

STORIA DELLA FISICA

Galileo e la caduta dei gravi

Era il 1604 e non esistevano ancora i cronometri digitali, ma nemmeno orologi che fossero in grado di misurare intervalli di tempo piccolissimi, come quelli coinvolti nello studio del moto di un oggetto che cade. Galileo affrontò il problema su diversi fronti: prima di tutto rallentò la caduta con un lungo piano inclinato, poi escogitò diversi stratagemmi per scandire il tempo in modo il più possibile regolare.

In un famoso esperimento procedette in questo modo. Si costruì un piano inclinato di circa 10 m e un angolo di inclinazione molto piccolo, molto levigato per ridurre gli attriti e con una scanalatura nella quale poteva scorrere una sfera. Lungo il piano inclinato l'accelerazione è costante e inferiore a quella di gravità. All'avvio dell'esperimento un collaboratore faceva partire la sfera dalla sommità del piano con velocità iniziale nulla. Nello stesso istante Galileo, esperimento musicista, iniziava a scandire il tempo secondo battute musicali di uguale durata. Al termine di ogni battuta veniva segnata sul piano la posizione della sfera.

I risultati

Se il moto di caduta fosse avvenuto a velocità costante, come si credeva all'epoca, i segmenti così ottenuti avrebbero dovuto essere tutti uguali; invece man mano che la biglia rotolava verso il basso essi diventano sempre più lunghi: era segno che la velocità tendeva ad aumentare nella discesa. In particolare, Galileo scoprì una regolarità matematica nelle lunghezze dei segmenti. Queste aumentavano infatti secondo la progressione dei numeri dispari: la seconda era tre volte la prima, la terza cinque volte, e così via. Grazie a questo esperimento Galileo trovò che lo spazio percorso da un corpo che cade con velocità iniziale nulla è direttamente proporzionale al quadrato del tempo di caduta. Infatti, se per ogni istante segnato sommiamo le lunghezze dei segmenti precedenti, cioè se consideriamo lo spazio percorso dall'inizio all'istante considerato, si ottengono proprio dei quadrati perfetti.

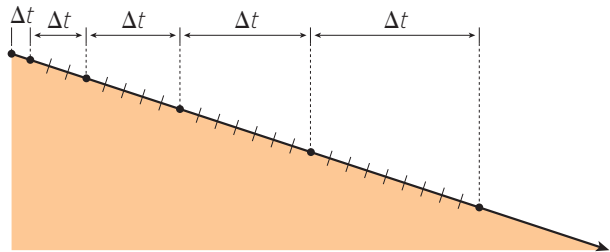
$$\bullet \quad 1 = 1 = 1^2$$

$$\bullet \quad \bullet \quad \bullet \quad \bullet \quad 1 + 3 = 4 = 2^2$$

$$\bullet \quad \bullet \quad \bullet \quad \bullet \quad \bullet \quad \bullet \quad \bullet \quad 1 + 3 + 5 = 9 = 3^2$$

$$\bullet \quad \bullet \quad \bullet \quad \bullet \quad \bullet \quad \bullet \quad \bullet \quad \bullet \quad \bullet \quad \bullet \quad \bullet \quad 1 + 3 + 5 + 7 = 16 = 4^2$$

La distanza percorsa in ogni intervallo successivo aumenta secondo la progressione dei numeri dispari (1, 3, 5, ...).



Una pagina dell'*Orfeo* di Monteverdi. Galileo usò la sua ottima conoscenza della musica per misurare gli intervalli di tempo durante l'esperimento, sfruttando la regolarità delle battute musicali.

Ricostruzione del piano inclinato utilizzato da Galileo (XIX secolo), Firenze, Museo Galileo.



Galileo dimostra l'esperienza della caduta dei gravi a Don Giovanni de' Medici, affresco di Giuseppe Bezzuoli (1839), Firenze, Museo Galileo.

DOMANDA Il risultato ottenuto da Galileo vale per ogni inclinazione del piano? Motiva la risposta in 10 righe.

ECONOMIA

L'inflazione

Con il termine «inflazione» si indica comunemente il continuo e generale aumento dei prezzi, con un conseguente indebolimento del potere di acquisto degli stipendi, che non aumentano di pari passo. Senza entrare nel merito del dibattito aperto sulla corretta definizione del termine, poniamo qui l'accento sul suo significato dal punto di vista matematico.

Aumenti o diminuzioni di qualcosa sono «variazioni» della grandezza in esame, positive o negative. Se, per esempio, indichiamo con p_1 il prezzo di un oggetto in un certo istante di tempo e con p_2 il prezzo dello stesso oggetto in un istante successivo, la variazione del prezzo dell'oggetto nel periodo considerato è data dalla differenza:

$$\Delta p = p_2 - p_1$$

La variazione può essere:

- positiva se il prezzo aumenta;
- negativa se il prezzo diminuisce;
- nulla se il prezzo non cambia.

In un periodo caratterizzato da inflazione monetaria i prezzi sono soggetti a continui aumenti, pertanto la loro variazione è sempre positiva. Diamo un esempio di calcolo nella tabella che segue:

Quantità acquistata nell'anno base	Prezzo (anno base)		Prezzo (1 anno dopo)		Prezzo (2 anni dopo)	
	Per unità di prodotto	Totale	Per unità di prodotto	Totale	Per unità di prodotto	Totale
150 chili di pane	€ 1,50	€ 225	€ 1,30	€ 195	€ 1,60	€ 240
100 tazze di caffè	€ 2,40	€ 240	€ 2,40	€ 240	€ 2,15	€ 215
12 tagli di capelli	€ 20,00	€ 240	€ 22,00	€ 264	€ 23,00	€ 276
1 giaccone invernale	€ 145,00	€ 145	€ 176,00	€ 176	€ 160,00	€ 160
Costo totale del paniere	€ 850		€ 875		€ 891	
Indice di prezzo	100		102,9		104,8	
Tasso di inflazione			2,9%		1,8%	

L'inflazione al consumo nell'area dell'euro è calcolata mensilmente dall'Eurostat. L'indice armonizzato dei prezzi al consumo (IAPC) tiene conto in media di circa 700 tipologie di beni e servizi, rispecchiando la spesa media delle famiglie dell'area dell'euro per tale paniere.

L'inflazione diminuisce dal primo al secondo anno successivi all'anno di riferimento, ma complessivamente i prezzi aumentano comunque.

Giochi di parole?

Quando leggiamo sul giornale che l'inflazione diminuisce, potremmo essere indotti a pensare che siano i prezzi a diminuire. In realtà il fatto che ci sia inflazione è già un'indicazione sul fatto che i prezzi sono in aumento. Aumenti o diminuzioni dell'inflazione sono in realtà variazioni dell'entità dell'aumento dei prezzi, cioè ci dicono quanto velocemente i prezzi stanno aumentando. È proprio come accade quando rallentiamo durante un viaggio in automobile: la nostra velocità diminuisce, ma la distanza dal punto di partenza è sempre in aumento.

Intravediamo dunque un'analogia tra l'accelerazione e la variazione dell'inflazione: entrambe sono la variazione di una variazione. Una volta capita la struttura matematica di una grandezza, l'analogia ci aiuta a comprendere con minore fatica altre grandezze che si comportano nello stesso modo, anche se appartengono a diversi ambiti della conoscenza.

DOMANDA Pechino ha annunciato per il 2010 un aumento del bilancio dell'esercito di solo 7,5% dopo circa un decennio di aumenti annuali oltre il 10%. Il titolo dell'articolo riesce a interpretare questi dati? Spiega in 10 righe.

È LA PRIMA VOLTA IN DIECI ANNI CHE IL BILANCIO DELLA DIFESA RALLENTA LA CRESCITA

La Cina riduce le spese militari
Ma a Pechino spopola il libro che profetizza la guerra con gli Usa

CON GLI OCCHI DI UN FISICO

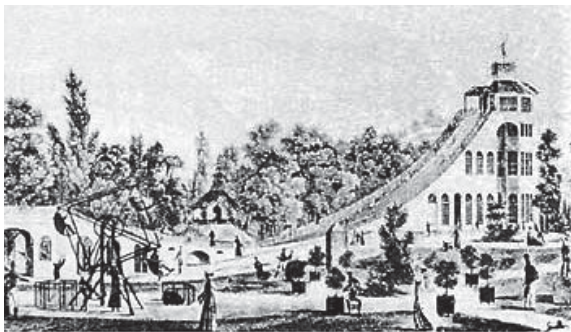
Le montagne russe

Dalle slitte ai carrelli

Sin dal XVII secolo in Russia era molto in voga lasciarsi scivolare con slitte su pendii artificiali ghiacciati, al punto che anche l'imperatrice Caterina II, detta la Grande, attrezzò la sua residenza di campagna di Oranienbaum, vicino San Pietroburgo, con un padiglione dei divertimenti in cui vi era una collina per le scivolate. Si trattava delle prime «montagne russe» della storia: strutture di legno alte più di 15 metri e con pendenze fino a 50°, con le quali si raggiungevano velocità che superavano i 60 km/h. Le slitte potevano gareggiare tra loro scivolando l'una accanto all'altra. L'idea piacque molto ai francesi, che la importarono in Francia con alcune varianti che eliminavano il ghiaccio e le slitte, per sostituirli con guide e carrelli. Risalgono al 1817 le montagne russe di Belleville, con due rotaie affiancate per le relative gare di velocità.



Nella Russia del XVII secolo le prime rampe ghiacciate per abbandonarsi, scivolando, all'accelerazione di gravità.



Le montagne russe di Belleville, del 1817, riproducevano gli scivoli ghiacciati, ma vi sostituivano carrelli che scorrevano in apposite guide.

Un divertimento internazionale

L'idea fu apprezzata anche negli Stati Uniti, dove una ferrovia usata per trasportare carbone diventò una delle attrazioni turistiche più popolari. Un treno a vapore portava i passeggeri sulla sommità di un ripido pendio, dal quale poi partivano in scivolata su un carrello soggetto esclusivamente alla forza di gravità, per una discesa mozzafiato in cui si raggiungevano i 140 km/h. La «Mauch Chunk Switchback Gravity Railroad» era lunga circa 28 km e aveva un dislivello di oltre 1200 m.

Probabilmente di lì nacque l'idea successiva: un percorso panoramico interamente governato dalla gravità, con dossi e avvallamenti intermedi. Nel 1884 a New York fu costruita la «Gravity Pleasure Switchback Railway», che portava i passeggeri su e giù per le ondulazioni di una struttura in legno con pendenze lievi, senza grosse accelerazioni ma con la possibilità di ammirare comodamente il panorama.



La Gravity Pleasure Switchback Railway non regalava discese mozzafiato ma una comoda traversata panoramica lungo dolci pendenze.

PAROLA CHIAVE **Analogia**

L'espressione «montagne russe» esprime l'analogia, cioè la somiglianza, tra le montagne naturali e gli scivoli artificiali che ne riproducono le pendenze.

- Su che tipo di somiglianza si basa l'analogia tra grandezze fisiche? Spiegalo in 10 righe.

Il brivido dell'accelerazione

Nel frattempo si erano sviluppate nuove tecniche per costruire montagne russe sempre più ardite e mozzafiato. Nel 1846 fu brevettato il primo giro della morte: la «Centrifuge Railway» consisteva in una rotaia che dopo una discesa si avvolgeva ad anello, consentendo a un carrello monoposto di effettuare un vero e proprio giro completo.

Tra la fine dell'Ottocento e i primi del Novecento si moltiplicarono i brevetti per le montagne russe, e negli anni Venti queste raggiunsero l'apice della popolarità con migliaia di esemplari in tutto il mondo. Si trattava di strutture in legno spesso molto pericolose, con curve strette, discese molto ripide e altezze vertiginose.



Il primo giro della morte fu realizzato in Francia nel 1846 su brevetto inglese.

PAROLA CHIAVE

Accelerazione

Quanto vale l'accelerazione di una vettura (come la Ferrari Formula Rossa della foto) che in 5 s raggiunge i 240 km/h partendo da ferma?



Discesa e risalita

La Grande Depressione negli Stati Uniti e la guerra in Europa fecero perdere interesse per le montagne russe, e moltissime strutture furono smantellate. Finché, nel 1955, non aprì Disneyland, con la rivoluzionaria rotaia tubolare in acciaio della Matterhorn Mountain, che inaugurò una nuova era. La nuova tecnologia rendeva più sicuro il divertimento e, soprattutto, la tenuta in tutte le direzioni della rotaia tubolare introdusse la possibilità di effettuare percorsi dalle forme più varie.

Dagli anni Novanta sono stati inventati moltissimi tipi di montagne russe, in grado di offrire ai passeggeri accelerazioni di tutti i tipi. Oggi la tecnologia ha raggiunto livelli tali da consentire velocità che superano i 200 km/h e accelerazioni maggiori dell'accelerazione di gravità.



Arno van Dulmen / Shutterstock

Ancora oggi vengono costruite montagne russe in legno, come quelle dei primi del Novecento.

PAROLA CHIAVE

Moto uniformemente accelerato

Due slitte gareggiano sullo stesso scivolo ghiacciato, partendo da ferme dalla stessa altezza, in condizioni di assenza di attrito.

- ▶ È possibile che percorrano la lunghezza dello scivolo in tempi diversi? Motiva la risposta in 5 righe