

Misura di g con pendolo non in regime caotico

Costantino Sigismondi (*ICRA/Sapienza e Liceo G. Ferraris, Roma*)

Abstract The measurement of the gravity acceleration with pendulum is a basic experiment in Newtonian physics, but the correct choice of wire and weight to suspend can avoid to have a chaotic instead of simple pendulum.

Sommario La misura dell'accelerazione di gravità con un pendolo è un esperimento di base della fisica Newtoniana, ma occorre attenzione al filo e al peso da sospendere per evitare che il pendolo semplice diventi caotico.

L'accuratezza della misura di g e il Geoide

L'accelerazione di gravità a terra $g=9.81 \text{ m/s}^2$ spesso è data con 1 o 2 cifre significative dopo la virgola. Ciò corrisponde ad una precisione dell'1% o dell'1‰: si vuole mostrare qui come sia possibile realizzare un esperimento con tale accuratezza.

Variazioni locali di g, la cui superficie equipotenziale è chiamata Geoide per la Terra, differisce da un puro ellissoide di rotazione anche di $\pm 50 \text{ m}$. Esiste anche il Lunoide, e il concetto si estende a qualunque corpo celeste solido. Nel Geoide per esempio la presenza di montagne nelle vicinanze riesce a deviare il filo a piombo di alcuni secondi d'arco rispetto allo zenith astronomico.¹ Le anomalie del Lunoide (Mascon²) determinano la deviazione delle orbite dei satelliti calcolate per una Luna sferica e omogenea. Queste anomalie sono di qualche millesimo di g, cioè influenzano la seconda cifra, come la variazione di g con la quota. È bene impostare degli esperimenti dimostrativi il più accurati possibile per aprire anche gli studi iniziali già alla prospettiva della ricerca come osservazione, misura accurata e comprensione della realtà.

La scelta di filo e peso per realizzare un pendolo semplice

Un filo e un peso qualsiasi possono dar luogo ad un pendolo caotico. Con l'idea di realizzare un pendolo di Foucault ho sospeso a 3.6 m d'altezza un peso di 1 Kg aspettandomi piccole oscillazioni ben stabili nel loro piano: il risultato è stato invece

1 https://it.wikipedia.org/wiki/Deviazione_della_verticale

2 http://www.lescienze.it/news/2013/05/31/news/luna_formazione_anomalie_gravit-1677887

un pendolo che ruotava continuamente il suo piano di oscillazione. Il grosso peso, usato nei musei scientifici con filo di 10 metri, lungo il nostro filo di 3.6 m induceva delle vibrazioni verticali con frequenza 0.9 Hz che rendevano il pendolo caotico, cioè che descriveva delle ellissi anziché andare avanti e indietro. Ora si è scelto come filo quello di cotone da un rocchetto del primo novecento marca Cucirini Cantoni Coats:³ cucirino lucido n. 10, marca busto (400 yarde 365 metri). La misura della costante elastica di questo filo ha dato 6.1 mm di allungamento con 50 g di peso e 12.35 mm con 100 g, con una costante elastica di $K=93\pm 5$ N/m. Al filo è stato appeso un rocchetto di nastro adesivo (scotch) di $M=10.7$ g, nel cui centro geometrico collochiamo il "punto materiale" del pendolo semplice.

L'allungamento con 10.7 g è 1.2 mm, ma il pendolo viene messo in movimento senza applicare forze verticali, per cui non si attivano oscillazioni nella direzione del filo. La frequenza propria del sistema elastico filo-peso è $2\pi v = \sqrt{K/M}$: 14.8 ± 0.4 Hz, ben lontana da quella propria del pendolo in cui il filo è lungo 1.096 m, che è di 0.5 Hz, quindi il trasferimento di energia tra il modo oscillatorio e quello vibrazionale è molto lento, a differenza del caso precedente dove le frequenze erano più prossime (0.93 Hz per elasticità del filo vs 0.26 Hz oscillazioni pendolo) ed il moto diventava caotico in meno di un minuto.

Dati e risultati conclusivi

Con la distanza tra il punto di applicazione del filo ed il centro del rocchetto pari a $L=1.118$ m abbiamo misurato 10 oscillazioni 21.22 ± 0.12 s, dalla formula inversa del periodo $T=2\pi\sqrt{L/g}$ si ricava $g=4\pi^2L/T^2$. Propago gli errori: quello del 5‰ sul periodo nel valore finale di g raddoppia e dà 1%, quello sulla lunghezza del filo, che è inferiore all'1‰, si trascura, così $g=9.80\pm 0.11$ m/s².

Referenze E. P. Pignatiello, *I segreti del cotone da cucito* (2011).³

Ringrazio gli alunni del biennio del Liceo G.Ferraris di Roma.

3 moda.san.beniculturali.it/wordpress/wp-content/uploads/2011/11/cuciriniiperpdf.pdf