

Relazione attività scientifica svolta durante il periodo 01/11/2021 – 31/10/2021 da parte del fruitore di assegno di ricerca:

Orlando Luongo

\*\*\*\*\*

La mia attività scientifica si colloca nell'ambito di:

“Radio scienza per Bepi Colombo e Juno”,

per il programma di ricerca

“Test di teorie della gravitazione con esperimenti di radio scienza”.

Il mio lavoro si inserisce nel contesto del contratto MORE-Juno che il gruppo di meccanica celeste dell'università di Pisa, cui affilio, ha in essere con l'Agenzia Spaziale Italiana, ASI.

In particolare, il mio lavoro si svolge nell'ambito dell'esperimento di relatività della missione BepiColombo, tramite progettazione teorica di nuovi test di teorie alternative della gravitazione, e mediante implementazione di nuovi modelli di gravità modificata da testare tramite software specialistico Orbit14.

La dinamica a scale locali (per esempio, termini Parameterized Post Newtonian (PPN), materia oscura, disomogeneità, etc.) e cosmologiche (energia oscura, inflazione, etc) di tali modelli è, inoltre, oggetto di studio nell'ambito della presente attività di ricerca.

Nella fattispecie, nell'ambito degli ultimi 12 mesi corrispondenti all'intervallo di tempo del primo anno di assegno di ricerca ho lavorato estensivamente alla formulazione lagrangiana di teorie estese e teorie modifica della gravità al fine di scrivere i termini di accelerazione predetti dagli sviluppi PPN.

Ciò si colloca in relazione al lavoro di modellizzazione teorica mediante software Orbit14 al fine di definire limiti superiori dei parametri PPN attesi e verificare, nel contempo, se possibili deviazioni al modello di Einstein siano realmente plausibili in ambito locale (sistema solare).

Per far ciò, ho studiato come trattare la costante effettiva di gravitazione, non minimalmente accoppiata da modelli di gravità estesa e, consequenzialmente, come trattare una variazione temporale della costante stessa.

Tale variazione non è attesa da modelli di gravità del second'ordine, includendo l'approccio di Palatini, per modelli di gravità estesa. Ho, quindi, definito come trattare tali situazioni, circoscrivendo le tipologie di modelli da testare e le conseguenti densità di lagrangiane. In particolare, per quei casi in cui non è possibile non ammettere una variazione della interazione gravitazionale, si è concordato di fissare *a priori* di valori sperimentalmente consolidati acquisite da misurazioni cosmologiche, per esempio da limiti superiori imposti dal satellite Planck.

Analoghi discorsi possono essere portati avanti per quanto concerne modelli modificati, ove il termine di torsione giochi il ruolo di curvatura nella descrizione dell'interazione gravitazionale. In questo senso, si è deciso di estendere i lavori precedenti, facenti uso dei soli modelli di Einstein-Cartan, provando a studiare modelli modificati più complicati di tipo  $f(T)$ .

Accanto a ciò, ho redatto documentazione sintetica atta a certificare le scelte dei modelli considerati e sto lavorando alla implementazione sul software di questi approcci.

Contestualmente, gli stessi modelli di cui sopra sono stati studiati al fine di definirne le principali proprietà meccaniche (dinamica, termodinamica, etc) con l'obiettivo di verificare se i limiti attesi dalla cosmologia a larga scala siano o meno violati dai valori predetti mediante simulazioni, ottenute dal software Orbit14.

Lavori e pubblicazioni scientifiche sui siffatti argomenti sono attualmente in fase di realizzazione, prevedendo per essi tempi brevi di sottomissione ad archivio e presumibilmente di pubblicazione. Infine, accanto a ciò, lavoro di modellistica teorica su teorie di questo genere è stato portato avanti e continua in fase presente.

Pisa, 06/10/2021

In fede,



Firma responsabile scientifico (Prof. Giacomo Tommei)

