Discussione generale sulla teoria della relatività[1]

Lenard: mi ha fatto piacere che oggi in una teoria della gravitazione si debba parlare di etere. Ma devo dire che quando si passa dalla teoria della gravitazione a qualcosa d'altro rispetto alle forze proporzionali alle masse, la semplice intelligenza di uno studioso della natura si ribella alla teoria. Rimando all'esempio del treno frenato. Se vale il principio di relatività i campi gravitazionali devono essere estesi concettualmente con l'uso di forze non proporzionali alle masse. Vorrei dire che nel pensiero fisico ci si può servire di due modelli, che io ho indicato come modelli del primo e del secondo tipo. Con modelli del primo tipo parla per esempio Weyl, poiché egli esprime tutti i processi mediante equazioni. I modelli del secondo tipo interpretano le equazioni come processi nello spazio. Preferirei i modelli del secondo tipo, mentre Einstein resta attaccato a quelli del primo tipo. Nei modelli del secondo tipo l'etere è indispensabile. Esso è sempre stato uno degli strumenti più importanti per il progresso nello studio della natura, e la sua soppressione significa la soppressione delle idee di tutti coloro che studiano la natura con modelli del secondo tipo. Vorrei anzitutto porre la domanda: com'è, che secondo la teoria della relatività non dev'essere distinguibile, nel caso del treno frenato, se sia frenato il treno oppure se sia frenato il mondo circostante?

Einstein: è certo che noi possiamo osservare forze relativamente al treno e, se lo vogliamo, possiamo interpretarle come forze inerziali. La teoria della relatività le può interpretare egualmente bene come forze di un campo gravitazionale. Da dove viene ora il campo? Lei è dell'opinione che esso sia un'invenzione dei signori teorici della relatività. Ma non è affatto un'invenzione gratuita, poiché esso soddisfa le stesse leggi differenziali di quei campi che siamo abituati a comprendere come forze dovute alle masse. È giusto che qualcosa della soluzione rimanga arbitrario, quando si considera una parte limitata dell'universo. Il campo di gravitazione che agisce relativamente al treno frenato corrisponde a una forza di induzione che è prodotta dalle masse lontane. Posso quindi dire riassumendo in breve: il campo non è inventato arbitrariamente, poiché soddisfa le equazioni differenziali generali, e poiché si può ricondurre alle forze dovute a tutte le masse lontane.

Lenard: Le argomentazioni di Einstein non m'han detto niente di nuovo; inoltre esse non hanno superato l'abisso tra i modelli del primo tipo e i modelli intuitivi del secondo tipo. Ritengo che al campo gravitazionale esteso concettualmente debbano corrispondere dei processi, e questi processi non si sono presentati nell'esperienza.

Einstein: direi che ciò che l'uomo ritiene o non ritiene intuitivo è stato soggetto a cambiamenti. L'opinione sulla intuibilità è per così dire una funzione del tempo. Penso che la fisica sia concettuale e non intuitiva. Come esempio dei mutevoli punti di vista sull'intuibilità le ricordo le opinioni sull'intuibilità della meccanica di Galilei in tempi diversi.

Lenard: ho dato espressione nel lavoro a stampa "Principio di relatività, etere, gravitazione" alla mia opinione, che l'etere ha fallito in certe circostanze, poiché non lo si è ancora trattato nel modo giusto. Il principio di relatività lavora con uno spazio non euclideo, che ammette proprietà diverse da punto a punto e nel tempo; ma ci può ben essere nello spazio un qualcosa, lo stato del quale determina queste diverse proprietà, e questo qualcosa è proprio l'etere. Vedo l'utilità del principio

[1] Allgemeine Diskussion über Relativitätstheorie, Physik. Zeitschr. **21**, 666-668 (1920).

di relatività finché lo si applica soltanto alle forze gravitazionali. Per forze non proporzionali alle masse non lo ritengo valido.

Einstein: sta nella natura della cosa che si possa parlare di una validità del principio di relatività solo quando esso valga rispetto a *tutte* le leggi di natura.

Lenard: solo quando si ammettono campi appropriati. Intendo dire che il principio di relatività può dire cose nuove anche solo sulla gravitazione, mentre i campi di gravitazione che intervengono nel caso delle forze non proporzionali alle masse non introducono nessun nuovo punto di vista, ma consentono soltanto che il principio appaia valido. Ma l'equivalenza di tutti i sistemi di riferimento crea delle difficoltà al principio.

Einstein: non esiste nessun sistema di coordinate in linea di principio privilegiato per la sua semplicità; perciò non esiste nessun metodo per distinguere tra campi di gravitazione "reali" e "non reali". La mia seconda questione è: che cosa dice il principio di relatività riguardo all'esperimento concettuale non consentito, che consiste nel fatto che per esempio la terra sia ferma e il restante universo ruoti attorno all'asse terrestre, in modo che risultino velocità superiori a quelle della luce?

La prima affermazione non è un'asserzione gratuita, ma una definizione di tipo nuovo del concetto "etere".

Un esperimento concettuale è un esperimento realizzabile in linea di principio, anche se non di fatto. Esso serve a raccogliere in una visione d'insieme esperienze reali, in modo da trarre da queste conseguenze teoriche. Non consentito un esperimento concettuale lo è solo quando la sua esecuzione è *in linea di principio* impossibile.

Lenard: credo di poter riepilogare: 1. Che si farebbe meglio a smetterla di annunciare la "eliminazione dell'etere". 2. Che io ritengo pur sempre appropriata la restrizione del principio di relatività ad un principio di gravitazione, e 3., che le velocità superluminali appaiono procurare una difficoltà al principio di relatività; infatti esse appaiono nella relazione tra corpi qualsiansi, quando non si voglia descrivere solo quelli, ma l'intero universo, cosa che tuttavia il principio di relatività nella sua forma più semplice e precedente ammetteva come equivalente.

Rudolph: Il fatto che la teoria della relatività generale si sia brillantemente dimostrata vera non è una prova contro l'etere. La teoria di Einstein è giusta, è solo la sua opinione sull'etere che è sbagliata. E ciò vale anche con il completamento di Weyl; risulta infatti dall'ipotesi dell'etere, purché nel fluire di diverse correnti d'etere restino dei buchi, che a causa della forza centrifuga in seguito al mutamento della direzione delle [...] sono tenuti vuoti.

Palagyi: la discussione tra Einstein e Lenard mi ha fatto un'impressione profonda. Si riincontrano qui le vecchie contrapposizioni storiche tra fisica sperimentale e fisica matematica, come per esempio esistono già tra Faraday e Maxwell. Einstein afferma che non esiste un sistema di coordinate privilegiato. Ne esiste uno. Consentitemi di pensare in termini biologici. Allora ogni uomo porta in sé il suo sistema di coordinate. Nello sviluppo di questa idea è contenuta una confutazione della teoria della relatività.

Einstein sostiene che non esiste contrasto tra teoria ed esperimento.

Born: anche la teoria della relatività preferisce modelli del secondo tipo. Considero come esempio la terra ed il sole. Se non ci fosse l'attrazione, la terra camminerebbe di moto rettilineo rispetto ad esso e via dicendo.

Mie: Il fatto che l'idea che l'etere sia di materia percettibile debba essere riconosciuta come impossibile a causa della teoria della relatività, io non ho mai potuto capirlo. Ciò è stato mostrato già molto tempo fa da Lorentz nel suo libro "Fenomeni elettrici ed ottici nei corpi in movimento". Anche Abraham ha detto nel suo manuale già allora, quando si confrontava, rifiutandola, con la teoria della relatività: "L'etere è lo spazio vuoto".

Sono dell'idea che anche accettando la teoria della gravitazione di Einstein si debba distinguere nettamente tra i campi di gravitazione puramente fittizi che si introducono nel modello dell'universo mediante la scelta delle coordinate, e i campi di gravitazione reali, che sono dati da stati di fatto obbiettivi. Ho mostrato da poco una via per giungere ad un sistema di coordinate "privilegiato", nel quale fin dall'inizio tutti i campi di gravitazione puramente fittizi sono esclusi.

Einstein: non posso capire come debba esserci un sistema di coordinate privilegiato. Al più si potrebbe pensare di preferire quei sistemi di coordinate rispetto ai quali valga approssimativamente l'espressione di Minkowski di ds^2. Ma a prescindere dal fatto che per spazi grandi tali sistemi proprio non possono esistere, questi sistemi di coordinate sicuramente non sono definibili in modo esatto, ma solo approssimato.

Kraus indica una differenza epistemologica tra i modelli di primo e di secondo tipo, per la quale egli ritiene che i modelli del primo tipo abbiano più valore di quelli del secondo.

Lenard: si dovrebbe introdurre il principio del baricentro; credo tuttavia che ciò sulle questioni di principio non possa avere alcuna influenza.