



عنوان : تمرین سری دو

نیم‌سال تحصیلی : ۴۰۴۱

مدرس : دکتر احسان نوروزی فر

مبحث تمرین : فصل ۴ الی ۸ بلاندل

مهلت تحویل : ۱۱ آبان

فهرست مطالب

۴	۱ سوال اول
۴	۲ سوال دوم
۴	۳ سوال سوم
۴	۴ سوال چهارم
۴	۵ سوال پنجم
۴	۶ سؤال ششم

۱ سوال اول

انرژی متوسط $\langle E \rangle$ را بیابید برای:

۱. یک سامانه n -حالاتی که در آن هر حالت می‌تواند انرژی‌های $n\varepsilon, 2\varepsilon, \dots, 0$ داشته باشد.
۲. یک نوسان‌گر هارمونیک که در آن هر حالت می‌تواند انرژی‌های $0, \varepsilon, 2\varepsilon, \dots$ (یعنی بدون حد بالایی) داشته باشد.

۲ سوال دوم

توزیع ماکسول بولتزمن نشان می‌دهد که یک مولکول با جرم m سرعتی بین v و $v + dv$ خواهد داشت با احتمال

$$f(v) \propto v^2 e^{-mv^2/2k_B T},$$

که علامت تناسب به این دلیل است که ثابت نرمال‌سازی لحظه نشده است. (می‌توانید برای نرمال‌سازی، میانگین‌های به دست آمده را برابر $\int_0^\infty f(v) dv$ تقسیم کنید). برای این توزیع، میانگین سرعت $\langle v \rangle$ و میانگین معکوس سرعت $\langle 1/v \rangle$ را محاسبه کنید و نشان دهید که

$$\langle v \rangle \langle 1/v \rangle = \frac{4}{\pi}.$$

۳ سوال سوم

پهنه‌ای دوپلر خط ۲۱ سانتی‌متری در یک ابر گازی بین‌ستاره‌ای با دمای $K 100$ و متشكل از هیدروژن خنثی (یعنی هیدروژن اتمی غیریونیزه) چیست؟ پاسخ را بر حسب کیلوهرتز بیان کنید.

۴ سوال چهارم

فشار جزئی اکسیژن (O_2) در هوا در فشار اتمسفری را محاسبه کنید.

۵ سوال پنجم

یک گاز از طریق یک سوراخ کوچک با مساحت A به داخل خلا خارج می‌شود. سپس ذرات از طریق یک سوراخ دایره‌ای بسیار کوچک با شعاع a در صفحه‌ای که در فاصله d از سوراخ اول قرار دارد، گلمنه می‌شوند. نشان دهید که نرخ خروج ذرات از سوراخ دوم برابر است با

$$\frac{1}{4} n A \langle v \rangle \frac{a^2}{d^2}$$

که در آن n چگالی ذرات و $\langle v \rangle$ سرعت متوسط است.
فرض کنید بعد از خروج گاز از سوراخ دوم، هیچ برخوردی رخ نمی‌دهد و $a \gg d$.

۶ سؤال ششم

مسیر آزاد مولکول‌ها:

- (۱) نشان دهید که مسیر آزاد میانگین مربعی ریشه‌ای برابر $\lambda = \sqrt{2}$ است، که در آن λ مسیر آزاد میانگین است.
- (۲) طول مسیر آزاد محتمل ترین مقدار چه قدر است؟
- (۳) درصد مولکول‌هایی که مسافتی بیشتر از (الف)، (ب)، (ب)، (ج) 5λ طی می‌کنند، چقدر است؟

موفق باشید.