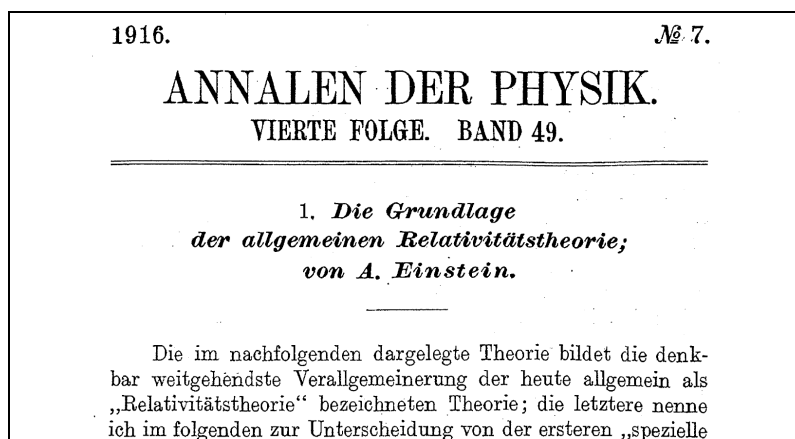


A CENTO ANNI DALLA TEORIA DELLA RELATIVITÀ GENERALE

Il 25 novembre 1915, esattamente cento anni fa, Albert Einstein presentò la Teoria della Relatività Generale all'Accademia Prussiana delle Scienze, pochi mesi prima della sua pubblicazione – il 20 marzo 1916 – sulla rivista *Annalen der Physik*, in un articolo intitolato “*Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie* (La base della Teoria della Relatività generale)”.



[http://www.itp.kit.edu/~ertl/Hauptseminar_ws1314/papers/Die Grundlage der allgemeinen Relativitaetstheorie.pdf](http://www.itp.kit.edu/~ertl/Hauptseminar_ws1314/papers/Die_Grundlage_der_allgemeinen_Relativitaetstheorie.pdf)

Dedicheremo ad Albert Einstein la nostra *Circolare interna* di dicembre 2015, l'ultima nell'Anno Internazionale della Luce. Qui lo ricordiamo con un articolo di **Piero Bianucci**, tratto dal sito internet de *La Stampa* del 16 novembre 2015.

AL SERVIZIO DI EINSTEIN DUE SATELLITI DI NAVIGAZIONE “GALILEO”

Fu Newton con un esperimento ideale descritto nei “Principia” il primo a immaginare un satellite artificiale della Terra: sparando un proiettile con un cannone abbastanza potente da imprimergli una velocità tale da compensare l'attrazione terrestre, il proiettile continuerebbe a “cadere” senza però mai toccare il suolo. Ciò rimarrebbe in orbita. L'idea fu ripresa nell'Ottocento dallo scrittore Edward Everett Hale nel racconto “The brick Moon”, e poi nel 1903 dal pioniere russo della missilistica Tsiolkovsky. Infine, il primo vero satellite artificiale, lo “Sputnik”, salì in cielo il 4 ottobre 1957, lanciato da scienziati sovietici. Sei mesi dopo arrivarono gli americani con “Explorer” e da allora i satelliti artificiali sono diventati migliaia, specializzati nei compiti più diversi: telecomunicazioni, meteorologia, ricerca scientifica, monitoraggio ambientale, spionaggio, navigazione.

Non sempre però i compiti sono così ben separati. A volte applicazioni pratiche e ricerca scientifica possono incontrarsi e convivere felicemente. I satelliti della costellazione “Galileo” nascono per diventare il GPS europeo, un sistema di posizionamento più preciso rispetto a quello americano, e destinato esclusivamente all'uso civile. Ma, fermo restando questo obiettivo, due satelliti della costellazione Galileo ora si mettono al servizio di Einstein, e la cosa fa notizia anche perché proprio in questi giorni si sta celebrando il centenario della relatività generale, teoria che Einstein presentò prima in alcune conferenze del novembre 1915 e poi pubblicò nell'anno seguente.



Immagine artistica di due satelliti della costellazione Galileo. Crediti: ESA

I satelliti in questione sono il Galileo 5 e Galileo 6, lanciati il 22 agosto 2014 con una Sojuz. Non fu un giorno felice: per un difetto dello stadio superiore del lanciatore, entrarono in un'orbita ellittica diversa da quella prevista, con un perigeo molto più basso. Superato il primo sconcerto, i tecnici dell'Agenzia Spaziale Europea, che sono maestri nelle operazioni di recupero fin da quando rimediarono il cattivo lancio del satellite astrometrico Hipparcos, sono passati all'azione. Con una serie di manovre delicatissime, il perigeo dei due satelliti è stato innalzato e ora essi sono sotto test per una normale utilizzazione operativa.

Ma non è tutto. L'incidente si è rivelato utile, anzi, prezioso, per la ricerca scientifica: gli orologi atomici a bordo dei satelliti e la variazione graduale della loro orbita ellittica offrono infatti la possibilità di una verifica della relatività speciale e generale di Einstein dalla precisione senza precedenti. Velocità orbitale e intensità del campo gravitazionale sono infatti due fattori che agiscono sullo scorrere del tempo, il primo rallentandolo e il secondo accelerandolo. Più precisamente gli orologi in orbita rispetto a quelli al suolo ritardano di 7 milionesimi di secondo al giorno per il fatto di essere in moto (conseguenza della relatività speciale del 1905) e accelerano di 45 milionesimi di secondo in quanto si trovano più lontani dal centro della Terra e quindi immersi in un campo gravitazionale meno intenso (conseguenza della relatività generale). Alla fine la differenza di cui bisogna tenere conto è di 38 milionesimi di secondo, quanto basta, se non ne tieni conto, per far arrivare la tua auto a chilometri di distanza dalla meta desiderata (come scoprirono amaramente i militari americani ignari di relatività addetti al GPS).

Nel caso specifico, poi, le cose sono complicate dal fatto che due volte al giorno le orbite di Galileo 5 e 6 hanno una variazione di quota di 8500 chilometri. Una manna per i fisici teorici, che si trovano tra le mani un esperimento particolarmente sofisticato. Il satellite Gravity Probe A in passato (1976) ha consentito una verifica con la precisione di 140 parti su un milione. I due satelliti Galileo, con un anno di misurazioni, permetteranno di ottenere risultati 4 volte più precisi di Gravity Probe A, il cui obiettivo primario era verificare il principio di equivalenza tra massa inerziale e massa gravitazionale stabilito da Einstein. Ciò in attesa che, nel 2017, un altro esperimento, ma questa volta sulla Stazione Spaziale Internazionale, raggiunga la precisione di 2-3 parti per milione.

Di Einstein e del centenario della relatività si parla oggi pomeriggio [16 novembre] in un convegno all'Accademia delle scienze di Torino, dove viene inaugurata una mostra di documenti originali in parte provenienti dall'editore Bollati Boringhieri. A chi non può andarci, raccomando due libri freschi di stampa dello stesso editore: "Albert Einstein: le due relatività" con gli articoli originali del 1905 e 1916 e prefazione di Vincenzo Barone, e "Il capolavoro di Einstein" di John Gribbin, una narrazione piacevolissima sulla quale ritorneremo.

PIERO BIANUCCI

<http://www.lastampa.it/2015/11/16/scienza/il-cielo/al-servizio-di-einstein-due-satelliti-di-navigazione-galileo-jXCD4kBxP3KGRneliy9hGM/pagina.html>

Altre informazioni:

www.esa.int/Our_Activities/Navigation/Galileo_satellites_set_for_year-long_Einstein_experiment

Approfondimenti sui satelliti Galileo:

http://www.esa.int/Our_Activities/Navigation/The_future_-_Galileo/What_is_Galileo

http://ec.europa.eu/growth/sectors/space/galileo/index_en.htm

