

Hagedorn's legacy

✍ F. Antinori 📅 26-11-2015 ↗ <http://www.primapagina.sif.it/article/359>

Le idee del fisico teorico tedesco Rolf Hagedorn, che hanno avuto un ruolo chiave nello sviluppo della fisica delle collisioni nucleari ultrarelativistiche, sono state ricordate lo scorso 13 novembre al CERN in un simposio intitolato "*Hagedorn's Legacy*", organizzato da Jan Rafelski, Urs Wiedemann e Federico Antinori.

Arrivato al CERN negli anni '50 dal Max Plank Institut di Gottinga per occuparsi di calcoli relativi alle orbite delle particelle negli acceleratori, Hagedorn entra a far parte della divisione teorica del laboratorio. Nei primi anni '60 inizia a lavorare sulla produzione di particelle in interazioni adroniche, sviluppando il modello di adronizzazione statistica, pubblicato nel 1965 – cinquant'anni fa – sulla rivista *Supplemento al Nuovo Cimento* e intitolato: "*Statistical thermodynamics of strong interactions at high energies*". Nell'articolo è discussa una delle sue idee più importanti: l'esistenza di un limite superiore alla temperatura di un sistema di adroni. Hagedorn dimostra come l'unica forma consistente dello spettro di massa delle risonanze adroniche, per $m \rightarrow \infty$, sia quella esponenziale, e come in presenza di uno spettro di massa esponenziale esista una temperatura limite oltre la quale un sistema di adroni non può essere portato. Avvicinandosi a tale temperatura, infatti gli apporti aggiuntivi di energia risultano nella produzione di risonanze di massa sempre maggiore, con incrementi via via minori dell'energia cinetica delle particelle. Hagedorn fornisce una stima per questa temperatura massima (oggi chiamata appunto temperatura di Hagedorn) di $T_H=158$ MeV (equivalenti a circa $2 \cdot 10^{12}$ K). Inizialmente, T_H venne considerata come un possibile limite superiore assoluto alla temperatura. Con l'avvento della QCD, però, Nicola Cabibbo e Giorgio Parisi compresero come T_H rappresentasse sì un limite superiore per un sistema di adroni, ma fosse in realtà superabile in un plasma deconfinato di quark e gluoni, rappresentando appunto la temperatura critica della transizione di fase di deconfinamento.

Rolf Hagedorn contribuì anche alla nascita del programma sperimentale di collisioni nucleari ultrarelativistiche, in particolare con un lavoro pubblicato nel 1981 insieme a Jan Rafelski, in cui si suggerisce, per la prima volta, un'osservabile del deconfinamento capace di sopravvivere alla fase di riadronizzazione che avviene al termine della collisione: l'aumento della produzione di stranezza.

Il simposio, a cui hanno partecipato oltre un centinaio di persone, ha ripercorso gli aspetti fondamentali dell'eredità scientifica di Hagedorn attraverso cinque relazioni. In "*50 years of Hagedorn temperature*" Jan Rafelski ha ricordato i contributi fondamentali del teorico tedesco sulla temperatura limite e sulla previsione dell'aumento della produzione di stranezza in interazioni tra nuclei. Nella sua relazione "*Hagedorn thermodynamics defines its own limits*" Helmut Satz ha poi discusso la connessione tra il modello di Hagedorn e la transizione di percolazione in cui, in un sistema composto inizialmente da adroni neutri, si sviluppano progressivamente zone conduttrici rispetto alla carica di colore. In "*The Hagedorn spectrum and the dual resonance model: an old love*

affair", Gabriele Veneziano ha quindi illustrato come le connessioni originarie tra il modello di Hagedorn e la teoria delle stringhe adroniche persistano quando la teoria delle stringhe viene reinterpretata come teoria quantistica della gravitazione: in questo contesto potrebbero esistere limiti superiori, "alla Hagedorn", per la temperatura di un buco nero e per quella dell'universo primordiale (con conseguenze importanti per la teoria dell'inflazione). In "*Hagedorn's vision in the context of recent lattice and HIC data*" Krzysztof Redlich ha messo in luce l'accordo tra la moderna QCD su reticolo e i calcoli di Hagedorn sulle quantità termodinamiche. Infine, in "*Life above the Hagedorn temperature: Quark-Gluon Plasma at SPS, RHIC and LHC*" Berndt Müller ha ritracciato una serie di pietre miliari nel progresso della fisica delle collisioni nucleari ultrarelativistiche dalla nascita a oggi.

Il contenuto del simposio (trasparenti e registrazioni video) è disponibile sul sito web del CERN.