

PROGRAMMA DEL CORSO DI ASTROFISICA E COSMOLOGIA

PLS Università' di Verona – gennaio 2015

dott. Yves Gaspar

1) La Relatività Generale (19-01-2015).

Essenza della Relatività Speciale e i problemi della gravità newtoniana nel contesto relativistico. Il principio di equivalenza debole e forte: esperimenti ideali (gedankenexperimenten) che hanno guidato Albert Einstein. Perché la Relatività Generale ricorre alla geometria non-euclidea? L'importanza della non-uniformità del campo gravitazionali ed effetti di marea, il redshift gravitazionale. Il concetto di metrica, i postulati di base della Relatività Generale, il ruolo delle geodetiche. L'importanza del concetto di campo – analogie elettromagnetiche, le equazioni di campo di Einstein. Massa-energia e pressione come sorgenti del campo gravitazionale. Alcune soluzioni notevoli delle equazioni di campo: le lenti gravitazionali, i buchi neri e le onde gravitazionali. Conferme osservazionali e sperimentali della Relatività Generale. Problemi concettuali aperti della Relatività Generale.

2) Cosmologia (26-01-2015).

Breve “overview” e storia delle principali osservazioni ed idee cosmologiche. Il concetto di modello cosmologico, perché è necessaria la Relatività Generale per la cosmologia? I primi tentativi di Albert Einstein, il concetto di omogeneità e di isotropia, il principio cosmologico, motivazioni per la metrica spazio-temporale di Friedmann-Lemaître-Robertson-Walker (FLRW), l'espansione cosmologica, analogie bi-dimensionali e uni-dimensionali. Il fattore di scala, il parametro di E. Hubble, il parametro di decelerazione, le proprietà cinematiche di una particella e di un fotone che si propagano in un universo FLRW. Analogie

utili per spiegare correttamente il concetto di espansione dell'universo – la descrizione approssimativa in termini di effetto Doppler. La risoluzione del paradosso di Olbers.

Dinamica e struttura causale di un universo FLRW in espansione - modelli per contenuto di radiazione, materia, energia oscura – il problema posto dalla natura dell'energia oscura.

Storia termica dell'universo nel modello Standard del Big Bang: i tre (o quattro) principali successi osservativi. La formazione delle strutture cosmiche ed il ruolo della materia oscura – il problema posto dalla natura della materia oscura.

La lista dei (nove almeno) problemi della teoria del Big Bang Standard, l'inflazione cosmologica, possibile conferma osservativa con i risultati di BICEP II, problemi concettuali dell'inflazione, il ruolo della fisica quantistica nei spazi-tempi curvi. Cenni su recenti modelli alternativi al Big Bang Standard + inflazione: modelli pre-Big Bang, modello ekpyrotico, la proposta ciclica di Penrose, cosmologia dei gas di stringhe, il modello “matter bounce”, il modello di universo emergente, l'universo olografico, speculazioni sul contenuto dominante del nostro universo: materia ed energia oscura.