline scientifiche. Fu il primo a usare un telescopio per osservare i corpi celesti e fece una serie di importanti scoperte astronomiche. Galilei diede origine ad una visione sperimentale della fisica. I suoi esperimenti negano la visione geocentrica aristotelica della Terra, ma gettarono le basi di una meccanica classica.



Christiaan Huygens

Nasce il 14 aprile del 1629 a L'Aia, Olanda.
Christiaan Huygens era un ingegnere, fisico, matematico, astronomo e inventore olandese. Divenne il primo membro straniero della Royal Society di Londra e membro dell'Accademia Francese delle Scienze, di cui divenne poi il dirigente. Huygens è uno dei fondatori della meccanica teorica e della teoria della probabilità.



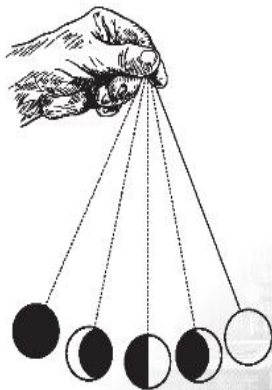
§2

Un riferimento alla storia

Tutto ebbe inizio con un pendolo, si crede sia stato inventato a Pisa

Nel 1584 Galilei, all'età di diciannove anni, come studente di medicina dovette assistere alle funzioni nella Cattedrale di Pisa. La leggenda dice che uno di quei giorni venne distratto da un curioso fenomeno: i massicci lampadari di bronzo si reggevano al soffitto dell'edificio grazie a lunghe catene, i quali spinti dal vento oscillavano e il tempo di ogni oscillazione era uguale, mentre l'ampiezza* era sempre più piccola.

A quel tempo, non esistevano dispositivi di misurazione del tempo accurati. Galileo però trovò un modo: misurò il tempo di oscillazione in base al proprio battito cardiaco. Lo sperimentatore giunse alla conclusione che, mentre le oscillazioni convergevano e la loro ampiezza si riduceva, il tempo di oscillazione rimaneva esattamente lo stesso. Tornato a casa, Galilei continuò il suo esperimento. Fece oscillare ogni sorta di oggetti: la chiave di una porta, sassolino appeso ad una corda, un calamaio vuoto e qualsiasi altra cosa potesse trovare per poter simulare le oscillazioni di un lampadario. Inizialmente la sua ricerca diede vita ad una forma di pendolo molto semplice: un bob appeso ad una corda, questo tirandolo da una parte e lasciato cadere, avrebbe oscillato a lungo.



Ispirato, l'inventore si chiese: - Come influiscono la lunghezza della corda e il peso del bob sull'oscillazione del pendolo? Scoprì che allungando la corda, le oscillazioni rallentavano. La frequenza delle oscillazioni del pendolo con una corda di 100 centimetri era di circa 2 secondi, aumentandola fino a 400 centimetri, la frequenza di oscillazione saliva fino a 4 secondi. In questo modo, una corda quattro volte più lunga, faceva oscillare il pendolo in un periodo due volte più lungo. Quando si estendeva per nove volte, la frequenza delle oscillazioni aumentava di tre volte. Allo stesso tempo, la lunghezza dell'ampiezza non aveva alcun effetto sui risultati. Quando Galilei sperimentò l'influenza del peso del bob sulla frequenza di oscillazione, ottenne il risultato più inaspettato: un bob di metallo e un tappo di sughero oscillavano in perfetto unisono. Scoprì così che il peso del bob non ha alcun effetto sulla frequenza delle oscillazioni.

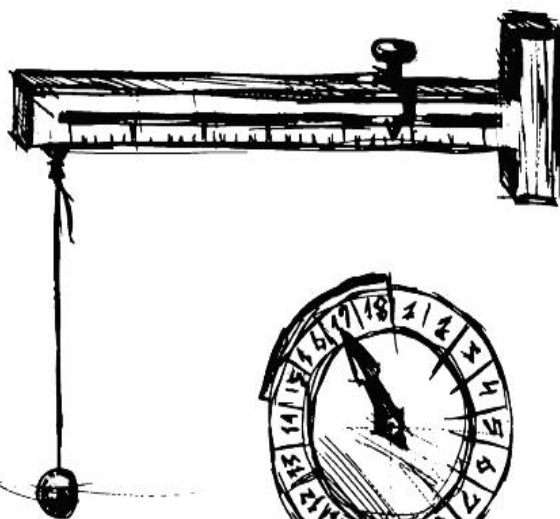
* Ampiezza – per le oscillazioni meccaniche di un corpo – è il valore massimo della deviazione dalla posizione di equilibrio.

La ricerca portò l'inventore ad una conclusione: l'oscillazione del pendolo richiede la stessa quantità di tempo, indipendentemente dall'ampiezza, conosciuta come la prima legge del pendolo. Galilei pensò che la sua innovazione potesse essere utile ai medici per controllare il polso dei pazienti. Collegò un pendolo a un semplice contatore e costruì un dispositivo che chiamò «Pulsilogo».

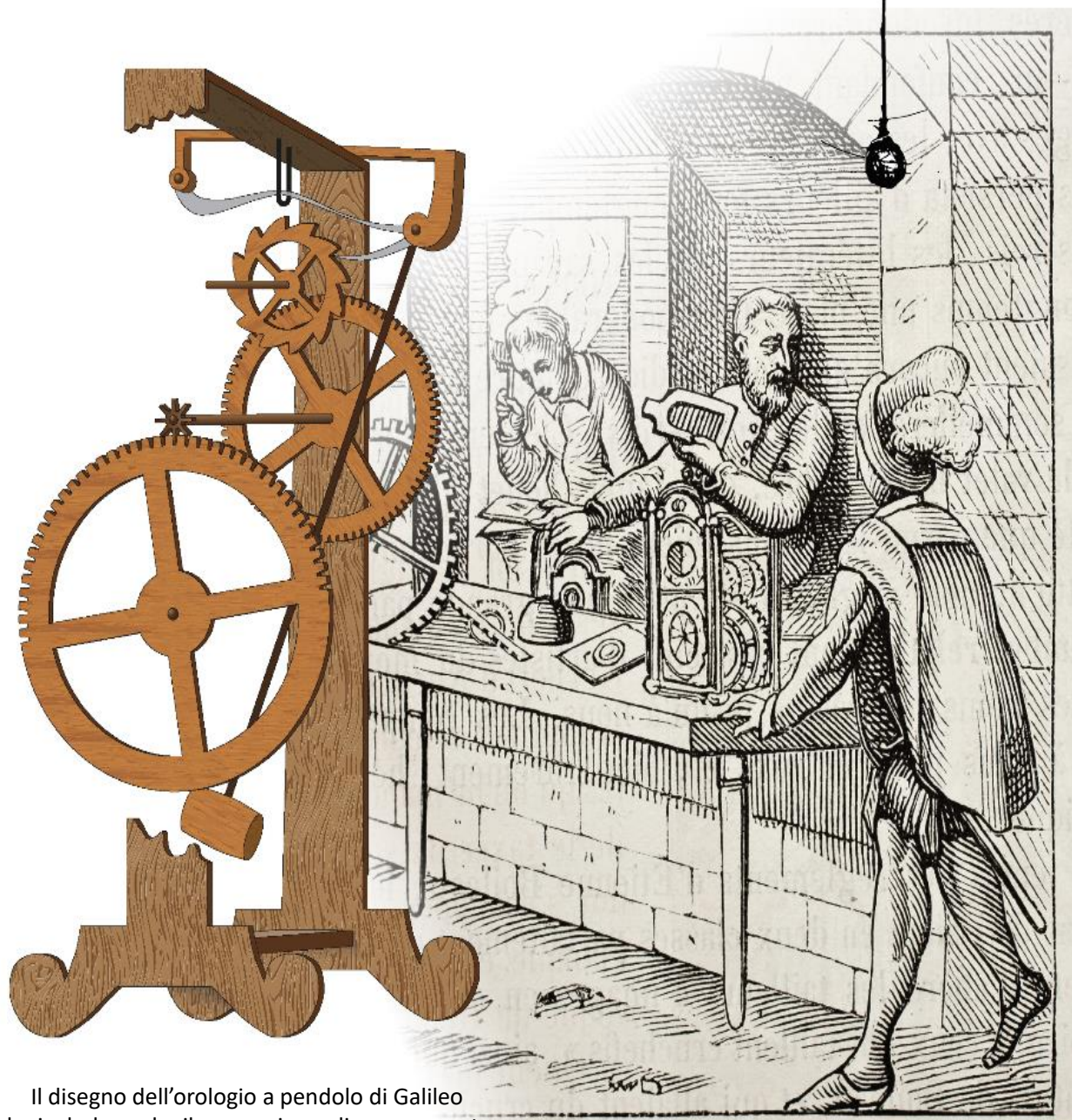
Il tempo veniva ancora misurato in base al suo battito cardiaco.

Possiamo solo supporre che uno scienziato geniale abbia progettato di usare un pendolo per creare un orologio preciso. Ahimè, tornò a pensare all'orologio all'età di 70 anni, quando però perse la vista. Seguendo le teorie del padre, Vincenzo, figlio di Galileo, insieme all'allievo di suo padre, Viviani, decise di abbozzare un meccanismo di orologio.

Per il suo meccanismo di scappamento Galileo usò una girandola e uno paio di nottolini curvi collegati a un pendolo. Quando il pendolo oscilla, un nottolino si solleva dai perni permettendo alla ruota di ruotare fino a quando non viene «catturato» dall'altro nottolino. Una volta catturato il nottolino, questo dà un piccolo impulso al pendolo che lo mantiene in movimento.



«Pulsilogo»



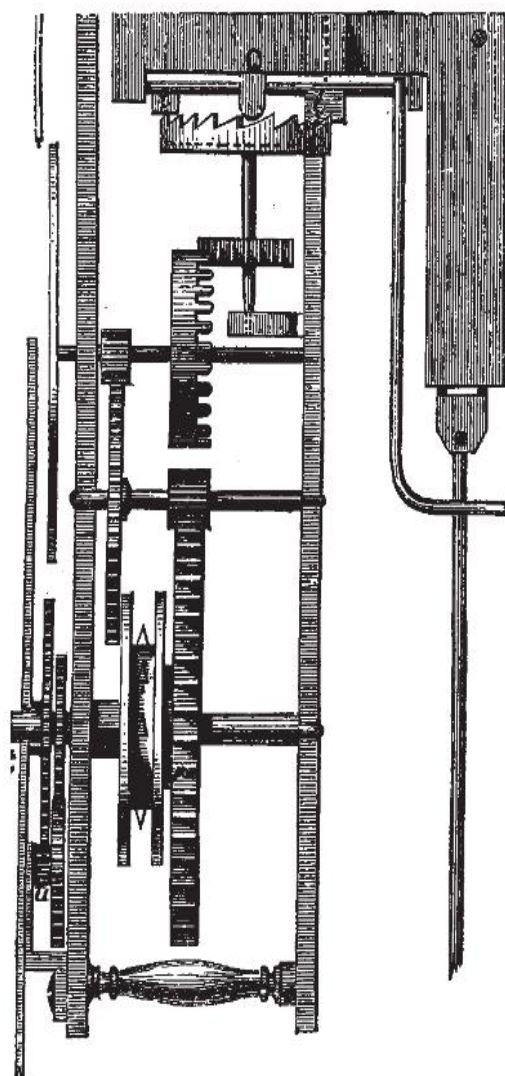
Il disegno dell'orologio a pendolo di Galileo che include anche il meccanismo di scappamento. (1637 circa)



Un vecchio orologio con meccanismo di scappamento ad ancora.

Il magnifico orologio meccanico!

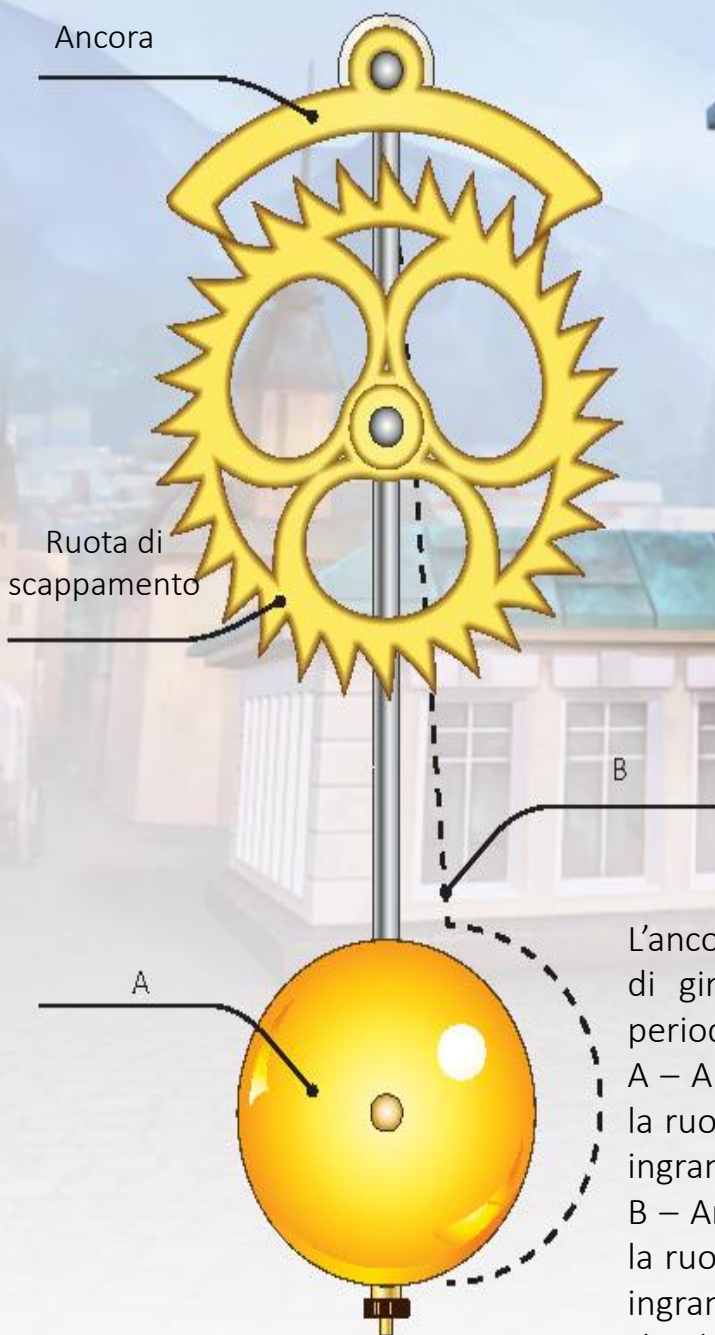
Nel 1657 Christiaan Huygens pubblicò un documento che descriveva la sua recente invenzione: un orologio a pendolo. I suoi orologi erano precisi e durante i successivi 40 anni, migliorò molte volte le sue invenzioni, imparando più cose sulle proprietà del pendolo. Nel suo orologio Huygens usò un meccanismo a fuso che non era universale come quello suggerito da Galileo. Infatti poteva funzionare solo con un pendolo con una grande ampiezza oscillatoria. Richiedere un ritmo stabile di un orologio con una grande ampiezza oscillatoria all'interno di un meccanismo a fuso, era praticamente impossibile. Doveva esserci un modo per ridurre l'ampiezza, ovvero un meccanismo di scappamento ad ancora.



Meccanismo di scappamento ad ancora (visione laterale)

Meccanismo di scappamento

La ruota di scappamento è attaccata a un ingranaggio cilindrico con una catena sopra di esso. L'ancora, un dettaglio leggermente curvo attaccato alla parte superiore del pendolo, ha due denti su ciascuno dei suoi bracci, chiamati palette. Oscillando insieme al pendolo, l'ancora cattura e rilascia alternativamente un dente della ruota di scappamento con le palette. Si ritiene che il merito di uno scappamento ad ancora appartenga a Robert Hooke e che risalga al 1670.



Meccanismo di scappamento a d'ancora (visione frontale)

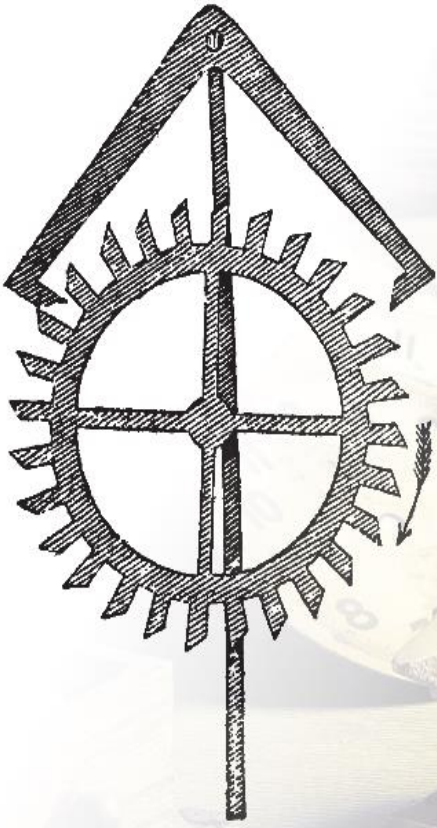
L'ancora permette alla ruota di scappamento di girare solo una rotella per ogni mezzo periodo di pendolo.

A – Ancoraggio del pendolo prima di bloccare la ruota di scappamento e fare un passo di un ingranaggio;

B – Ancoraggio del pendolo prima di bloccare la ruota di scappamento e fare un passo di un ingranaggio;

L'orologiaio inglese William Clement nel 1671 realizzò il primo orologio con scappamento ad ancora, sfidando la precedenza dell'invenzione di Hooke.

Successivamente, nel 1715, un altro inventore inglese, l'orologiaio e geofisico George Graham, migliorò il meccanismo di scappamento ad ancora, rendendolo molto più preciso, fino a 0,1 secondi. Il meccanismo di Graham fu usato per quasi 200 anni fino al 1890.



George Graham non fu però l'ultimo inventore ad aver sviluppato idee su come rendere gli orologi più precisi ed efficienti. Molti orologiai, infatti, suggerirono il loro approccio al meccanismo essenziale. La storia dell'orologeria ha visto l'invenzione di oltre 200 meccanismi di scappamento ad ancora. Nel 19° secolo l'orologio elettrico entrò in scena per la prima volta, in questo tipo di meccanismo, il pendolo è controllato da una scheda elettrica; mentre nel 20° secolo fu introdotto l'orologio al quarzo. Questo orologio utilizza un oscillatore elettronico che crea un segnale con una frequenza molto precisa ed è regolato da un cristallo di quarzo.

Oggi, l'orologio a pendolo meccanico non può competere con gli orologi elettronici. Sono esteticamente preziosi ed inoltre la loro storia è una tappa importante del pensiero scientifico, la quale ispirerà le generazioni .

§3

Uno sguardo al meccanismo e al suo utilizzo



Il **Metronomo** (dal greco μέτρον «misura» + νέμω «conduco») è un dispositivo che conta intervalli di tempo regolari con un click o altri tipi di suoni. Principalmente, viene usato dai musicisti per esercitarsi a suonare ad un ritmo costante. Negli ultimi anni è stato usato anche durante i concerti: per esempio per sincronizzare il sottofondo pre-registrato e gli strumenti elettronici.

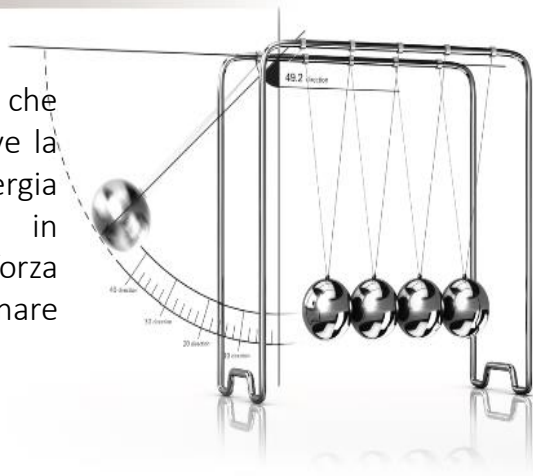
I “cronometri musicali” entrarono in uso alla fine del XVII secolo, il più conveniente fu il metronomo creato all’inizio del 1800 dall’inventore, ingegnere e showman tedesco Johann Nepomuk Maelzel. Si ritiene che il secondo movimento della Sinfonia n.8 di Ludwig van Beethoven, fosse una parodia del metronomo di Maelzel.

Normalmente, un metronomo ha un corpo a forma di piramide con uno dei lati regolati per ospitare un pendolo con un bob. La posizione del bob sul pendolo, influisce sulla frequenza dei clic del metronomo. Più in alto è posizionato il bob, più bassa è la frequenza e viceversa. La scala sulla superficie del metronomo indica la frequenza dei clic.

Oggi, insieme ai metronomi meccanici, si usano anche quelli elettronici. Questi ultimi sono spesso combinati in un corpo con degli accordatori.

Un metronomo può anche essere usato per cronometrare esercizi fisici, esperimenti scientifici, o anche come strumento musicale – come nel Poème Symphonique for 100 Metronomes di György Ligeti o in Dead Souls Two movements di Alfred Schnittke.

Il **Pendolo di Newton** è un sistema meccanico che prende il nome da Isaac Newton e che descrive la conservazione della quantità di moto e dell’energia e la trasformazione dell’energia cinetica in potenziale e viceversa. Con la mancanza della forza opposta (tensione), il sistema potrebbe funzionare per sempre, ma in realtà è impossibile.



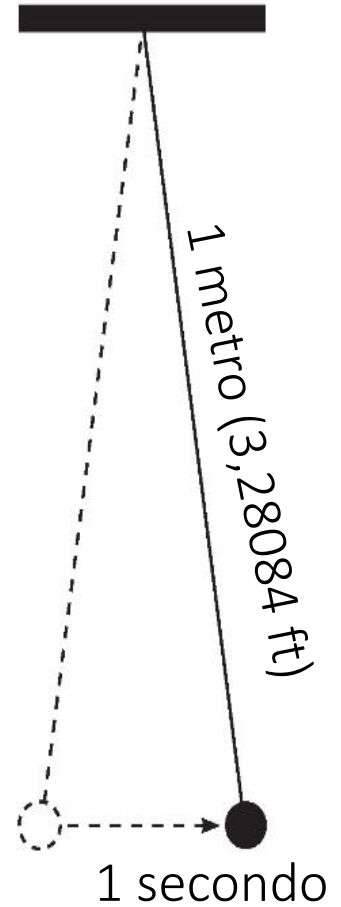
Il pendolo a secondi è un pendolo che oscilla in un periodo di 2 secondi: un secondo per un'oscillazione in una direzione e un secondo per l'oscillazione di ritorno. La frequenza delle oscillazioni è di $\frac{1}{2}$ hertz*.

Il peso è sospeso al perno e oscilla liberamente. Quando viene spostato dalla sua posizione di equilibrio, il pendolo è soggetto alla gravità, alla tensione e alla forza elastica.

Quando viene rilasciato, la forza di ripristino combinata con la massa del pendolo lo fa oscillare intorno alla posizione di equilibrio, oscillando avanti e indietro.

Il tempo per un ciclo completo, un'oscillazione a sinistra e una a destra, è chiamato periodo.

Il periodo dipende dalla lunghezza del pendolo, dalla posizione del peso (il momento di inerzia rispetto al centro di gravità) e dall'ampiezza (l'oscillazione).



Gli **orologi meccanici** sono gli orologi che utilizzano un meccanismo a pendolo per misurare il tempo. È spinto da pesi, molle o da una fonte di energia elettrica. Per misurare il tempo, utilizzano l'inerzia di un sistema oscillatorio – il pendolo, regolare o a molla, utilizza una molla a spirale come regolatore di equilibrio (+/-)



*una frequenza di 1 Hz equivale ad un'oscillazione al secondo.

§4

La fisica e la meccanica all'interno del modello STEM del pendolo

UGEARS
Mechanical Models
WWW.MODELLIUGEARS.IT

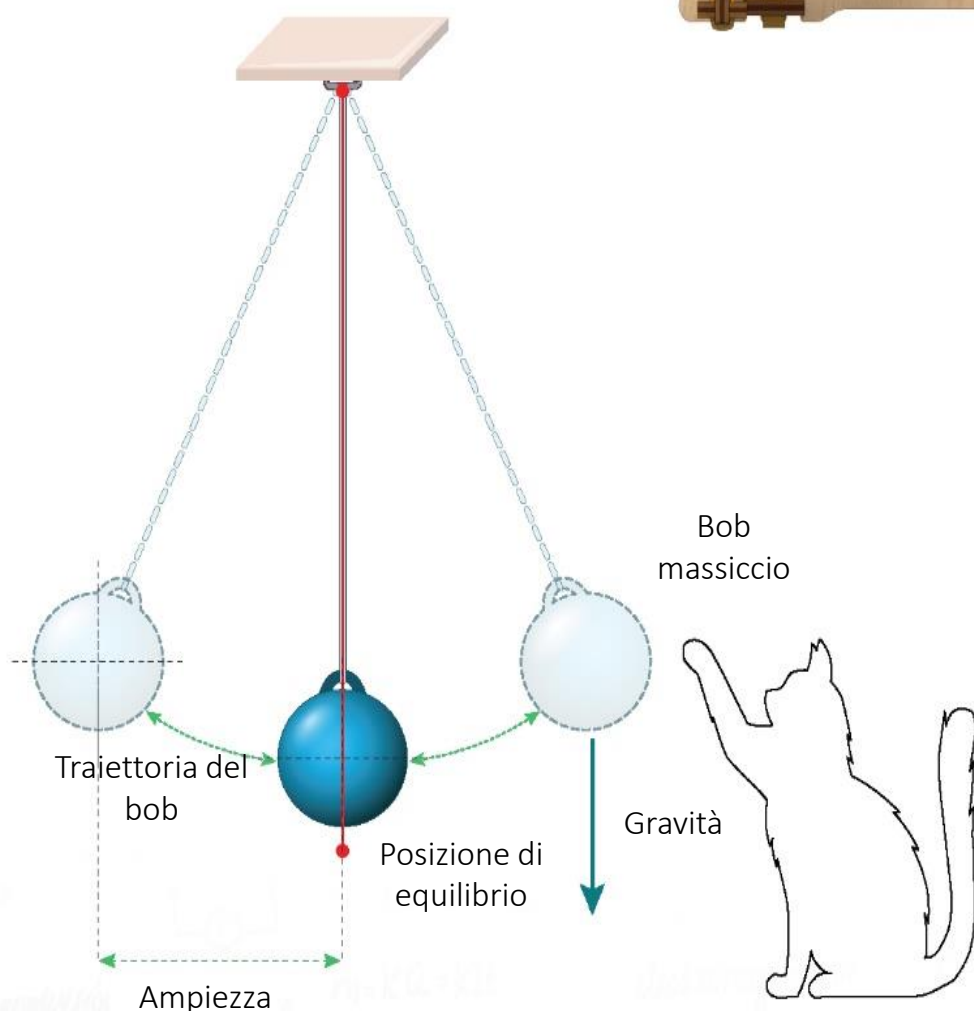
Termini e Concetti

Le **oscillazioni** sono il tipo di movimento in intervalli di tempo regolari.

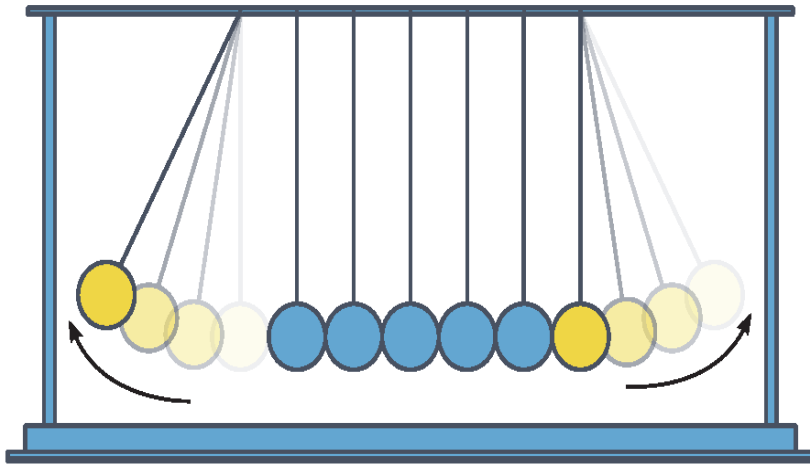
Le oscillazioni possono essere meccaniche, elettromagnetiche, chimiche, termodinamiche, ecc. Possono essere trovate in diverse discipline scientifiche, hanno molto in comune fra loro e si basano sulle stesse equazioni. Inoltre affinché un oggetto possa oscillare, deve essere spostato dalla sua posizione di equilibrio.

Diamo uno sguardo ai principali tipi di oscillazioni:

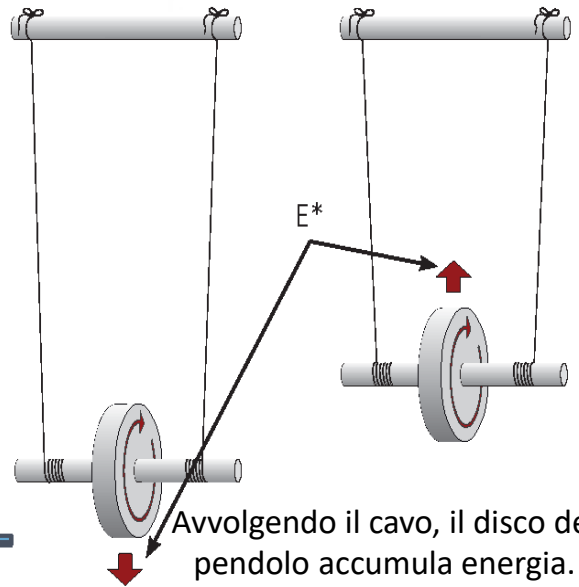
Le **oscillazioni forzate** sono oscillazioni sostenute da una forza periodica esterna che compensa la perdita di energia nel sistema dovuta alla tensione. La forza esterna periodica è chiamata forza «motrice».



Le **oscillazioni libere** sono le oscillazioni di un oggetto senza altra influenza esterna se non quella dell'impulso che ha iniziato il movimento.

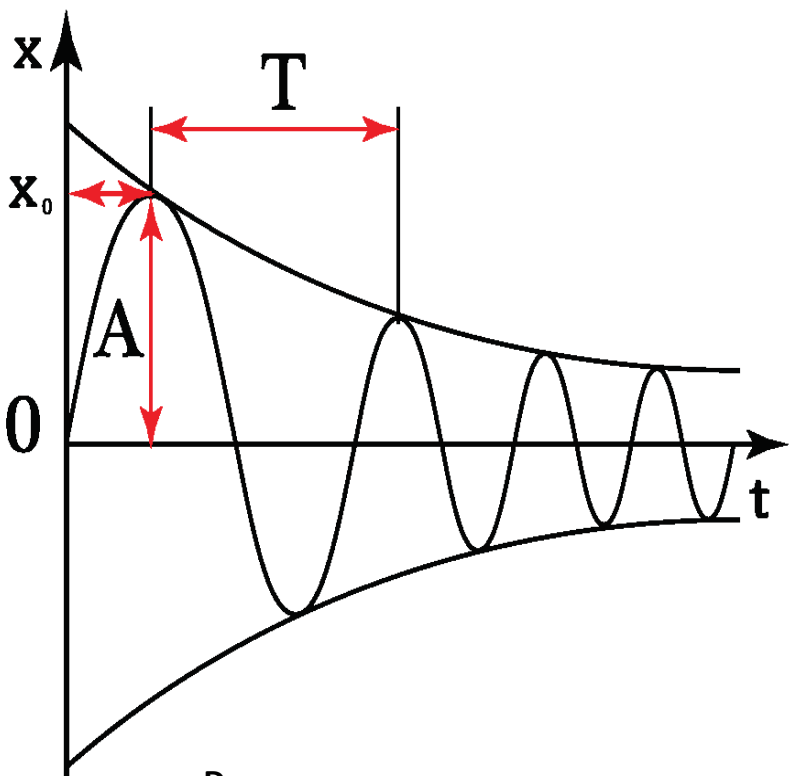
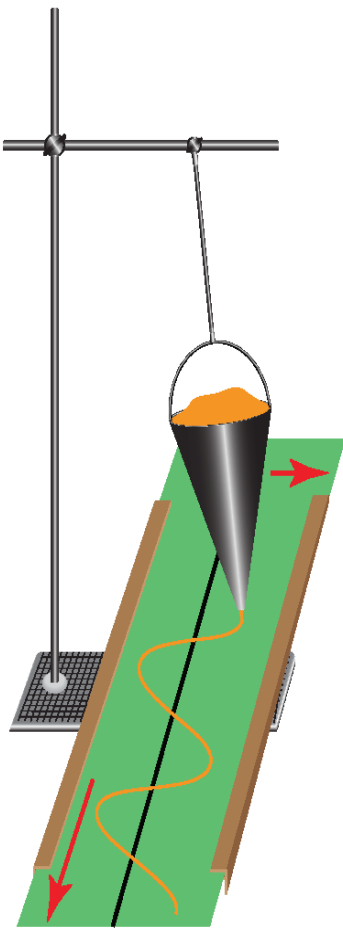


Deviazione, la palla accumula energia.



Avvolgendo il cavo, il disco del pendolo accumula energia.

Le **oscillazioni smorzate** sono le oscillazioni che alla fine perdono energia e la loro ampiezza si riduce gradualmente. Lo smorzamento delle oscillazioni meccaniche libere avviene con la diminuzione dell'energia meccanica dovuta alla forza resistiva e alla tensione.



Dove:

A- ampiezza delle oscillazioni.

T- periodo delle oscillazioni

t- lasso di tempo

x - valore dell'ampiezza

0

*E – energia accumulata

Le **auto-oscillazioni** avvengono senza forza esterna, ma grazie alla capacità propria del sistema di generare e regolare l'energia in arrivo da una fonte permanente.

Un sistema auto-oscillante ha tre elementi principali: forza oscillatoria, fonte di energia e un dispositivo di feedback tra il sistema e la fonte. Il sistema auto-oscillante può essere qualsiasi sistema meccanico che può produrre auto-oscillazioni smorzate, ne è un esempio il pendolo di un orologio da parete.

Il modello che hai assemblato appartiene ai sistemi auto-oscillanti.

Questo tipo di sistema viene alimentato dall'energia di una molla o dall'energia potenziale di un peso sotto la forza di gravità.

Nel nostro caso si tratta dell'energia di un elastico esteso.

Le oscillazioni sono caratterizzate dai seguenti termini e concetti:

Un'oscillazione completa è considerata compiuta quando il corpo oscillante ritorna alla posizione di partenza e inizia una nuova oscillazione nella stessa direzione. I movimenti oscillatori sono ripetitivi e hanno le seguenti caratteristiche:

1. Periodo delle oscillazioni;
2. Frequenza;

Il Periodo dell'oscillazione è un tempo in cui l'oggetto oscillante compie un'oscillazione completa.

Il periodo di oscillazione è indicato come «T» e si misura in secondi. Può essere calcolato come:

In cui

t – è il tempo di durata del movimento

N – è il numero di oscillazioni

La frequenza delle oscillazioni è un numero di oscillazioni complete in un secondo.

La frequenza si misura in Hertz (Hz) e viene indicata con la lettera greca ν . La frequenza può essere calcolata con l'equazione seguente:

In cui

N — è il numero delle oscillazioni

t — è il tempo del movimento

Hz è un'oscillazione al secondo. Il ritmo del cuore umano, in media, ha circa la stessa frequenza. La parola "herz" in Tedesco significa "cuore". Il periodo e la frequenza di oscillazione sono inversamente correlati:

L'unità prende il nome dal famoso fisico tedesco Heinrich Hertz (1857-1894).



Principali tipi di energia in oscillazione:

Ampiezza – A – la dimensione delle oscillazioni, il più grande spostamento dell’oggetto oscillante dalla sua posizione di equilibrio. Vedi illustrazione qui sotto – «Conservazione dell’energia nel pendolo».

Energia – E - è una delle caratteristiche principale della materia, è la misura del suo movimento e della sua capacità di produrre lavoro. Un corpo in qualsiasi condizione può avere diversi tipi di energia, tra cui calore, meccanica, elettrica, chimica, energia nucleare ed energia potenziale di diversi campi fisici (gravitazionale, magnetico o elettrico). Il totale di tutti i tipi di energia che un corpo possiede è la sua energia totale.

Energia cinetica – E(c) – è l’energia di un oggetto in movimento. Per quanto riguarda un oggetto in stato di riposo, l’energia cinetica equivale a zero. L’**energia cinetica** di un oggetto dipende dalla massa dell’oggetto (m) e la sua velocità (v).

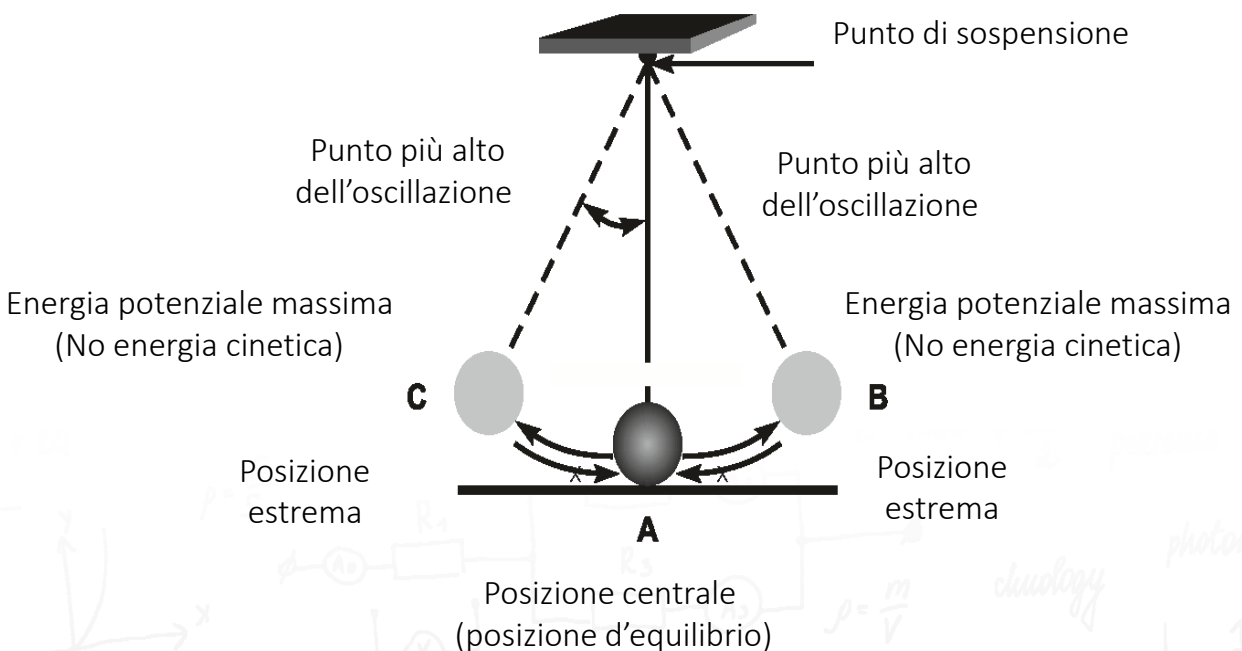
Energia potenziale – E(p) – è l’energia prodotta in un oggetto a causa della sua posizione rispetto ad altri oggetti o a parti dello stesso oggetto. Questo significa che se, ad esempio, un oggetto dovesse cadere da un determinato punto, allora sarà capace di produrre lavoro. L’energia potenziale dipende dall’ altezza da cui l’oggetto cade in relazione al piano verso cui sta cadendo.

L’**energia totale meccanica** è l’unione dell’energia potenziale e cinetica.

Conservazione dell’energia nel movimento oscillatorio

Le oscillazioni di un pendolo avvengono a causa di un impulso iniziale: l’energia meccanica assunta spostando il peso sospeso al perno dalla sua posizione di equilibrio.

Durante l’oscillazione, la massima velocità ed energia cinetica del pendolo si verifica quando passa attraverso il suo punto di equilibrio. La sua energia potenziale è massima quando l’energia cinetica (velocità) è uguale a zero. Quando il peso si sposta dalla posizione di equilibrio al punto di massimo spostamento (punti C e B), l’energia cinetica si trasforma in energia potenziale. Quando il peso viene rilasciato e si sforza di tornare alla posizione di equilibrio, l’energia potenziale si trasforma nuovamente in energia cinetica.



Conservazione dell’energia nel pendolo

Spostamento (x – spostamento dell’oggetto oscillante dalla sua posizione di equilibrio in un periodo di tempo corrente [m].

§5 Disegno tecnico E principio di funzionamento

IL PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

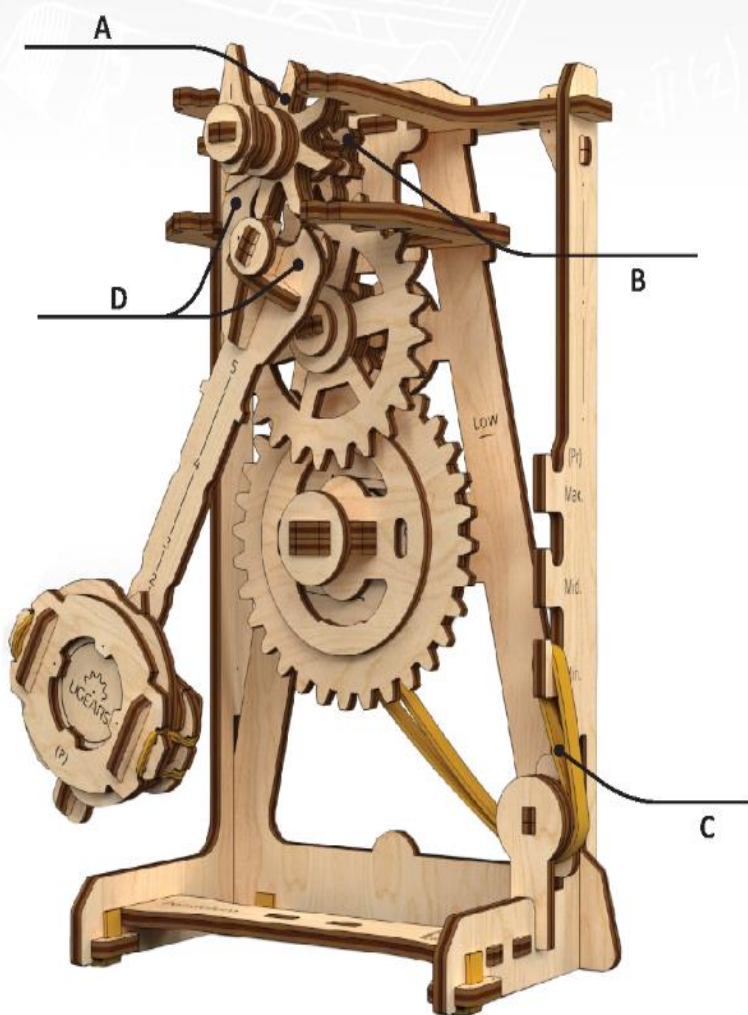
Un esempio di un sistema auto-oscillante è un meccanismo di scappamento ad ancora con pendolo (Fig. Meccanismo di scappamento ad ancora con pendolo).

La ruota di scappamento con pignoni inclinati (A) è attaccata alla ruota dentata (B) che trasmette l'impulso dall'elastico (C). La parte superiore del pendolo è fatta a forma di ancora (D).

Gli orologi da parete, l'orologio a pendolo, l'orologio della torre (campanile) e l'orologio da polso, usano tutti un peso come fonte di energia. L'orologio a lancetta, o da tasca, può usare una molla per alimentarsi e un bilanciere (E) attaccato a una molla a spirale invece di un pendolo. Il bilanciere produce oscillazioni rotanti intorno al suo asse radiale.

Il sistema oscillante in un orologio è un pendolo o un bilanciere, la fonte di energia è un peso o una molla. L'ancora che si ingrana con la ruota di scappamento funziona come dispositivo di feedback. Permette alla ruota di scappamento di girare di un ingranaggio in un semiperiodo. Il feedback viene prodotto dall'ancora che si ingrana con lo scappamento, permettendo alla ruota di scappamento di girare di un semiperiodo. Ogni semiperiodo dell'oscillazione del pendolo, l'ingranaggio di una ruota di scappamento spinge l'ancora nella stessa direzione trasferendo un certo impulso di energia che compensa la perdita di energia di tensione. Così, l'energia potenziale di un peso o di una molla, gradualmente in piccoli impulsi, si trasferisce al pendolo.

I sistemi meccanici auto-oscillanti sono ampiamente utilizzati e si trovano praticamente ovunque nella nostra vita quotidiana. Gli esempi sono molti: turbine a vapore, motori a combustione, campanelli elettrici, corde degli strumenti musicali e degli strumenti a fiato, ma anche le nostre corde vocali quando parliamo o cantiamo.



Meccanismo di scappamento ad ancora con pendolo

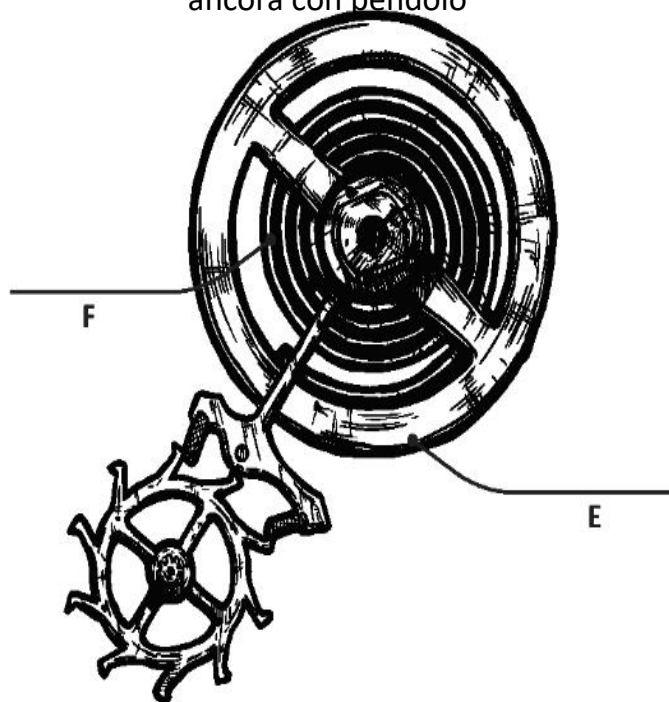
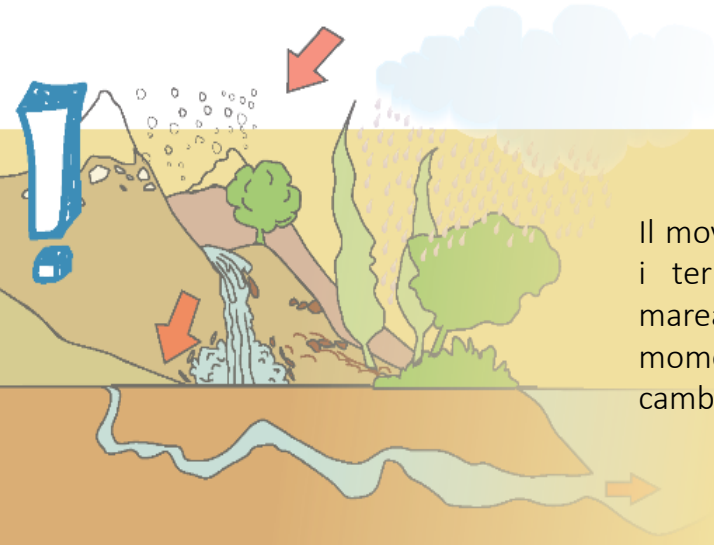


Fig 4. meccanismo con pendolo

CURIOSITA'

Le oscillazioni sono uno dei processi più comuni in natura e nella tecnologia. Le si trovano nei movimenti della farfalle e nelle ali degli uccelli, negli alti edifici e nei cavi dell'alta tensione nel vento, nel pendolo di un orologio e nelle sospensioni a molla delle automobili, nei livelli dell'acqua in un fiume e nella temperatura del corpo umano mentre combatte un'infezione.



Il movimento della terra durante i terremoti, l'alta e la bassa marea, la frequenza cardiaca, i momenti di sonno e di veglia, il cambio di stagione e molti altri.



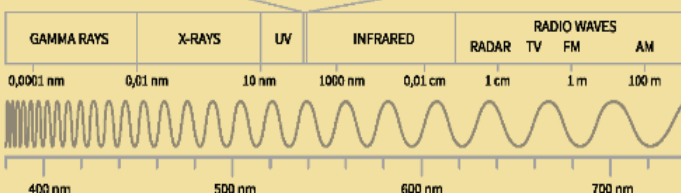
Il suono è la vibrazione della densità e della pressione dell'aria, le onde-radio sono alterazioni periodiche dell'intensità dei campi elettrici e magnetici. Anche la luce visibile è un tipo di oscillazione elettromagnetica, ma con lunghezza d'onda e frequenza diverse.



VISIBLE SPECTRUM



VISIBLE LIGHT



Anche il nostro tragitto quotidiano casa-scuola, casa-lavoro, rientra nella definizione di oscillazioni come un processo che si ripete in periodi di tempo uguali.

Un ramo speciale della fisica «Teoria delle oscillazioni» studia questi fenomeni. Questa conoscenza è assolutamente essenziale per le persone coinvolte nella costruzione di aerei e navi, sviluppatori industriali e di trasporto, produttori di dispositivi radio e acustici.

§6

Rimbocchiamoci le maniche: esercitazioni pratiche

Crea il tuo laboratorio di ricerca e studia come il pendolo e la frequenza del pendolo dipendano dalla posizione del peso.

Obiettivi: studiare come il periodo dipende dalla posizione del peso; imparare a calcolare l'ampiezza usando diverse formule; sviluppare la logica, le abilità scientifiche e il pensiero spaziale;

Attrezzatura: il pendolo, un cronometro, quaderno per appunti e una penna.

Premessa teorica:

Assemblate il pendolo e mettetelo su una superficie piana. Spostate il pendolo dalla sua posizione di equilibrio, misurate il tempo e contate il numero di oscillazioni. Per garantire la precisione del vostro esperimento, ripetete i vostri calcoli più volte. Trovate il tempo medio t_c . Il periodo delle oscillazioni può essere trovato usando la seguente formula:

Preparazione dell'esperimento:

Impostare il pendolo su una superficie piana, fissate la posizione del peso, mettete l'elastico nella posizione "min", mettete il bob (peso del pendolo) nella posizione inferiore (è possibile usare una moneta nel bob del pendolo).



METTIAMOCI A LAVORO:

Prova 1: trovare il periodo di oscillazione.

Spostate il pendolo dalla sua posizione di equilibrio di 2-3 cm. Notate quanto tempo impiega il pendolo a compiere 10 oscillazioni complete. Ripetete l'esperimento 2-3 volte con le stesse impostazioni. Calcolate il tempo medio che il pendolo impiega per compiere 10 oscillazioni complete.

Usate la formula (1) per trovare il periodo del pendolo.

Prova 2: trovare come la posizione del peso cambia la frequenza.

Selezionate una delle posizioni e ancorarvi il peso, calcolate il numero delle oscillazioni complete in 10 secondi. Calcolate la frequenza utilizzando la seguente formula:

Ripetete l'esperimento più volte cambiando ogni volta la posizione del peso.

Confrontate i vostri risultati.



Prova 3: ripetete l'esperienza descritto nella prova 2 cambiando il peso del bob.

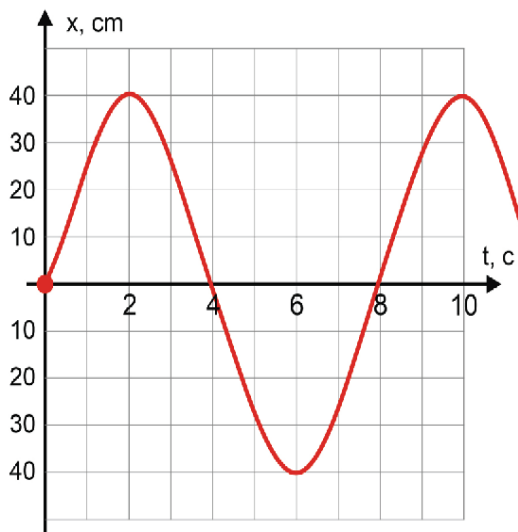


Il modello del pendolo è un modello di un meccanismo di scappamento ad ancora. L'ampiezza del pendolo è permanente e non dipende dalla tensione dell'elastico o dalla posizione del peso. Solo la frequenza e il periodo cambiano.

Prova 4: trova l'ampiezza e il periodo dal grafico nella figura.

Seleziona la risposta corretta fra le seguenti:

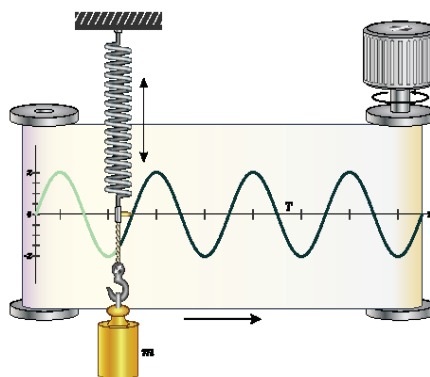
1. 10 cm
2. 20 cm
3. 40 cm
4. 2 s
5. 4 s
6. 6 s
7. 8 s
8. 10 s



Prova 5: come cambierà il periodo del pendolo a molla con l'aumento di 4 volte del peso?

Seleziona la risposta giusta fra le seguenti:

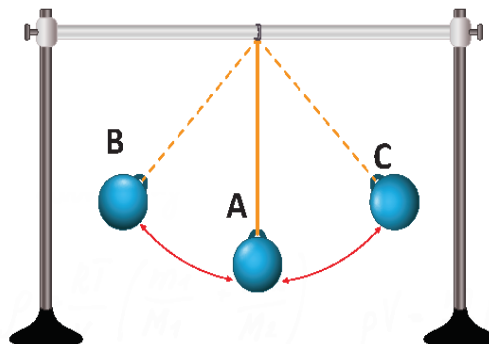
1. Aumenterà di 2
2. Diminuirà 2
3. Aumenterà di 4
4. Diminuirà 4
5. Aumenterà di 16
6. Diminuirà di 16



Prova 6: in quale punto l'energia potenziale di un pendolo è la più alta?

Seleziona le risposte esatte:

1. AC
2. AB
3. ABC
4. BC



CONCLUSIONI:

Durante l'esperienza abbiamo imparato a misurare l'ampiezza, il periodo e la frequenza delle oscillazioni del pendolo.

È stato determinato quanto segue:

- Il periodo e la frequenza non dipendono dall'ampiezza;
- Il periodo e la frequenza non dipendono dal peso del bob;
- Il periodo e la frequenza dipendono dalla posizione del bob.

Valutazione finale

1. Le oscillazioni di un pendolo sono causate da...

- a) Forza di gravità e forza elastica
- b) Tensione e resistenza
- c) Gravità e tensione

2. Per garantire una convergenza minima delle oscillazioni, questo valore deve essere minimo:

- a) Tensione
- b) Gravità
- c) Forza elastica

3. Nel punto di equilibrio del pendolo, questo valore è al suo massimo livello:

- a) Velocità
- b) Ampiezza
- c) Massa

4. La ragione della convergenza delle oscillazioni è:

- a) Tensione
- b) Gravità
- c) Corrente

5. Lo spostamento massimo dal punto di equilibrio è noto come...

- a) Ampiezza
- b) Periodo
- c) Frequenza oscillatoria

6. In quale punto l'energia potenziale del pendolo è massima?

- a) Nel punto di massimo spostamento
- b) Nel punto di equilibrio
- c) Uguale in ogni punto

7. Il tempo in cui il pendolo compie un'oscillazione complete si chiama:

- a) Periodo
- b) Frequenza
- c) Ampiezza

8. Le onde meccaniche sono...

- a) Le oscillazioni in un mezzo lineare
- b) Le oscillazioni di un pendolo
- c) Un processo ripetitivo

9. Il periodo di oscillazione del pendolo dipende da...

- a) La lunghezza del pendolo
- b) La quantità di peso
- c) La frequenza di oscillazione

10. Chi fu il primo a sperimentare il pendolo?

- a) Galileo Galilei
- b) Christiaan Huygens
- c) Isaac Newton

Congratulazioni! Ce l'hai fatta!

Grazie per essere stato con noi in questa avventura, speriamo che ti sia divertito e abbia imparato molto!