



Riassumendo e guardando avanti

Possiamo riassumere in poche righe la nostra esposizione della RG fino a questo punto:

- *La gravità è eliminata come forza reale* (questa è una delle prime idee).
- *I veri RI sono quelli in caduta libera.*
- *Gli effetti della gravità sono uguali a quelli dell'accelerazione (PE).* Ne segue
 - *la deflessione della luce*
 - *il redshift gravitazionale.*
- *Il moto naturale (caduta libera) corrisponde a “rette” (geodetiche) dello spazio tempo.*
- *La presenza di corpi materiali causa la curvatura dello spazio tempo (equazioni di Einstein).*

C'è un ultimo tema, che finora abbiamo lasciato fuori:

- *Le equazioni di Einstein permettono di calcolare forma ed evoluzione dell'Universo.*

Non dimenticate che tutto questo ha assunto la sua forma finale 80 anni fa. Negli ultimi decenni, grazie agli orologi atomici, ai viaggi spaziali, ecc. si sono avute numerose conferme della teoria:

- *Tutti gli esperimenti hanno dato ragione ad Einstein.*

Dal nostro punto di vista, che unifica RR e RG, è però più utile tornare indietro, e riassumere in poche righe un po' tutto ciò di cui abbiamo parlato:

- *Lo spazio assoluto non esiste.*
- *Tutti i riferimenti inerziali sono equivalenti (PR).*
- *Il tempo assoluto non esiste: il tempo (proprio) è la lunghezza delle curve nello spazio-tempo.*
- *La gravità non esiste: è un effetto apparente per un corpo che venga forzato a deviare dal suo moto “naturale.”*

Bisogna abituarsi a rovesciare il consueto punto di vista: quando appoggio una matita sul tavolo, questa è deviata dal suo moto naturale, che è quello di caduta libera. Per deviarla dal suo moto naturale devo applicare una forza. Chi è che applica la forza? Il piano su cui la matita è appoggiata.

Se sono newtoniano dico: se il piano applica una forza ci dev'essere un'altra forza che la contrasta: quest'altra forza la chiamo gravità. Einstein dice: no! non c'è nessun'altra forza; è semplicemente che tu stai cercando di far deviare la matita dal suo moto di caduta libera. Esattamente come devi applicare una forza per far muovere una cosa su di una circonferenza, altrimenti tenderebbe ad andare dritta, così qui devi applicare una forza per impedire alla matita di seguire il suo moto di caduta libera, cioè la geodetica dello spazio-tempo.

- *Le linee orarie dei corpi in moto naturale sono geodetiche dello spazio-tempo.*

Questo, che si chiama il *principio della geodetica*, l'ho trattato un po' troppo di sfuggita: meritava una discussione più accurata.

- *Lo spazio tempo è incurvato dalla presenza di materia.*

È tutto? No di certo: manca ancora la “dinamica relativistica.” Massa, energia, impulso, effetti sul moto a grande velocità, urti, ecc... : nella seconda parte del corso dovremo affrontare questi argomenti. Ma ritengo che si debba partire nell'ordine con cui abbiamo proceduto.



C'è poi un'ultima parte da trattare, che sta nascosta in una breve frase: “le equazioni di Einstein permettono di calcolare forma ed evoluzione dell'universo.” In una parola: la cosmologia.

In ultima analisi, a parte le verifiche che si possono fare del redshift gravitazionale, o della deflessione della luce vicino al Sole, ecc., la grande importanza scientifica della RG sta soprattutto nell'aver permesso di trasformare la cosmologia in una scienza: in una parte della fisica. Cos'è l'Universo? com'è fatto? come evolve? da che cosa dipende la sua evoluzione?... Questo discorso non andrebbe amputato quando si parla di relatività. È quello che giustifica perché la relatività, specialmente quella generale, è diventata un punto centrale nella fisica di questi ultimi anni.