

KDZ LaTeX Course - HW2

فهرست مطالب

۴	۱	مقدمات	
۴	۱.۱	جسم سیاه
۴	۲.۱	قانون پلانک
۴	۳.۱	طرح پراش تلسکوپ
۴	۱.۳.۱	عوامل اثرگذار روی تغییر طرح پراش

فصل ۱

مقدمات

۱.۱ جسم سیاه

یک جسم سیاه^۱ ایده آل تمام پرتوهایی را که در طول موج ها و زوایای مختلف دریافت کند جذب می کند. برای مثال یک محفظه در نظر بگیرید که با دیواره از محیط بیرون جدا شده و تنها از طریق تابشی که از یک روزنه کوچک وارد می شود با محیط اطراف انرژی مبادله می کند (کاواک). این کاواک را در تعادل ترمودینامیکی در یک دمای معلوم در نظر بگیرید. هر تابشی که از طریق یک روزنه کوچک در دیواره کاواک وارد شود توسط دیواره ها جذب می شود و بازتاب می کند. تابشی که از این روزنه بیرون آید معیاری از تابش درون کاواک است، مستقل از خواص روزنه یا ترکیب شیمیایی دیواره. طبق قانون کیرشهوف در یک جسم سیاه در حال تعادل، ضرایب جذب و تابش برابرند و این در تمام طول موج ها صادق است. [۱]

یک جسم سیاه در نزدیکی صفر کلوین واقعا سیاه است چون تابش ناچیزی دارد اما در دماهای بالاتر یک تابش با توزیع ویژه دارد. بسیاری از چشمه های نجومی با تقریب خوبی جسم سیاه هستند مثل تابش زمینه کیهانی. پیش از آن که به توزیع تابش که با قانون پلنک بیان می شود بپردازیم لازم است درباره تقریب تعادل ترمودینامیکی بحث کنیم. برخورد بین ذرات در یک آنسامب آن را به سمت تعادل ترمودینامیکی سوق می دهد. در نتیجه در حالتی که چگالی عددی بزرگ باشد، آهنگ برخورد بسیار بالاست و اغلب به تعادل نزدیک هستیم. به طور کلی اگر نسبت انرژی فوتون در یک محیط به انرژی متوسط ذره خیلی کوچکتر از یک باشد، در تعادل ترمودینامیکی موضعی هستیم. تعادل ترمودینامیکی موضعی حالتی است که در آن نسبت ضریب جذب و تابش محیط، جمعیت ترازهای اتمی و توزیع سرعت ذرات هر سه را می توان با یک دما توصیف کرد. ممکن است در یک محیط مثل الکترونها در تعادل ترمودینامیکی موضعی^۲ باشند اما یونها در تعادل نباشند. بطور کلی اگر طول همدم شدن (مسافتی که ذره داغ باید طی کند تا هم دما شود) در یک محیط نسبت به پوشش آزاد میانگین بزرگ باشد از شرایط تعادلی دور هستیم. نمونه ای از این گونه محیط ها جو بیرونی ستاره ها، تاج خورشید، سحابی های سیاره نما، محیط های میان ستاره ای و میان کهکشانی است. در این شرایط متوسط انرژی فوتون قابل مقایسه یا بزرگتر از انرژی ذره است. یک ذره در شرایط نا تعادلی مسافت طولانی طی می کند تا یک برخورد انجام دهد و به محیطی می رسد که متوسط انرژی ذرات آن نسبت به محیط برخورد قبلی متفاوت است. در چنین شرایطی تعادل موضعی نیست. [۲، ۳، ۴]

۲.۱ قانون پلانک

توزیع تابش یک جسم سیاه به تنهایی از ترمودینامیک بدست نمی آید. پلنک با فرض گسسته بودن سطوح انرژی موفق شد رابطه توزیع تابش را که به قانون پلنک معروف است اثبات کند. این قانون در حد انرژی کم یا زیاد به قانون ریلی-جینز یا قانون وین تبدیل می شود. شدت تابش بر حسب طول موج یا بسامد برای یک جسم سیاه در دمای T برابر است با: [۲، صفحه ۵]

$$B_{\lambda}d\lambda = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \times \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda K_B T}} - 1} \quad (1.1)$$

در معادله ۱.۱، h برابر با ثابت پلانک، T برابر با دمای جسم، K_B برابر با ثابت بولتزمن، c برابر با سرعت نور و λ برابر با طول موج است.

¹ Black body

² Local Thermodynamic Equilibrium (LTE)

۳.۱ طرح پراش تلسکوپ

در اثر پراش نور در دهانه تلسکوپ، مقداری از نور چشمه نقطه ای در طرحی که به ویژگی های دهانه بستگی دارد پخش می شوند (منظور از ویژگی ها شکل، ضریب عبور و اختلاف فاز بر حسب مکان است). در حد تلسکوپ های نجومی، با پراش در تقریب فرانهوفر سر و کار داریم یعنی فرض می کنیم که طرح پراش (آشکارساز) در فاصله دوری از دهانه تلسکوپ قرار دارد. پراش ویژگی ذاتی اپتیک است و در تلسکوپ های فضایی نیز وجود دارد. ابتدا روی یک دهانه دایره ای انتگرال گیری می کنیم تا میدان الکتریکی روی پرده بدست آید.

$$U(P) = C \int_0^a \int_0^{2\pi} e^{-i\kappa\rho\omega \cos(\theta-\psi)} \rho d\rho d\theta \quad (۲.۱)$$

$$= 2\pi C \int_0^a J_0(\kappa\rho\omega) \rho d\rho \quad (۳.۱)$$

در اینجا ρ و θ مختصات روی دهانه تلسکوپ هستند. چون دهانه اغلب به شکل همگن تابش نور را دریافت می کند، آن را با یک ثابت از انتگرال بیرون بردیم. پارامتر U بردار میدان الکتریکی روی پرده (آشکارساز) را نشان می دهد. پارامتر $\omega^2 = p^2 + q^2$ است که p و q مختصات روی پرده هستند. در رابطه ۲.۱، J_0 تابع بسل مرتبه ۰ است.

۱.۳.۱ عوامل اثرگذار روی تغییر طرح پراش

۱. دید نجومی

۲. ابیراهی های اپتیکی

فهرست ابیراهی های اپتیکی مشهور

- ابیراهی رنگی
- ابیراهی کروی
- ابیراهی کما
- آستیگماتیسم

Bibliography

- [1] D. Birney, G. Gonzalez, and D. Oesper, *Observational Astronomy*. Cambridge University Press, 2006.
- [2] F. LeBlanc, *An Introduction to Stellar Astrophysics*. Wiley, 2011.
- [3] S. Chandrasekhar and S. Chandrasekhar, *An Introduction to the Study of Stellar Structure*. Astrophysical monographs, Dover Publications, 1957.
- [4] B. Carroll and D. Ostlie, *An Introduction to Modern Astrophysics*. Pearson Addison-Wesley, 2007.