



عنوان: تمرین سری یک

نیم سال تحصیلی: ۴۰۴۲

مدرس: دکتر تقی زاده

مبحث تمرین: مروری بر فیزیک کلاسیک

مهلت تحویل: ۱۹ اردیبهشت

**فهرست مطالب**

۳	۱ سوال اول
۳	۲ سوال دوم
۳	۳ سوال سوم
۴	۴ سوال چهارم
۴	۵ سوال پنجم
۴	۶ سوال ششم
۴	۷ سوال هفتم
۴	۸ سوال هشتم

## ۱ سوال اول

ثابت کنید:

$$\int_{-\infty}^{\infty} e^{-(ax^2+bx+c)} dx = \sqrt{\frac{\pi}{a}} \exp\left(\frac{\Delta}{4a}\right) \quad (۱)$$

## ۲ سوال دوم

تابع چگالی احتمال انرژی مولکول‌ها در گاز ایده‌ال در دمای  $T$ :

$$f(E) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \frac{1}{(k_B T)^{3/2}} E^{1/2} \exp\left(-\frac{E}{k_B T}\right), \quad E \geq 0$$

الف) نرمالیزه بودن

$$\int_0^{\infty} f(E) dE = 1$$

ب) ممان اول (میانگین انرژی)

$$\langle E \rangle = \int_0^{\infty} E f(E) dE$$

پ) ممان دوم (میانگین مربع انرژی)

$$\langle E^2 \rangle = \int_0^{\infty} E^2 f(E) dE$$

ت) واریانس انرژی

$$\sigma_E^2 = \langle E^2 \rangle - \langle E \rangle^2$$

## ۳ سوال سوم

یک اتم هلیوم ( $m = 6.6465 \times 10^{-27}$  kg) به طور کشسان با یک اتم اکسیژن ( $m = 2.6560 \times 10^{-26}$  kg) که در حال سکون است، برخورد می‌کند. پس از برخورد، مشاهده می‌شود که اتم هلیوم با سرعت  $6.636 \times 10^6$  m/s در جهتی با زاویه  $84.7^\circ$  نسبت به جهت اولیه خود حرکت می‌کند. اتم اکسیژن در زاویه  $40.4^\circ$  حرکت می‌کند.

الف) سرعت اتم اکسیژن را پیدا کنید.

ب) سرعت اتم هلیوم را قبل از برخورد پیدا کنید.

**۴ سوال چهارم**

یک باتری  $4.15 \text{ V}$  به دو سر یک خازن صفحه‌موازی وصل شده است. تاباندن نور فرابنفش به صفحات باعث می‌شود که الکترون‌ها با سرعت  $1.76 \times 10^6 \text{ m/s}$  از صفحات گسیل شوند.

- الف) فرض کنید الکترون‌ها نزدیک مرکز صفحه منفی گسیل می‌شوند و عمود بر آن صفحه به سمت صفحه مقابل حرکت می‌کنند. سرعت الکترون‌ها را وقتی به صفحه مثبت می‌رسند، پیدا کنید.
- ب) فرض کنید در عوض الکترون‌ها عمود بر صفحه مثبت گسیل می‌شوند. سرعت آنها را وقتی به صفحه منفی می‌رسند، پیدا کنید.

**۵ سوال پنجم**

با مشتق‌گیری از عبارت توزیع انرژی ماکسول-بولتزمن، نشان دهید که قله توزیع در انرژی  $\frac{1}{2} K_B T$  رخ می‌دهد.

**۶ سوال ششم**

یک ظرف حاوی  $N$  مولکول گاز نیتروژن در دمای  $T = 280 \text{ K}$  است. تعداد مولکول‌هایی با انرژی جنبشی بین  $0.0300 \text{ eV}$  و  $0.0312 \text{ eV}$  را پیدا کنید.

**۷ سوال هفتم**

اتمی با جرم  $m_1 = m$  در جهت مثبت  $x$  با سرعت  $v_1 = v$  حرکت می‌کند. این اتم با اتمی به جرم  $m_2 = 2m$  که در جهت مثبت  $y$  با سرعت  $v_2 = 2v/3$  حرکت می‌کند، برخورد کرده و به آن می‌چسبد. سرعت حاصل و جهت حرکت ترکیب را پیدا کنید، و همچنین انرژی جنبشی تلف شده در این برخورد ناکشسان را بیابید.

**۸ سوال هشتم**

یک سیلندر گاز حاوی اتم‌های آرگون ( $m = 40.0u$ ) است. دما از  $293 \text{ K}$  ( $20^\circ \text{C}$ ) به  $373 \text{ K}$  ( $100^\circ \text{C}$ ) افزایش می‌یابد.

الف) تغییر انرژی جنبشی متوسط هر اتم چقدر است؟

ب) ظرف روی میزی در میدان گرانشی زمین قرار دارد. تغییر در ارتفاع عمودی ظرف را پیدا کنید که تغییر انرژی متوسط هر اتم برابر با مقدار به دست آمده در بخش الف تولید کند.

موفق باشید.