



پژوهشگاه دانشهای بنیادی

مرکز تحقیقات فیزیک نظری و ریاضیات

خیابان شهید لویسانی بین کامرانیه و دیباجی

نیش کوچه شهید محمد فریدین

تهران - صندوق پستی ۱۹۳۹۵-۵۵۳۱

تلفن: ۲۲۲۸۰۶۹۲ - ۲۲۸۲۳۰۸۹ - ۲۲۲۹۰۹۳۴

دورنگار: ۲۲۲۸۰۴۱۵

سوالات سر جلسه:

۱) الف) نشان دهید که بردارهای

$$L_z = \frac{\partial}{\partial \phi} ; L_x = \sin \phi \frac{\partial}{\partial \theta} - \cot \theta \cos \phi \frac{\partial}{\partial \phi} ; L_y = \cos \phi \frac{\partial}{\partial \theta} + \cot \theta \sin \phi \frac{\partial}{\partial \phi}$$

بردارهای کپلینگ روی کره دو بعدی است. $ds^2 = d\theta^2 + \sin^2 \theta d\phi^2$ حسند

ب) جبر بردارهای کپلینگ (جبر جبر لی) این بردارها را بدست آورید. جبر ایزوتروپی های روی کره چیست؟

خاندان بر ب) فضای ۴-دیم چهار بعدی (AdS₄) اشعاع واحد و متریک:

$$ds^2 = -(1+r^2)dt^2 + \frac{dr^2}{1+r^2} + r^2(d\theta^2 + \sin^2 \theta d\phi^2)$$

را در نظر بگیرید. از متریک داده شده بری آید که سر بردار $\frac{\partial}{\partial t}$ داده شده قسمت افاد $\frac{\partial}{\partial t}$

بردارهای کپلینگ این فضا حسند. علاوه بر این چهار بردار این فضا $\frac{\partial}{\partial t}$ بردار کپلینگ دیگر ندارد.

این بردارها و جبر ایزوتروپی فضای AdS₄ را بدست آورید.

۲) اگر $T^{\mu\nu}$ تانسور انرژی گمانه که پستم است باشد و π^{μ} یک بردار کپلینگ و u_{μ} بردار متریک روی

یک ژئودزیک نشان دهید

الف) $\pi^{\mu} = T^{\mu\nu} u_{\nu}$ یک کمیت پایسته است.

ب) آری $P^{\mu} = T^{\mu\nu} u_{\nu}$ یک کمیت پایسته روی ژئودزیک است؟

ج) $\eta = \xi \cdot u$ یک کمیت پایسته روی ژئودزیک است.

د) در چه صورت میدان برداری کپلینگ (x) میدان برداری ماس بر سیمیک ژئودزیک است؟



پژوهشگاه دانشهای بنیادی
(مرکز تحقیقات فیزیک نظری و ریاضیات)

خیابان شهید لویسانی بین کامرانیه و دیباجی
نبش کوچه شهید محمد فریدین
تهران - صندوق پستی ۱۹۳۹۵-۵۵۳۱
تلفن: ۲۲۲۸۰۶۹۲ - ۲۲۸۲۳۰۸۹ - ۲۲۲۹۰۹۳۴
دورنگار: ۲۲۲۸۰۴۱۵

۳) اگر ϕ و ψ در بیان اسکالر باشند $k_\mu = -e^\psi \nabla_\mu \phi$

و $k^2 = -m^2$ ، در چه صورت (ψ, ϕ) در چه شرایطی به هم صدق کنند؟

k_μ در بیان برداری مثل بکت از تو ذرات خواهد بود؟

سوالات خانده بر

۴) همانطور که در کلاس نشان دادیم هر ذره باردار نسبت به دار تابش الکترومغناطیسی می کند که به واسطه آن

انرژی و گانه از دست می دهد و نیروی برآیند دارد. نیروی پس اندی (Drag force).
الف) نشان بدهید که اگر تاب زو بار تابشی از حرکت آن ذرات بیان الکترومغناطیسی خارج باشد
نیروی پس اندی در بر ذره (پس اندی الکترومغناطیسی روی یک محدوده فضایی)

$$F_\mu = -\sigma_T [T_{\mu\nu} u^\nu + (T_{\alpha\beta} u^\alpha u^\beta) u_\mu]$$

خواهد بود که $\sigma_T = \frac{2}{3} \frac{q^2}{m}$ (ج.م ذره و بار آن است) و $T_{\mu\nu}$ آنسور انرژی گانه تابشی
از بیان الکترومغناطیسی خارج و u_μ سرعت ذرات است.

ب) فرض کنید نتایج بالا برای یک بیان (مجموعه الکترومغناطیسی که بر ذره تاب می خورد) برآید این بیان
می تواند میدان تابشی از یک گاز فوتونی محال از تابش جسم سیاه باشد که چگالی انرژی P_{rad} دارد
کاملاً همسانگرد است.

در این حالت بخواهیم F_μ را بر حسب سرعت ذره u_μ و P_{rad} و σ_T حساب کنیم.

ب) ذره با چه توانی انرژی از دست می دهد؟ برای چه سرعتی $1 \ll v \ll 1$ و کاملاً نسبتی $v \approx 1$
نیروی پس اندی را حساب کنید.

