

* NOVA *

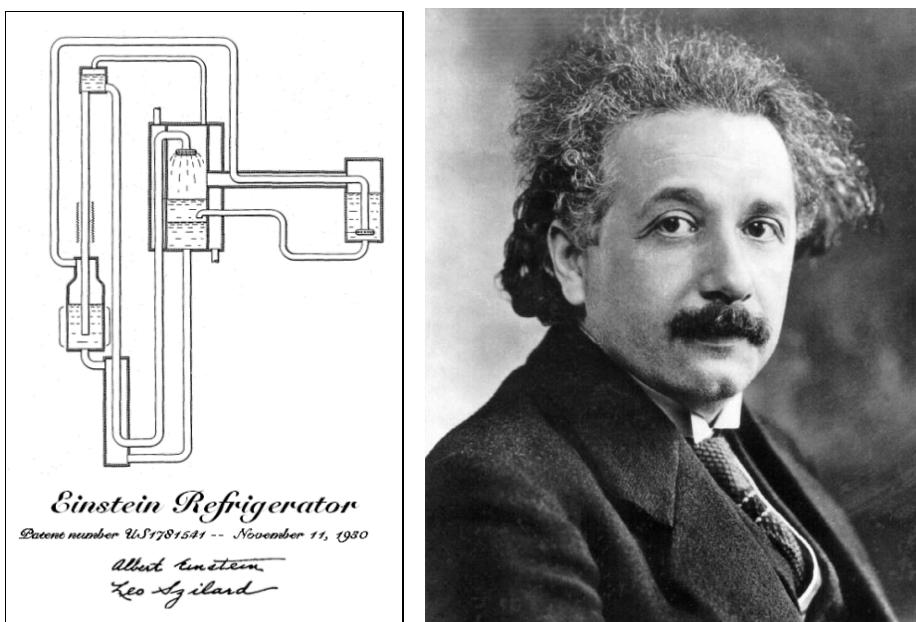
N. 2017 - 28 AGOSTO 2021

ASSOCIAZIONE ASTROFILI SEGUSINI

IL FRIGORIFERO DI EINSTEIN

La storia di un brevetto sfortunato diventa il pretesto per spiegare la termodinamica: dalla meccanica dei quanti alla cosmologia, dalla teoria dell'informazione ai buchi neri. Gettate via il romanzo di stagione e leggete questo libro di Paul Sen. Vi divertirete e vi lascerà una visione profonda del mondo.

Dal sito internet de La Stampa del 23 agosto 2021, con il consenso dell'Autore, riprendiamo un articolo di Piero Bianucci.



La relatività di Einstein è ad oggi la miglior teoria per descrivere l'universo. Al cospetto della relatività ci inchiniamo, umili e reverenti. Il frigorifero invece ci sembra un banale elettrodomestico per conservare lo yogurt. Sarà per questo motivo che "Il frigorifero di Einstein", libro di Paul Sen, ingegnere laureato a Cambridge e giornalista televisivo alla BBC, suona come un titolo dissacrante. Eppure un filo nobile e tenace collega il frigorifero all'universo e al destino di ognuno di noi.

Domanda trabocchetto

La classica domanda trabocchetto che viene rivolta agli studenti di fisica è se, lasciando aperta la porta del frigorifero, la cucina diventi più fresca, rimanga a temperatura costante o si riscaldi. La risposta è la meno intuitiva delle tre ma spiegare perché sia così è complicato, e all'esame di fisica bisogna saperlo. Questo è un buon motivo per leggere "Il frigorifero di Einstein" (Bollati Boringhieri, 405 pagine, 25 euro, traduzione di Susanna Bourlot). Un altro ottimo motivo è che queste pagine acchiappano come un romanzo, con la differenza che i romanzi scivolano via come l'acqua saponata mentre dopo aver letto Paul Sen ci rimarrà una comprensione profonda del mondo.

NEWSLETTER TELEMATICA APERIODICA DELL'A.A.S. - ASSOCIAZIONE ASTROFILI SEGUSINI APS – ANNO XVI

La Nova è pubblicazione telematica aperiodica dell'A.A.S. - Associazione Astrofili Segusini APS di Susa (TO) riservata a Soci e Simpatizzanti.

È pubblicata senza alcuna periodicità regolare (v. Legge 7 marzo 2001, n. 62, art. 1, comma 3) e pertanto non è sottoposta agli obblighi previsti della Legge 8 febbraio 1948, n. 47, art. 5. I dati personali utilizzati per l'invio telematico della Nova sono trattati dall'AAS secondo i principi del Regolamento generale sulla protezione dei dati (GDPR - Regolamento UE 2016/679).

www.astrofilisusa.it

Apparecchio acustico

Come tutti i fisici teorici, Einstein lavorava con una matita, un pezzo di carta ed esperimenti mentali. Non ebbe bisogno né di telescopi né di un laboratorio per rivoluzionare la visione dell'universo. La vulgata lo vuole genialmente distratto e trasandato, ma fu anche uomo dotato di senso pratico. Era cresciuto in una famiglia di piccoli imprenditori che costruivano motori elettrici e dopo la laurea per anni fu impiegato di terza classe all'Ufficio Brevetti di Berna, dove operò sempre diligentemente benché si annoiasse un po'. Nel 1928, già celeberrimo Premio Nobel, registrò, con l'inventore Rudolf Goldschmidt, un brevetto per altoparlanti elettromagnetici. Il progetto non trovò mercato ma servì a dotare di un apparecchio acustico un'amica cantante che stava perdendo l'udito.

“Ululava come uno sciacallo”

Il primo frigorifero risale al 1875. Lo inventò James Harrison applicando la pompa a espansione ideata Jacob Perkins cinquant'anni prima. Carl von Linde brevettò lo scambiatore a gas liquefatto. Il fluido da comprimere e espandere era l'etere metilico, che però aveva un difetto: ogni tanto esplodeva. Linde lo sostituì con l'ammoniaca, altri provarono con l'anidride solforosa o con il metilcloruro. Questi gas non esplodono ma purtroppo sono velenosi e se sfuggivano dalla pompa facevano stragi. Nel 1928, lo stesso anno degli altoparlanti, in collaborazione con l'allievo ungherese Leo Szilard, Einstein affrontò il problema dal punto di vista meccanico, chimico e termodinamico adattando come scambiatore di calore il metanolo, che è velenoso solo se ingerito in discrete quantità. L'apparecchio sfruttava il campo elettromagnetico generato da una bobina che “spostava avanti e indietro del metallo liquido contenuto in un cilindro stagno”. Non c'erano guarnizioni né valvole né parti in movimento che potessero rompersi o perdere. Il funzionamento non richiedeva elettricità, basta una fonte di calore. La Citogel finanziò il progetto, che fu brevettato e presentato alla Fiera di Lipsia, ma l'apparecchio era poco efficiente e rumoroso: qualcuno disse che “ululava come uno sciacallo”.

Battuto dal freon

Opportunamente revisionato, il compressore risultò più silenzioso e perfettamente funzionante in un prototipo realizzato nell'estate del 1931. Unico difetto, consumava acqua e parecchio metanolo. L'AEG acquisì il brevetto. Nel frattempo però negli Stati Uniti era stato introdotto un nuovo gas refrigerante non tossico, il freon (un clorofluorocarburo), il cui basso costo fece abortire il frigorifero di Einstein e Szilard. Il principio di funzionamento, tuttavia, è sopravvissuto in un sistema di sicurezza applicabile nei reattori veloci (breeder) delle centrali nucleari e in case rurali prive di corrente elettrica. Dal brevetto Szilard ricavò di che vivere a Londra quando dovette lasciare la Germania. Trasferitosi negli Stati Uniti, nel 1939 firmò con Einstein la lettera che consigliò al presidente Roosevelt la costruzione della bomba atomica per fermare Hitler. Quanto al freon, dopo decenni di uso si scoprì che distrugge lo strato di ozono stratosferico che ci protegge dai raggi ultravioletti del Sole. Nel 1989 il Protocollo di Montréal con gradualità ne ha messo al bando la produzione, che dovrà cessare completamente entro il 2030.

L'entropia vince sempre

Questo però è solo un capitolo-civetta del libro di Paul Sen, il cui vero argomento è la termodinamica. I libri scolastici trattano la termodinamica come la “scienza del calore”, e quindi delle macchine termiche, dalla locomotiva a vapore ai motori a combustione interna. È una visione gravemente riduttiva. In realtà la termodinamica è il cuore della fisica. Il quanto di Planck, origine della meccanica quantistica, è frutto della termodinamica del “corpo nero”. Einstein, che considerava la termodinamica il capitolo più solido e universale della fisica, già nel 1915 era stato profondamente colpito dal teorema di Emmy Noether che collegò la termodinamica alla relatività chiarendo che l'energia si conserva solo quando lo spazio e il tempo restano immutati. La termodinamica è cruciale in cosmologia perché il suo primo principio ci dice che l'energia totale dell'universo è costante e il secondo principio che l'entropia dell'universo tende inesorabilmente ad aumentare: la nostra sentenza di morte e del cosmo intero è scritta nella termodinamica. Il concetto di entropia – l'aumento del disordine conseguente all'inevitabile degradarsi dell'energia – oltre a spiegare perché lasciare aperta la porta del frigorifero acceso scalda la stanza, si è rivelato cruciale nella teoria dell'informazione, e la teoria dell'informazione è un attrezzo che può servire



per indagare sui buchi neri, come sappiamo dai lavori di Jacob Bekenstein e Stephen Hawking. Lì si nasconde forse la via che porta alla teoria quantistica della gravità.

Il delitto del tè caldo

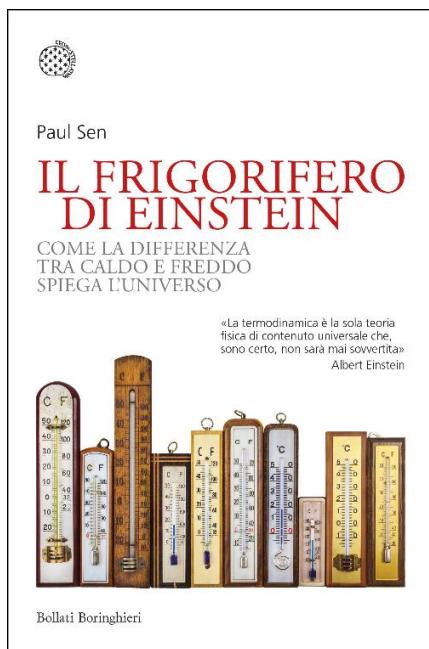
Paul Sen riesce a far comprendere nitidamente queste connessioni nascoste cogliendo passaggi aneddotici illuminanti. Nel 1970 Wheeler, eminente fisico nucleare e della gravità, confidò al giovane Bekenstein: "Mi sento sempre come un criminale quando mescolo una tazza di tè caldo con un bicchiere di tè freddo (n.d.r.: ho modificato la traduzione, pag. 325) e lascio che i due raggiungano la stessa temperatura, conservando l'energia del mondo ma aumentandone l'entropia. Il mio crimine è destinato a echeggiare fino alla fine del tempo perché non c'è modo di cancellarlo o di annullarlo. Ma se arrivasse un buco nero e potessi buttarci dentro il tè caldo e il tè freddo, allora la prova del mio crimine non sparirebbe per sempre?".

Universo-ologramma?

La domanda di Wheeler ispirò la tesi di dottorato di Bekenstein, e la tesi stimolò – per contrapposizione polemica – la nuova fisica dei buchi neri di Stephen Hawking, portando alla scoperta della radiazione che oggi porta il suo nome (mentre meriterebbe anche quello di Bekenstein). Poiché entropia e informazione sono intrecciate, le conseguenze sono sconvolgenti: "è possibile che tutte le informazioni che descrivono il nostro universo siano immagazzinate sull'involturo bidimensionale che lo racchiude". E poiché l'universo si espande lungo un "orizzonte degli eventi" analogo a quello di un buco nero, "può darsi che tutte le informazioni necessarie a descrivere ciò che esiste nel nostro universo siano codificate sulla superficie bidimensionale che lo circonda. Questo suggerisce che l'universo tridimensionale che percepiamo sia una illusione. Non sarebbe altro che il modo in cui percepiamo il vero universo bidimensionale. L'universo che vediamo è come un ologramma, un'ombra tridimensionale di una realtà bidimensionale".

PIERO BIANUCCI

<https://www.lastampa.it/scienza/2021/08/23/news/il-frigorifero-di-einstein-1.40625651>



«*Termodinamica* è un nome terrificante per quella che forse è la teoria scientifica universale più utile che sia mai stata concepita» (p. 7)

Paul Sen, *Il frigorifero di Einstein. Come la differenza tra caldo e freddo spiega l'universo*, traduzione di Susanna Bourlot, Bollati Boringhieri editore, Torino 2021, € 25.00

<https://www.bollatiboringhieri.it/libri/paul-sen-il-frigorifero-di-einstein-9788833936895/>

