

INTRODUZIONE alla GRAVITÀ QUANTISTICA

Programma dettagliato del corso - A.A. 2019-20

Lezione 1, 24 settembre 2019:

Introduzione al corso. Oscillatore armonico forzato in meccanica quantistica. Stati coerenti.

Lezione 2, 26 settembre 2019:

Definizione delle notazioni. Quantizzazione canonica di un campo scalare reale e complesso. Tensore energia-impulso. Energia del vuoto. Ordinamento normale. Unicità del vuoto in spazio di Minkowski.

Lezione 3, 1 ottobre 2019:

Algebre di Lorentz e di Poincarè. Rappresentazioni dell'algebra di Lorentz. Azione per il campo elettromagnetico. Sostituzione minimale. Conservazione della corrente.

Lezione 4, 3 ottobre 2019:

Teorema di Nöther. Richiami di teoria dei gruppi e algebre di Lie.

Lezione 5, 8 ottobre 2019:

Spinori di Lorentz. Massa di Dirac. Termini cinetici di Weyl. Equazione di Dirac. Limite non-relativistico. Equazione di Pauli. Quantizzazione del campo di Dirac.

Lezione 6, 10 ottobre 2019:

Richiami di relatività generale. Principio di equivalenza. Covarianza rispetto

a trasformazioni di coordinate. Equazione delle geodetiche. Coefficienti di Christoffel. Limite non relativistico. Curvatura dello spazio-tempo. Tensore di curvatura di Riemann.

Lezione 7, 15 ottobre 2019:

Identità ciclica e identità di Bianchi. Tensore di Einstein. Equazione di Einstein. Azione di Einstein-Hilbert. Tensore energia-impulso per un campo scalare.

Lezione 8, 17 ottobre 2019:

Tensore energia-impulso per il campo elettromagnetico. Frame localmente inerziale e trasformazioni di Lorentz locali. Tetrade. Accoppiamento di un campo di spin $1/2$ al campo gravitazionale.

Lezione 9, 24 ottobre 2019:

Trasformazioni conformi. Diagramma di Penrose per lo spazio di Minkowski in due e quattro dimensioni e per il buco nero di Schwarzschild.

Lezione 10, 29 ottobre 2019:

Quantizzazione di un campo scalare in spazio-tempo curvo. Esempio di universo di Friedmann con metrica conformemente piatta. Trasformazione di Bogolyubov. Coefficienti di Bogolyubov.

Lezione 11, 31 ottobre 2019:

Calcolo dei coefficienti di Bogolyubov per l'esempio di un universo di Friedmann in due dimensioni.

Lezione 12, 5 novembre 2019:

Coefficienti di Bogolyubov per un campo scalare complesso. Spazio-tempo di Rindler.

Lezione 13, 7 novembre 2019:

Espansione in modi normali nello spazio di Minkowski e nello spazio di Rindler per un campo scalare. Calcolo dei coefficienti di Bogolyubov. Effetto Unruh.

Lezione 14, 14 novembre 2019:

Effetto Unruh. Funzioni di Green. Rivelatore di Unruh-DeWitt.

Lezione 15, 19 novembre 2019:

Rivelatore di Unruh-DeWitt. Effetto Casimir in due e quattro dimensioni.

Lezione 16, 21 novembre 2019:

Creazione di particelle da uno specchio accelerato. Calcolo della temperatura della radiazione termica nel caso di accelerazione asintoticamente costante.

Lezione 17, 26 novembre 2019:

Accelerazione di uno specchio asintoticamente costante. Calcolo dei coefficienti di Bogolyubov. Richiami sul buco nero di Schwarzschild. Coordinate tortoise e coordinate di Kruskal-Szekeres. Collasso gravitazionale.

Lezione 18, 3 dicembre 2019:

Metrica di Vaidya e modello di collasso gravitazionale a simmetria sferica. Radiazione di Hawking. Calcolo della temperatura di Hawking per il buco nero di Schwarzschild. Calcolo della temperatura di Hawking per un buco nero eterno.

Lezione 19, 5 dicembre 2019:

Radiazione di Hawking. Temperatura di Hawking per un buco nero di Schwarzschild e di Reissner-Nordström.

Lezione 20, 10 dicembre 2019:

Termodinamica dei buchi neri. Simmetrie. Vettori di Killing. Spazi massimamente simmetrici. Spazio de Sitter.

Lezione 21, 12 dicembre 2019:

Coordinate in de Sitter. Coordinate globali, di Poincaré e statiche. Diagramma di Penrose (referenze aggiuntive: Spradlin, Strominger, Volovich, hep-th/0110007; Akhmedov. arxiv:1309.2557).

Lezione 22, 17 dicembre 2019:

Campo scalare massivo in de Sitter. Equazione di Bessel ed equazione dei modi in uno spazio esponenzialmente accelerato. Soluzioni. Comportamento asintotico dei modi in funzione della massa.

Lezione 23, 19 dicembre 2019:

Richiami della lezione precedente. Orizzonte di Hubble (derivazione sbagliata, la derivazione corretta sarà spiegata durante la lezione del 7 gennaio 2020). Modi sopra e sotto l'orizzonte di Hubble in de Sitter. Vuoto di Bunch-Davies. Calcolo della funzione di Wightman per un campo scalare reale in de Sitter nel caso conforme. Temperatura di Gibbons-Hawking. Cenni al modello di Starobinsky. Cenni allo spazio-tempo anti-de Sitter.

Lezione 24, 7 gennaio 2020:

Orizzonte di particella e orizzonte degli eventi in spazio-tempo FRLW. Cenni alla quantizzazione del campo gravitazionale. Espansione di campo debole.

Gauge di De Donder. Termine di Gauss-Bonnet.

Lezione 25, 9 gennaio 2020:

Cenni alla relatività generale come teoria effettiva. Cenni alle correzioni a un loop.