

GEORGE GAMOW, TALENTO E UMORISMO DALLA FISICA NUCLEARE ALLA COSMOLOGIA

Ripercorriamo, a cinquant'anni dalla scomparsa, la carriera del brillante scienziato britannico

Andrea Simoncelli



Docente di matematica e scienze si è laureato in astronomia all'Università di Bologna con una tesi sui Gamma Ray Bursts. Ha poi fatto ricerca presso gli Osservatori di Trieste e Brera. Ha all'attivo 200 pubblicazioni su temi astronomici e di storia della scienza.

Al termine della premessa del suo libro *"Biografia della fisica"*, George Gamow scrisse: "Spero che questo libro invogli la gioventù a studiare la fisica. È il mio scopo principale". Ebbene, per quanto mi riguarda, questo libro, letto quando ero un adolescente, ha fortemente contribuito alla mia scelta di studiare fisica e astrofisica all'università. Gamow è stato, senza ombra di dubbio, un protagonista atipico della scienza del XX secolo, sostanzialmente per due sue caratteristiche fonda-

mentali: una curiosità enorme nei confronti della natura e uno straordinario senso dell'umorismo. Ha dato importanti contributi in differenti ambiti di ricerca, dalla relatività alla meccanica quantistica, dalla cosmologia alla fisica nucleare e addirittura anche alla biologia!

I suoi lavori gli hanno assicurato un posto di primissimo piano tra i grandi fisici del secolo scorso e il suo spirito allegro e ricco di umorismo, accompagnato da un talento per la scrittura e la divulgazione, ne hanno fatto uno dei personaggi scientifici più importanti.



▲ Una fotografia che ritrae George Gamow con l'attrice Ann Marie Blythe.

Il fisico nucleare Edward Teller lo ricordava così: "Gamow aveva una fertile immaginazione. Era un ragazzo simpaticissimo... Tirava fuori un'idea, la diffondeva e la considerava quasi un gioco. Era una persona deliziosa con cui lavorare".

I PRIMI ANNI

Georgij Antonovich Gamov, poi cambiato in George Gamow, nacque a

Odessa, sul Mar Nero, il 4 marzo 1904; il padre insegnava lingua e letteratura russa in una scuola superiore e la madre geografia e storia in una scuola femminile. All'età di sei anni provò l'emozione di vedere la cometa di Halley dal tetto dell'edificio dove viveva con la sua famiglia. Più o meno a quell'età, la madre gli leggeva il romanzo "Dalla Terra alla Luna", dello scrittore francese Jules Verne, e il piccolo Gamow

sognava di compiere un viaggio sul nostro satellite. Purtroppo la madre morì prematuramente nel 1913, quando Gamow aveva appena nove anni; di conseguenza fu il padre a occuparsi della sua educazione avviandolo alla musica e alla scienza. Gamow mostrò sin da bambino un grande interesse verso lo studio dei fenomeni naturali; spesso faceva esperimenti di fisica come, per esempio, costruire un campanello

STORIA DELL'ASTRONOMIA

elettrico collegando un campanellino a una batteria. In occasione del suo tredicesimo compleanno il padre gli regalò un telescopio e da quel giorno Gamow non abbandonerà mai l'interesse per l'astronomia.

Nel 1914 scoppiò la Prima Guerra Mondiale e tre anni dopo ci furono la rivoluzione russa e la guerra civile; in quel periodo la frequenza di Gamow a scuola era molto saltuaria dato che le lezioni erano spesso sospese perché Odessa veniva bombardata. Nonostante queste difficoltà, gli insegnanti notarono che Gamow faceva molti progressi nell'ambito scientifico con un interesse sempre più rivolto alla fisica e all'astronomia. Oltre al russo, Gamow aveva imparato a parlare un po' di francese dalla madre e il tedesco da un tutor. Negli anni della scuola imparò molto bene l'inglese.

GLI ANNI UNIVERSITARI

Nel 1922 Gamow si iscrisse alla facoltà di matematica e fisica dell'Università Novorossijsk di Odessa. In quegli anni l'università non era ancora completamente operativa e si stava riprendendo dai disastri provocati dalla Rivoluzione e dalla guerra civile. Pur tra varie difficoltà (per esempio le lezioni di geometria multidimensionale si svolgevano di

sera con aule non illuminate), Gamow ebbe modo di frequentare un importante gruppo di matematici; tra questi Schatunovski, docente di algebra superiore, Kagan, che insegnava geometria multidimensionale, e il giovane professor Rabinovič, esperto nella teoria della relatività.

Gamow però voleva anche studiare fisica ma all'Università Novorossijsk non erano previsti corsi di quella materia. Il professore di fisica Nikolai Kasterin, direttore del dipartimento, infatti, non avendo a disposizione un assistente che preparasse gli esperimenti, si rifiutava di tenere lezioni. Oltre a questo, il problema era anche la mancanza di fondi necessari per l'acquisto di materiale per le dimostrazioni pratiche.

Così Gamow continuò con i suoi studi matematici; quando comprese che l'insegnamento della fisica era disponibile all'Università di Petrograd (l'attuale San Pietroburgo, una città che cambiò varie volte il nome, *v. box*) convinse il padre ad aiutarlo a trasferirsi a Petrograd. Il padre, grazie alla vendita di una buona parte dell'argenteria di famiglia, riuscì a procurargli i soldi necessari e così il giovane Gamow lasciò Odessa e arrivò a Petrograd nel luglio 1922.

Qui incontrò il professor Obolenski, che in passato era stato un collega

del padre al liceo di Odessa e che poi era diventato docente di meteorologia presso l'Istituto Forestale di Petrograd. Obolenski offrì al giovane Gamow un lavoro presso la stazione meteorologica dell'Istituto con un impegno davvero ridotto, appena un'ora al giorno, e così Gamow poté seguire senza problemi le lezioni all'università e aveva abbastanza tempo per studiare e leggere libri e riviste scientifiche.

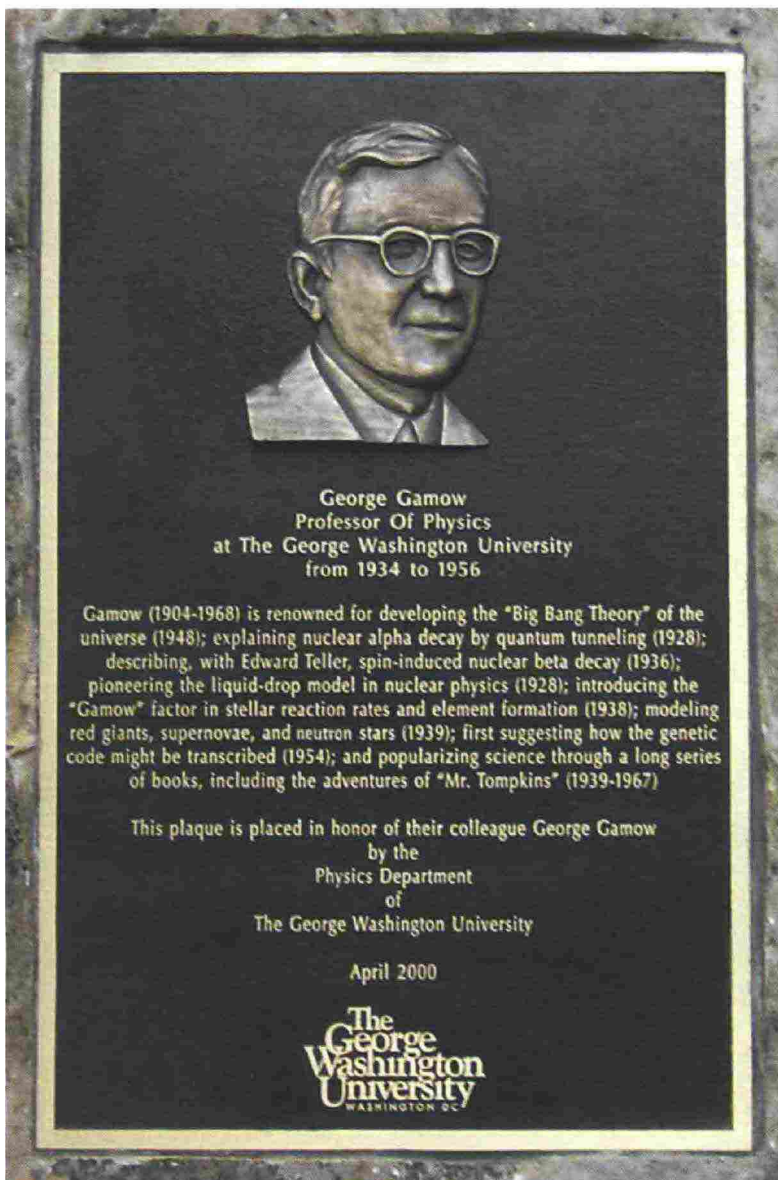
Il professore però voleva che Gamow diventasse un meteorologo sperimentale mentre lui voleva diventare un fisico teorico; così lasciò il laboratorio e ottenne un posto temporaneo come colonnello della Scuola di Artiglieria da campo dell'Armata Rossa e venne assunto come docente di fisica, in sostituzione del titolare della cattedra che era in congedo per un anno.

Qui insegnò ai cadetti le nozioni di base della fisica e della meteorologia, continuando a frequentare le lezioni e nella primavera del 1925 superò brillantemente tutti gli esami necessari per il diploma di laurea.

All'università Gamow fece amicizia con altri studenti di fisica teorica, in particolare con Lev Landau e Dmitri Ivanenko. I giovani fisici formarono un gruppo noto come "I tre moschettieri", che si incontravano per discutere e analizzare



▲ John Cockcroft (a sinistra) e George Gamow al Cavendish Laboratory impegnati nella lettura di un libro (Photograph by K.T. Bainbridge, courtesy AIP Emilio Segrè Visual Archives, Bainbridge Collection)



▲ Una targa commemorativa per ricordare Gamow posta nell'aprile 2000 dal Dipartimento di Fisica della *George Washington University*. Gamow insegnò in questo ateneo dal 1934 al 1956.

gli innovativi articoli sulla meccanica quantistica pubblicati in quegli anni, ma anche per giocare a tennis, nuotare e andare al cinema.

Il professor Dmitri Rogdestvenski, direttore dell'Istituto di Fisica, offrì a Gamow un lavoro presso l'Istituto Statale di Ottica che però era piuttosto tecnico, poco interessante e per qualche ragione non procedeva molto bene. Così Gamow terminò presto la sua avventura in laboratorio affascinato sempre di più dalla relatività ristretta e generale di Einstein.

Ebbe la possibilità di seguire il corso *"Fondamenti matematici della teoria della relatività"* del professor Alexan-

der Friedmann, che era sostanzialmente un matematico puro ma che aveva grande interesse nelle applicazioni della matematica alla fisica.

In particolare, negli anni '20 del secolo scorso, Friedmann dimostrò che le soluzioni più generali delle equazioni del campo gravitazionale portavano a una classe di universi, sia in espansione sia in contrazione. Inoltre ritenne superflua la costante cosmologica introdotta da Einstein e propose un modello in cui eliminò l'assunzione di staticità dell'universo descrivendo un universo omogeneo, isotropo e in espansione. L'idea di espansione dell'universo fu un elemento fondamentale per lo sviluppo

della cosmologia in quel periodo. Oltre alla relatività, Friedmann ebbe anche altri interessi, in particolare la meteorologia; purtroppo in un volo con un pallone aerostatico prese un forte colpo di freddo da cui ne scaturì una polmonite che lo portò alla morte prematura nel 1925.

Alla morte di Friedmann, Gamow decise di abbandonare l'interesse per la cosmologia per dedicarsi, con ottimi risultati, alla meccanica quantistica. Gamow completò gli studi conseguendo il dottorato nel 1929.

IN EUROPA

Su suggerimento del professor Orest Khvolson, nel 1928 Gamow arrivò all'Università di Göttingen con una borsa di studio di tre mesi dell'Università di Leningrado. Era ancora molto giovane, aveva appena 24 anni ed era la prima volta che usciva dal suo paese natale; fino ad allora i contatti scientifici con l'occidente erano stati molto limitati e le conoscenze di fisica moderna di Gamow erano quelle riportate nelle poche riviste che arrivavano all'Università.

Nel 1928 a Göttingen, ma non solo ovviamente, i fisici erano nel bel mezzo della rivoluzione provocata dallo sviluppo della meccanica quantistica.

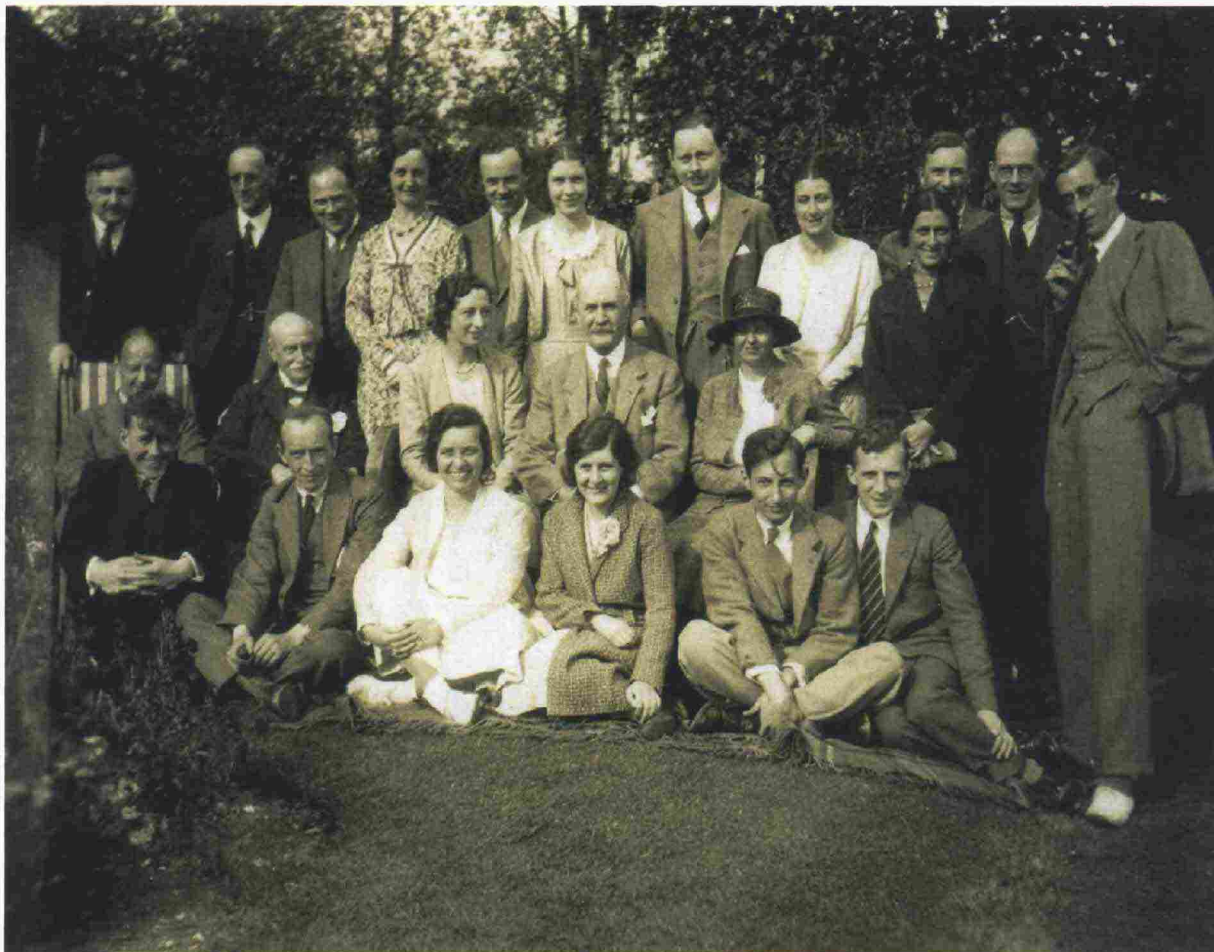
Durante il soggiorno a Göttingen, Gamow diede un grande contributo alla fisica applicando la teoria quantistica per spiegare un tipo di decadimento radioattivo, il decadimento α , ovvero l'emissione di una particella, detta particella α , composta da due protoni e due neutroni (in sostanza un nucleo di elio), da parte di un elemento instabile, con un elevato numero atomico.

La teoria che sta alla base di tale decadimento, sviluppata da Gamow, si basa sul cosiddetto "effetto tunnel" (*v. box*). Gamow la presentò durante un convegno di fisica, salendo alla ribalta nella comunità scientifica internazionale e, in fisica teorica, segnò il passaggio dallo studio dell'atomo a quello del suo nucleo.

A Göttingen fece amicizia con il fisico Fritz Houtermans che, nonostante un dottorato in fisica sperimentale, si interessava con grande entusiasmo anche ai problemi teorici.

Al termine dei tre mesi Gamow sarebbe dovuto rientrare in Unione Sovietica ma decise di passare presso l'Istituto di fisica teorica di Copenaghen con la speranza di incontrare il più grande fisico teorico di quei tempi, Niels Bohr. Dopo aver incontrato la segretaria di Bohr e

STORIA DELL'ASTRONOMIA



▲ Un gruppo di fisici, fotografati nel 1931, tra i quali c'è George Gamow (il primo a destra). Seduto al centro si riconosce il fisico William Henry Bragg che vinse, insieme al figlio William Lawrence, il Nobel per la Fisica nel 1915 (Wikipedia).

dopo averle spiegato di avere i soldi per poter stare un solo giorno a Copenaghen, riuscì ad avere un breve colloquio durante il quale Bohr riconobbe subito l'importanza dei suoi studi. Per questo riuscì a fargli avere una borsa di studio Carlsberg dalla Accademia Reale Danese delle Scienze, che gli consentì di stare un anno intero a Copenaghen, con inizio immediato.

Bohr in seguito contattò Ernest Rutherford, famoso fisico sperimentale e autore della scoperta del nucleo atomico, per parlargli del giovane Gamow e delle scoperte che certamente lo avrebbero interessato molto; inoltre Bohr fece sì che Gamow trascorresse l'anno seguente al *Cavendish Laboratory* di Cambridge, il regno di Rutherford, grazie a una borsa di studio Rockefeller. In attesa di partire per Cambridge, Gamow trascorse l'estate del 1929 in Russia dove fu accolto con grande affetto e ammirazione e venne già considerato uno dei massimi esperti della mecca-

nica quantistica nonostante la sua giovane età.

Alla fine del settembre 1929 giunse al *Cavendish Laboratory* e spiegò a Rutherford, che dirigeva il laboratorio, il decadimento α e lo spinse a realizzare una serie di esperimenti sulla disintegrazione dei nuclei. Grazie a queste ricerche John Cockcroft ed Ernest Walton, due dei più giovani fisici del gruppo di Rutherford, nel 1951 vinsero il Premio Nobel per la Fisica.

Al termine del soggiorno a Cambridge Gamow tornò a Copenaghen per un altro anno.

IL MODELLO A GOCCIA

Alla fine del 1928 Gamow ipotizzò che il nucleo di un atomo potesse essere descritto come un aggregato di particelle α interagenti tramite un'interazione attrattiva che diminuiva fortemente all'aumentare della reciproca distanza; sviluppò matematicamente il modello l'anno successivo. Tale ag-

gregato di particelle α avrebbe avuto proprietà simili a quelle di una piccola goccia di liquido nella quale le molecole sono tenute insieme dalla tensione superficiale.

Il modello suscitò l'attenzione di Rutherford e Gamow fu invitato a partecipare a una conferenza sulla struttura del nucleo atomico che si tenne il 7 febbraio 1929 a Londra. Il suo intervento fu poi pubblicato sui *Proceedings della Royal Society*; si tratta del primo lavoro sul modello a goccia del nucleo che ebbe un'importanza fondamentale nella spiegazione di molti fenomeni fisici, in particolare della massa dei nuclei, della loro energia di legame e della fissione.

L'idea che il nucleo possa essere descritto come un aggregato di particelle α fu poi superata con la scoperta del neutrone avvenuta nel 1932 per opera di James Chadwick.

Le idee di Gamow, dopo la scoperta del neutrone e lo sviluppo di altre più

realistiche della costituzione nucleare, furono però riprese e perfezionate da Werner Heisenberg e Carl Friedrich von Weizsäcker, Bohr e Fritz Kalkar. Nel 1939 Lise Meitner e suo nipote Otto Frisch utilizzarono il modello a goccia liquido per spiegare il processo di fissione nucleare dei nuclei pesanti.

IN FUGA DAL REGIME

Nella primavera del 1931, dopo un periodo di circa tre anni trascorso in Europa, Gamow rientrò in Unione Sovietica dove fu nominato membro dell'Accademia delle Scienze di Leningrado (uno dei più giovani nella storia di questa organizzazione) e professore di fisica nella locale università. Durante gli anni 1931-1933, Gamow lavorò nel dipartimento di fisica del *Radium Institute* (Leningrado) guidato da Vitaly Khlopin. Il primo ciclotrone europeo fu progettato sotto la guida e la partecipazione diretta di Igor Kurchatov, Lev Mysovskii e dello stesso Gamow. Nel 1932, Gamow e Mysovskii presentarono un progetto di bozza da sottoporre all'esame del Consiglio accademico dell'Istituto Radium, che lo approvò. Il ciclotrone non fu completato fino al 1937.

Purtroppo però Gamow soffrì parecchio il regime stalinista del tempo. All'i-

nizio degli anni '30, infatti, la durezza e il clima del regime, sempre più opprimente, che non lasciava libertà di ricerca e bloccava gli scienziati all'interno dei confini nazionali, convinse Gamow ad abbandonare la patria. Nel 1931, per esempio, a Gamow fu ufficialmente negato il permesso di partecipare a una conferenza scientifica in Italia. Bohr, preoccupato per la mancata autorizzazione per andare in Italia, lo invitò a trascorrere qualche settimana a Copenaghen ma, anche questa volta, l'ufficio passaporti respinse la richiesta con la motivazione che quella visita avrebbe interferito con le lezioni che doveva tenere all'università. Sempre nel 1931, sposò Lyubov Vokhmintseva, una ragazza laureata in fisica all'Università di Mosca, che in seguito soprannominò "Rho", come una delle lettere dell'alfabeto greco.

A causa della crescente oppressione, Gamow e la moglie decisero di fuggire dall'Unione Sovietica con o senza un'autorizzazione ufficiale.

Il tentativo di fuga si concretizzò cercando di attraversare con il kayak il tratto di mare che separa la punta meridionale della penisola della Crimea dalla Turchia (270 km). Purtroppo le cattive condizioni meteorologiche, al secondo giorno di navigazione, non

consentirono il successo della traversata; fortunatamente non furono notati dalle autorità.

Pensarono anche di oltrepassare il freddo confine norvegese dalla città di Murmansk, una città della Federazione Russa situata nell'estrema parte nord-occidentale della Russia europea, non lontano dal confine russo con la Norvegia, ma il progetto non ebbe alcun esito.

L'occasione giusta arrivò nel 1933 quando a Gamow fu inaspettatamente concesso il permesso di partecipare al XII Congresso Solvay sulla fisica nucleare che si sarebbe tenuto a Bruxelles. Insistette perché sua moglie lo accompagnasse, dicendo addirittura che non sarebbe andato da solo. Alla fine le autorità sovietiche acconsentirono e rilasciarono i passaporti per entrambi. Riuscirono così ad abbandonare la patria senza farne più ritorno.

Nel corso del 1933 e nell'anno successivo Gamow ottenne incarichi temporanei presso l'Istituto Pierre Curie di Parigi e fu *visiting professor* all'Università di Londra.

NEGLI STATI UNITI

Nell'estate del 1934 Gamow divenne docente a contratto presso l'Università del Michigan negli Stati Uniti e nell'au-



▲ La torre del dipartimento di fisica dell'Università del Colorado Boulder, è stata chiamata "Gamow Tower" in omaggio al celebre fisico russo (oggi diremmo ucraino) poi naturalizzato americano (Wikipedia).

STORIA DELL'ASTRONOMIA



▲ Un fotomontaggio con Robert Herman, George Gamow (nelle vesti del genio che esce dalla bottiglia di "Ylem") e Ralph Alpher (Oxford University Press).

Teller nel 1938 nel quale perfezionava un lavoro, pubblicato nel 1929, dall'inglese Atkinson con la collaborazione dello svizzero Houtermans. I due cercavano di spiegare il meccanismo con il quale il Sole produce energia ipotizzato da Arthur Eddington sin dal 1920: la fusione di quattro protoni in una particella alfa.

Durante gli anni trascorsi alla *George Washington University* Gamow si dedicò molto all'organizzazione di una serie di conferenze annuali, di carattere interdisciplinare, che offrirono ai fisici l'opportunità di confrontarsi con ricercatori specializzati in altre aree di interesse come, per esempio, astronomi, biologi e chimici. Proprio in una di queste conferenze è stato risolto quello che allora era l'enigma della produzione di energia nelle stelle. Nel marzo 1938, infatti, Hans Bethe partecipò alla quarta edizione della conferenza di fisica teorica organizzata dalla *George Washington University* e dal *Carnegie Institute*. Una delle questioni dibattute dai partecipanti era la serie di reazioni nucleari capaci di spiegare l'energia

tunno dello stesso anno accettò l'invito della *George Washington University*.

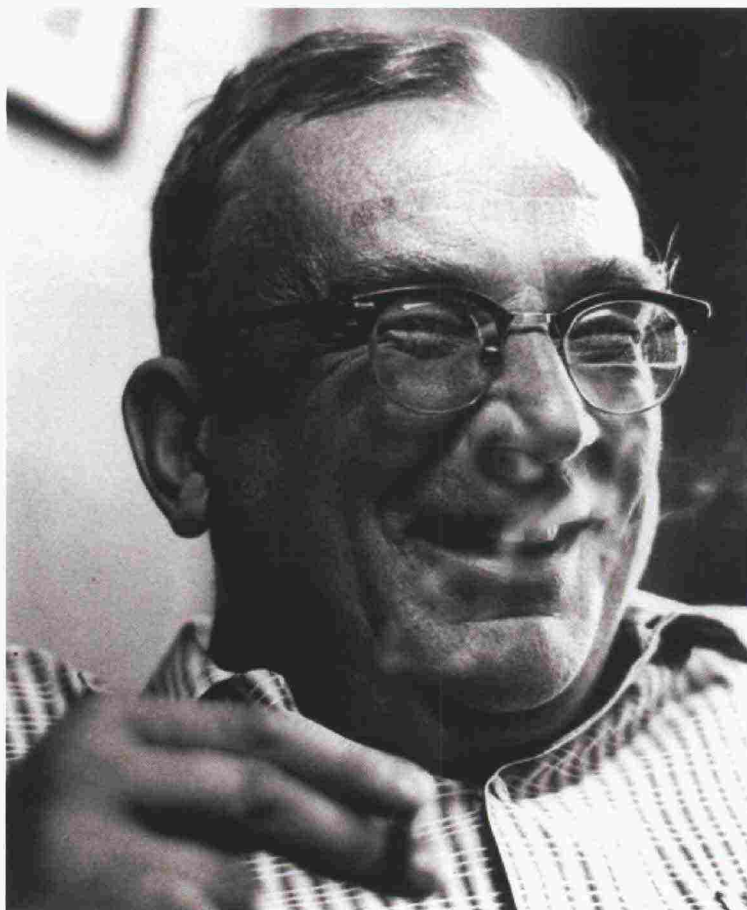
Così come molti altri scienziati che avevano abbandonato l'Europa negli anni delle dittature fasciste e comuniste, anche lui trascorse buona parte della vita negli Stati Uniti.

Quando accettò il posto come docente alla *George Washington University* ebbe la possibilità di invitare anche un altro fisico teorico di sua scelta e reclutò il fisico di origine ungherese Edward Teller che in quegli anni aveva un incarico temporaneo a Londra.

Nel 1936, Gamow e Teller pubblicarono quella che divenne nota come la "regola di selezione di Gamow-Teller" per il decadimento β .

Nel 1935 nacque il figlio Igor (in un suo libro del 1947, la dedica di Gamow era "A mio figlio Igor, che voleva essere un cowboy"). Gamow divenne un americano naturalizzato nel 1940.

Verso la fine degli anni '30, gli interessi di Gamow si erano orientati verso l'astrofisica e la cosmologia. In questo periodo il suo interesse fu rivolto alla comprensione del meccanismo di produzione di energia nelle stelle. In merito, il contributo più grande di Gamow fu uno studio pubblicato con Edward



► Un sorridente George Gamow, in una fotografia scattata negli anni '50 del secolo scorso (AIP Emilio Segrè Visual Archives).

prodotta nelle stelle. Durante la conferenza, stimolato dai lavori presentati e dalle discussioni tra i fisici, Bethe ebbe l'intuizione che lo portò a trovare la catena di reazioni nucleari che producono energia nel Sole, il cosiddetto "ciclo protone-protone". Questi studi gli consentirono di vincere il Premio Nobel per la Fisica nel 1967 "per i suoi contributi alla teoria delle reazioni nucleari, in particolare per le sue scoperte riguardanti la produzione di energia nelle stelle".

Nel corso della Seconda Guerra Mondiale, Gamow continuò a insegnare fisica alla *George Washington University* e lavorò alla Divisione Alti Esplosivi della Marina degli Stati Uniti.

Gamow, quindi, nonostante le sue competenze in materia di fisica nucleare, non lavorò direttamente nel Progetto Manhattan che portò alla realizzazione della bomba atomica. Giunse a Los Alamos soltanto a guerra terminata, nel 1948. Questo può sembrare strano ma in realtà, nonostante fosse un esperto in fisica nucleare, Gamow, rimaneva pur sempre di origine sovietica, con un passato come colonnello e per di più amava chiacchierare, caratteristica certamente in contrasto con le esigenze di segretezza del progetto. Ad ogni modo, i lavori teorici che portarono alla costruzione della prima bomba H portarono anche la sua firma.

Rimase a Washington fino al 1954 quando divenne *visiting professor* all'Università della California a Berkeley.

Negli Stati Uniti iniziò a firmare le lettere agli amici come "Geo", abbreviazione che era convinto si pronunciasse "Joe" e così da allora divenne "Joe" per amici e colleghi.

IL BIG BANG E LA RADIAZIONE COSMICA DI FONDO

Georges Lemaître per primo suggerì, nel 1931, che inizialmente tutta la massa dell'universo fosse concentrata in un volume molto piccolo sotto forma di un "atomo primordiale" il cui decadimento avrebbe dato origine all'attuale universo in espansione. Oggi l'ipotesi che l'universo abbia avuto origine da una singolarità iniziale è pienamente accettata e nota come "Big Bang" ma la fisica dell'epoca non era matura per affrontare il problema e l'idea di Lemaître fu ripresa soltanto dopo la Seconda Guerra Mondiale.

L'ipotesi dell'atomo primordiale fu abbandonata per l'incapacità di predire la formazione degli elementi chimici più leggeri che rappresentano la quasi tota-

L'EFFETTO TUNNEL

La meccanica quantistica, la teoria che descrive il mondo microscopico delle particelle, permette il passaggio di una particella da un punto dello spazio a un altro anche se questi sono separati da una "barriera" che secondo la fisica classica non potrebbe superare. Per esempio, secondo la fisica classica un'automobile può superare una montagna solo se ha l'energia sufficiente per farlo. Secondo la meccanica quantistica, invece, una particella potrebbe superare un "ostacolo", con una probabilità bassa ma pur sempre diversa da zero, anche se è dotata di insufficiente energia, come se passasse attraverso un tunnel scavato nella montagna. Ecco spiegato il nome di "effetto tunnel" per descrivere questo fenomeno che è un fenomeno puramente quantistico. La sua spiegazione costituì uno dei primi trionfi della meccanica quantistica, quando nel 1928 fu avanzata da Gamow e, indipendentemente, da un lavoro contemporaneo di Ronald Gurney ed Edward Condon (tuttavia quest'ultimo lavoro presentava delle imprecisioni). L'emissione di particelle α da parte di vari radionuclidi rappresenta una delle prime scoperte della fisica moderna; nel 1908 Rutherford dimostrò che tale radiazione è costituita da nuclei di elio-4 (costituiti da due protoni e due neutroni). Consideriamo un nucleo con numero di massa A e numero atomico Z (Z è il numero di protoni nel nucleo e $A-Z$ è il numero di neutroni). Sperimentalmente si osserva che molti nuclei, che hanno un numero di massa maggiore di 210, emettono spontaneamente particelle α con energie cinetiche, misurate a grande distanza dal nucleo, comprese tra i 4 e 9 MeV, quindi con valori molto minori a quelli necessari a superare le forze di attrazione nucleare esercitate su di esse dal resto del nucleo, che è dell'ordine di 25 MeV. Per la meccanica classica il processo non potrebbe avvenire, ovvero classicamente una particella α non potrebbe mai lasciare il nucleo, e non esisterebbero nuclei α -emettitori. Il paradosso fu risolto da Gamow e da Condon e Gurney che, trattando quantisticamente il problema, mostrarono l'esistenza di una probabilità di fuga finita anche nel caso in cui la meccanica classica avrebbe predetto una barriera del tutto invalicabile, cioè completa stabilità nucleare. L'effetto tunnel utilizzato per spiegare la teoria del decadimento α rappresenta uno dei primi successi dell'applicazione della meccanica quantistica a un problema di fisica nucleare. Nel ciclo protone-protone, la sorgente di energia principale per la maggior parte delle stelle (compreso il nostro Sole), i nuclei di idrogeno (protoni) si trasformano in nuclei di elio. Per fare questo, i due protoni riescono a superare la barriera di repulsione elettrostatica per effetto tunnel. Oggi questo effetto è sfruttato in molti componenti di vari circuiti elettronici e una delle più importanti applicazioni è nel microscopio a scansione a effetto tunnel (*Scanning Tunneling Microscope, STM*), che ha raggiunto risoluzioni dell'ordine delle dimensioni atomiche. Chissà se l'effetto tunnel è stato utilizzato da Harry Potter per attraversare il muro del celebre binario 9 e 3/4 a *King's Cross station*!!!

lità degli elementi presenti nel cosmo. Gamow la modificò nel 1946 supponendo che in questo stato iniziale l'universo fosse costituito da quello che lui battezzò fantasiosamente "Ylem", un miscuglio estremamente denso e caldo dei costituenti elementari della materia allora conosciuti (protoni, neutroni, elettroni e raggi γ).

Insieme a due studenti, Ralph Alpher e Robert Herman, ipotizzò inoltre che gli elementi chimici più leggeri siano stati cucinati nell'universo primordiale "in meno tempo di quello che ci vuole per farsi un'anatra al forno".

Grazie alla sua proverbiale predisposizione agli scherzi, per festeggiare la nuova teoria, acquistò una bottiglia di Cointreau (un debole per l'alcool è un altro tratto che caratterizzò il suo carattere) sulla quale attaccò l'etichetta "Ylem" creando un simpatico fotomon-

taggio in cui lui esce dalla bottiglia come il genio della lampada. Quando decise di pubblicare il risultato degli studi insieme ad Alpher, Gamow aggiunse tra gli autori anche Hans Bethe, che però non aveva contribuito al lavoro, solo per fare in modo che la lista degli autori assomigliasse alle prime tre lettere dell'alfabeto greco. Gamow, infatti, voleva che il lavoro fosse noto come $\alpha \beta \gamma$ (Alpher, Bethe, Gamow), ovvero l'origine di tutto, così come le prime tre lettere dell'alfabeto greco possono rappresentare l'inizio del linguaggio. L'articolo uscì il 1 aprile, concomitanza che non contribuì di certo a farlo prendere molto sul serio.

Il punto di partenza del lavoro di Gamow fu l'idea di un universo in espansione, nata grazie al suo professor Friedmann, insieme ad alcune intuizioni di fisica nucleare. Nell'articolo,



▲ Il fisico e astronomo belga Georges Lemaître. Nel 1927 pubblicò una soluzione delle equazioni di Einstein che prevedeva un universo in espansione a partire da un momento in cui tutto il cosmo era contenuto in un "atomo primordiale" (ESA).

intitolato "Space, the Big Ball of Fire", Gamow presentò la sua teoria, che poi il celebre cosmologo Fred Hoyle ribattezzò alquanto sarcasticamente, in un programma radiofonico alla BBC, "Big Bang" ("grande esplosione") e per denigrarla la paragonò a "una ragazza che esce fuori dalla torta di compleanno". In quel periodo Hoyle, insieme a Hermann Bondi e Thomas Gold, proposero una teoria alternativa, la "teoria dello stato stazionario", nella quale non è prevista l'idea di un inizio dell'universo che quindi esiste da sempre, è in continua espansione e vi è una continua creazione di materia per mantenere costante la sua densità. Poiché il modello di Gamow, allora in elaborazione, è basato sull'idea che l'universo iniziò ad espandersi in un preciso momento nel passato a partire da uno stato iniziale estremamente denso e caldo, la teoria oggi è nota come modello di Big Bang caldo. Le osservazioni hanno mostrato che la teoria dello stato stazionario è sbagliata e che in passato l'universo era ben diverso da come è oggi.

La teoria di Gamow e collaboratori sulla "nucleosintesi primordiale" spiega in modo soddisfacente la produzio-

ne di elio che, insieme all'idrogeno, costituisce circa il 99% della materia dell'universo.

Un risultato di straordinaria importanza che insieme all'espansione dell'universo, ipotizzata da Friedmann e Lemaître, è alla base della teoria del Big Bang della quale Gamow divenne il più importante sostenitore.

Nel 1948 i calcoli di Gamow indicarono che l'incredibile calore di quell'evento iniziale doveva essere ancora avvertibile come una radiazione di corpo nero, nel dominio delle microonde, con una temperatura di pochi gradi Kelvin. In più di una occasione Gamow diede delle stime diverse della temperatura del fondo di microonde; la più vicina al valore oggi determinato è di 3 Kelvin, valore riportato in un articolo pubblicato su *Physics Today* nel 1950. Nessuno tentò subito di ottenere una conferma sperimentale e la previsione fu sostanzialmente dimenticata.

Ma negli anni '60 dello scorso secolo Robert Dicke e collaboratori della *Princeton University* avevano dedotto che se il cosmo avesse avuto origine in uno stato caldo e denso, doveva essere ora riempito di fotoni nelle lunghezze

d'onda delle microonde (la cui esistenza era già stata prevista da Gamow nel 1948); nel 1965, mentre era in progetto la costruzione di un'antenna in grado di verificarne l'esistenza, i radioastronomi Arno Penzias e Robert Wilson, al lavoro ai *Bell-Laboratories* con un'antenna radio per le telecomunicazioni satellitari, scoprirono casualmente questa radiazione cosmica di fondo. Penzias e Wilson pensarono inizialmente che si trattasse di un rumore del loro sistema di misura e si accorsero poi che la radiazione non mostrava una direzione di provenienza privilegiata, ma era la stessa in qualsiasi modo si posizionasse l'antenna.

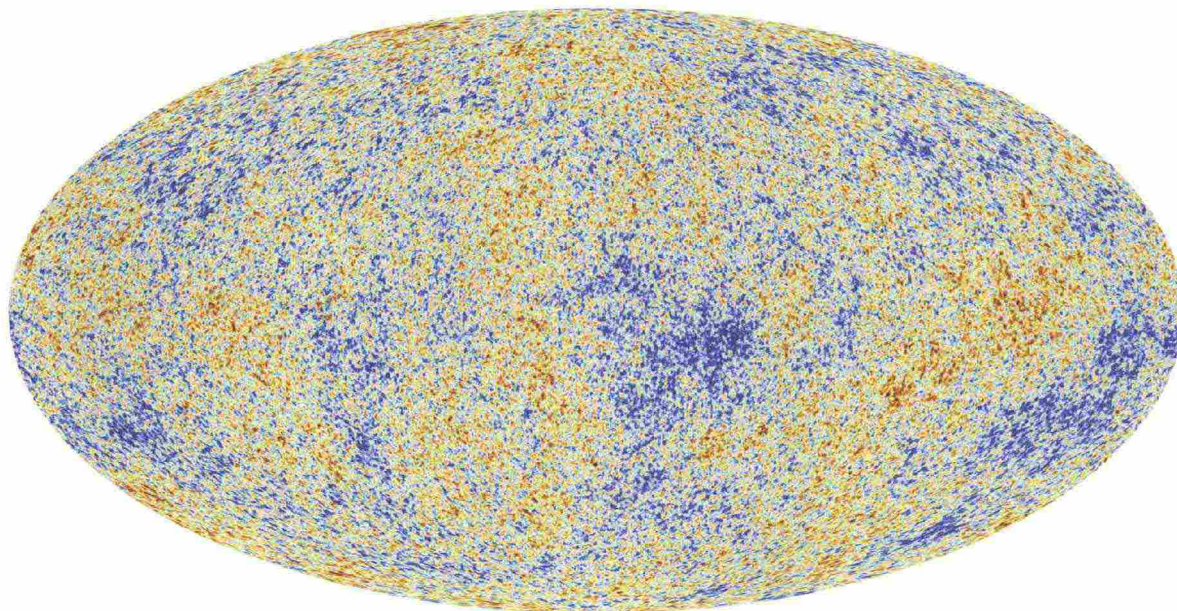
Aver previsto questa radiazione è stato uno dei grandi successi della teoria di Gamow anche se il brillante fisico non ottenne mai un riconoscimento ufficiale per aver centrato la previsione. Nel 1978 Penzias e Wilson ottennero invece il prestigioso Premio Nobel per la Fisica, proprio per aver scoperto la prima "prova" del Big Bang.

UN TALENTO NELLA DIVULGAZIONE

A Gamow piaceva molto raccontare storie e parlare delle sue idee; non deve quindi destare meraviglia il fatto che abbia scritto più di venti libri, tra i quali quelli che hanno come protagonista un comune impiegato di banca, Mr Tompkins.

Gamow scrisse il suo primo racconto della serie "Mr Tompkins" nel 1937; l'intento era quello di spiegare all'uomo comune vari concetti di fisica come, per esempio, la curvatura dello spaziotempo e l'espansione del cosmo. Lo inviò per la pubblicazione a numerose riviste, ma fu respinto da molti editori. Così Gamow lo infilò in un cassetto e non ci pensò più per un po' di tempo; poteva aspettare perché la sua situazione finanziaria certamente non dipendeva da quella pubblicazione. Questa sua paziente attesa fu ricompensata dal successo.

Nel 1938, in occasione di un convegno di fisica in Polonia, Gamow parlò del suo racconto a Charles Darwin (chiaramente non il famoso biologo britannico Charles Darwin, che a quell'epoca era già morto da più di cinquant'anni). Darwin gli consigliò di spedire il testo alla rivista "Discovery" della *Cambridge University Press*. Gamow accettò il consiglio e così fu pubblicato il primo articolo e in seguito molti altri, riscuotendo un enorme successo. Verso la fine del 1938, a Gamow giunsero of-



▲ La mappa delle anisotropie della radiazione cosmica di fondo ottenuta dai dati del satellite Planck. Si tratta di una straordinaria immagine di un cosmo giovane, risalente a circa 380.000 anni dopo il Big Bang. La mappa mostra macchie rosse e blu che rappresentano lievissime differenze di temperatura. Le macchie rosse sono le parti più calde mentre quelle blu sono più fredde. Queste fluttuazioni sono state generate nel periodo dell'inflazione, pochi istanti dopo il Big Bang. Le risultanti fluttuazioni di densità rappresentano i grumi di tutte le strutture cosmiche che si sono formate successivamente, attraverso il collasso gravitazionale, come le stelle, le galassie e gli ammassi di galassie di oggi (ESA).

ferte da varie case editrici che, sicuramente, diedero delle indicazioni da rispettare sui contenuti e la forma. Così che nel 1939 uscì il suo primo libro di divulgazione scientifica: *"Mr Tompkins in Wonderland"*, l'opera che raccoglie, appunto, le avventure di Mr Tompkins. Il testo ottenne uno straordinario successo, fu ristampato ben diciannove volte e tradotto praticamente in tutte le lingue europee e anche in cinese e hindi. Successivamente, nel 1944, uscì un secondo libro intitolato *"Mr Tompkins Explores the atom"*.

Nel 1965 la *Cambridge University Press* raccolse i due volumi in un unico libro, *"Mr Tompkins in Paperback"* che Gamow aggiornò con le ultime scoperte compiute in fisica delle particelle elementari e cosmologia.

Questo libro, tradotto in italiano, uscì edito da Edizioni Dedalo, nel 1995, con il titolo *"Le avventure di Mr Tompkins: viaggio scientificamente fantastico nel mondo della fisica"*.

Dietro Mr Tompkins, con quell'aria annoiata da impiegato, si nasconde un viaggiatore dalla curiosità insaziabile, che viene calato in un mondo apparentemente inaccessibile ai sensi, che poi è semplicemente il mondo nel quale siamo immersi tutti i giorni. Un mondo che lui raggiunge nel sogno, dove a farla da padrone sono la meccanica quantistica, la cosmologia e la relatività.

A condurlo nelle bellezze della natura è un vecchio professore di fisica che, come un vecchio saggio alle prese con un giovane studente, lo guida alla scoperta delle leggi fisiche. Tra particelle e curvature spazio-temporali, l'impiegato di banca ha anche il tempo di innamorarsi della nipote del professore.

Decisamente curiose le iniziali del nome di Mr Tompkins, C. G. H., che sono proprio le lettere con le quali sono indicate tre costanti fondamentali della fisica, ovvero la velocità della luce c , la costante gravitazionale G e la costante di Planck h . Gamow pubblicò anche due libri, sempre con protagoni-

URCA CHE PROCESSO!

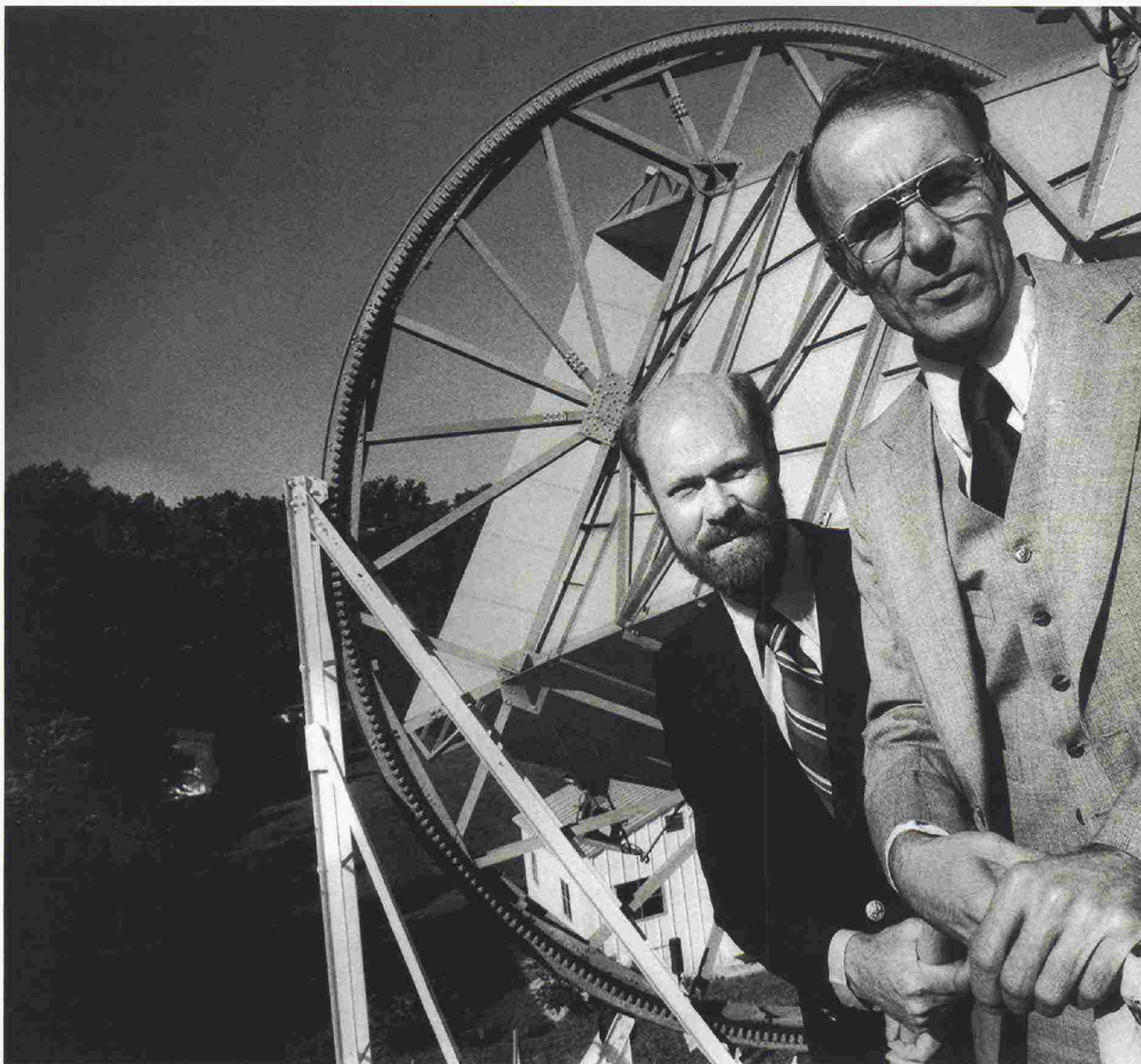
La vena umoristica di Gamow, in alcune occasioni, lo portò a introdurre nei suoi lavori scientifici delle notazioni scherzose che non sempre erano gradite dagli editori delle riviste scientifiche. Uno degli scherzi più famosi di Gamow è quello che fece agli editori della rivista *Physical Review* in occasione della pubblicazione dell'articolo scritto nel 1941 sul cosiddetto "processo URCA".

Con il giovane fisico brasiliano Mario Schoenberg, Gamow studiò le supernovae e il meccanismo di collasso gravitazionale con cui si conclude la vita delle stelle con una massa molto superiore alla massa del Sole e con Schoenberg comprese che ad esso contribuiva la rapidissima dissipazione di energia attraverso l'emissione di enormi flussi di neutrini.

Per questo fenomeno Gamow conìò il nome di "processo URCA" dal nome del casinò di Rio de Janeiro, chiuso dalle autorità brasiliane nel 1955, nel quale aveva incontrato per la prima volta Schoenberg e dove vide sparire il denaro dei giocatori così velocemente da ricordargli la veloce perdita di energia per mezzo dell'emissione di neutrini, nel raffreddamento della protostella di neutroni.

Dato che Gamow si aspettava che l'editore gli chiedesse l'origine del termine "URCA", dopo averci pensato, decise che avrebbe risposto dicendo che era l'acronimo di *UnRecordable Cooling Agent*, ovvero "agente raffreddante non rilevabile". In realtà poi a Gamow non fu mai chiesto il significato di URCA.

STORIA DELL'ASTRONOMIA



▲ Robert Wilson (a sinistra) e Arno Penzias, per la scoperta della radiazione cosmica di fondo, condivisero il Premio Nobel per la Fisica nel 1978.

sta Mr Tompkins, che trattano il mondo della biologia. I testi nei quali lo svagato Mr Tompkins impara la fisica in sogno sono ancora oggi uno dei tentativi meglio riusciti di raccontare la scienza al grande pubblico.

Gamow scrisse in totale più di venti libri, ancora oggi piacevolmente leggibili; tra questi ricordiamo *"Gravità"*, *"Trent'anni che sconvolsero la fisica"* e il già citato *"Biografia della fisica"*.

Molti dei suoi libri sono pubblicati ancora oggi nonostante siano passati cinquant'anni dalla pubblicazione originale.

L'atteggiamento scanzonato forse lo penalizzò un po' negli ambienti accademici, ma di certo contribuì all'incre-

dibile successo dei suoi testi divulgativi. Alla domanda di come facessero i suoi libri ad avere sempre molta fortuna, Gamow era solito rispondere: "È un segreto profondo, tanto profondo che non lo conosco neanche io".

Per la sua fortunatissima attività di divulgatore scientifico, l'UNESCO, nel 1956, gli conferì il premio Kalinga. In seguito a questo premio tenne varie conferenze in Giappone e in India.

L'INTERESSE PER LA BIOLOGIA

Nel 1954 l'attenzione di Gamow si spostò su ricerche in un ambito del tutto diverso da quelli precedenti: la biologia! Dopo aver letto un lavoro del biologo americano James Watson e del

chimico inglese Francis Crick nel quale si presentava il corretto modello della molecola del DNA, Gamow propose un'importante teoria su come l'informazione genetica possa organizzarsi per creare la sequenza dei venti amminoacidi che formano le proteine.

Seguendo il suo proverbiale spirito umoristico, presentò la sua teoria in un articolo firmato insieme a C. G. H. Tompkins! Alla fine, però, l'articolo fu pubblicato con la sola firma di Gamow perché la redazione della rivista non gradì lo scherzo.

Grazie all'entusiasmo che circolava nella comunità scientifica in seguito alle sue idee, Gamow fondò lo scherzoso *"RNA Tie Club"*, cosiddetto per via della



cravatta (in inglese "tie") con il disegno del RNA, che costituiva il distintivo di appartenenza, e al quale potevano appartenere solo 20 illustri scienziati (uno per ogni aminoacido), dediti allo studio e alla diffusione di lavori sul problema della codifica del patrimonio genetico. Nelle loro periodiche riunioni non mancavano birra, vino e vodka.

In seguito fu dimostrato che lo schema è diverso da quello proposto da Gamow, che comunque ebbe un ruolo importante nello sviluppo della biologia molecolare.

GLI ULTIMI ANNI

Nel 1956 si trasferì all'Università del Colorado (Boulder), dove rimase per il resto della sua carriera. Nello stesso anno Gamow divenne uno dei mem-

SAN PIETROBURGO: UNA CITTÀ CON TANTI NOMI

San Pietroburgo è la seconda città della Russia per popolazione e dimensione, situata nel nord-ovest della Russia, a poca distanza dall'Estonia e dalla Finlandia. Fu fondata dallo Zar Pietro il Grande nel 1703 quando sconfisse gli svedesi alla foce del fiume Neva dove si racconta che abbia esclamato: "Qui deve sorgere una città". Il nome originale "Sankt Piter burkh" era in realtà olandese perché Pietro il Grande aveva vissuto e studiato per un periodo in Olanda ed era rimasto affascinato dall'architettura olandese. Nel corso della storia la città ha avuto nomi diversi. Dal 1914 al 1924 è stata chiamata Petrograd (Pietrogrado) e dal 1924 al 1991 Leningrad (Leningrado), in omaggio al leader bolscevico Vladimir Lenin. Il nome originale, San Pietroburgo, fu ripristinato il 6 settembre 1991, con un referendum popolare: in netta maggioranza, col 55% di voti a favore, la popolazione chiese di restituire alla città il suo antico nome, quello che gli fu dato alla fondazione dallo Zar Pietro il Grande.

bri fondatori del *Physical Science Study Committee* (PSSC), che in seguito riformò l'insegnamento della fisica delle scuole superiori negli anni successivi al lancio dello *Sputnik*. Sempre nel 1956, divorziò dalla moglie Rho e nell'ottobre 1958 sposò Barbara Perkins (*publicity manager* della *Cambridge University Press*), che aveva fatto pubblicità per il suo terzo libro di Mr Tompkins. Dopo essersi trasferita a Boulder da New York, seguì il marito in una serie di conferenze che aveva organizzato in India, Giappone e Australia.

Nell'estate del 1967 Gamow ebbe dei problemi di salute e, dopo essersi ripreso, subendo anche un intervento chirurgico per pulire le sue carotidi, divenne più introverso. Lavorò con Barbara nella stesura della sua autobiografia (apparsa postuma con il titolo "My World Line"; in Italia come "La mia linea di universo" pubblicata da Edizioni Dedalo nel 2008).

Nell'aprile del 1968 Gamow concesse allo storico Charles Weiner dell'*American Institute of Physics* una lunga intervista. Il 19 agosto 1968, problemi di circolazione o forse insufficienza epatica spensero il suo genio brillante, all'età di sessantaquattro anni; Gamow è sepolto nel cimitero di *Green Mountain* di Boulder.

La torre del dipartimento di fisica dell'Università del Colorado Boulder porta oggi il suo nome. A lui sono stati dedicati un cratere sulla Luna e un asteroide della fascia principale scoperto nel 1984 (8816 *Gamow*).

Gamow ha ispirato il personaggio del professor Gamma nella serie di libri di fantascienza di Geoffrey Hoyle e del padre astronomo Sir Fred Hoyle.

Sono molti i ricercatori che devono la

loro passione per la fisica e parte della loro carriera all'incontro con Gamow. Tra questi ci piace ricordare l'astronoma americana Vera Rubin che dimostrò l'esistenza della materia oscura, cioè quel 27% della "torta cosmica" che, insieme al 5% di materia ordinaria, forma la materia presente nel cosmo (tutto il resto, dunque oltre il 68%, è energia oscura). La Rubin conseguì il dottorato di ricerca nel 1954, sotto la guida sapiente di Gamow.

Nonostante alcune delle sue teorie siano state riviste, Gamow è stato un fisico *sui generis* con un'incredibile creatività, una delle menti più fertili e versatili del panorama scientifico dello scorso secolo nonché, senza ombra di dubbio, una delle più divertenti e simpatiche grazie al suo straordinario *sense of humor*. I più grandi scienziati del suo tempo come, per esempio, Rutherford e Bohr nutirono profonda stima nei suoi confronti; le organizzazioni ufficiali invece non gli hanno mai tributato gli onori che gli spettavano. In particolare, l'Accademia Reale Svedese delle Scienze non gli ha mai attribuito il Premio Nobel che sicuramente avrebbe meritato. Ricordiamo che nel 1973 i fisici Leo Esaki, Ivar Giaever e Brian Josephson ottennero il Nobel "per le loro scoperte sperimentali riguardanti i fenomeni di *tunneling* nei semiconduttori e superconduttori". Inoltre, nel 1986, Gerd Binnig e Heinrich Rohrer furono premiati con il Nobel per lo sviluppo del microscopio a scansione basato sull'effetto tunnel. Appare quindi piuttosto discutibile il fatto che coloro che per primi spiegarono l'effetto tunnel (e Gamow in particolare) non abbiano mai ricevuto questo ambito riconoscimento. ●