

## تمرین های سری پنجم

(۱) رابطه میان طول موج و بسامد در یک موج بر به صورت زیر است.

$$\lambda = \frac{c}{\sqrt{\nu^2 - \nu_0^2}}$$

سرعت گروه این امواج را تعیین کنید.

(۲)

می‌خواهیم باریکه‌ای از الکترونها را تا فاصله  $10^4 \text{ km}$  پرتاب کنیم. اگر پهنای اولیه بسته‌موج  $10^{-3} \text{ mm}$  باشد پهنایش پس از طی این فاصله چقدر می‌شود مشروط بر این که انرژی جنبشی آن (الف)  $13.6 \text{ eV}$  و (ب)  $100 \text{ MeV}$  باشد؟ [ احتیاط: رابطه بین انرژی جنبشی و اندازه حرکت همیشه  $K. E. = p^2/2m$  نیست! ]

(۳)

توزیع نمرات در کلاسی به شرح زیر است:

نمرات	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	۵۵	۶۰
تعداد دانشجو	۰	۶	۵	۲	۶	۳	۱۲	۱۴	۱۰	۷	۲	۳

(الف) هیستوگرام این توزیع را رسم کنید.

(ب) نمره میانگین کلاس را حساب کنید.

(ج) کمیت  $(\Delta g)^2 = (\langle g^2 \rangle - \langle g \rangle^2)$  را حساب کنید.

(۴) الف) برای امواج کشش سطحی در آب کم عمق، رابطه میان بسامد و طول موج عبارت است

از

$$\nu = \sqrt{\frac{2\pi T}{\rho\lambda^3}}$$

که در آن  $T$  کشش سطحی و  $\rho$  چگالی است. سرعت گروه این امواج را محاسبه کنید و

رابطه آن را با سرعت فاز، که با  $v_p = \nu\lambda$  تعریف می‌شود، به دست آورید.

ب) برای امواج گرانی (آب عمیق) ، این رابطه بصورت زیر است

$$v = \sqrt{\frac{g}{2\pi\lambda}}$$

سرعت گروه و سرعت فاز را تعیین کنید.

۵) الف) ثابت کنید اگر تابع موج حقیقی باشد آنگاه  $J=0$  است.

ب) اگر  $\psi(x) = p(x)e^{ip(x)/\hbar}$  آنگاه  $J(x)$  را بدست آورید.  $p(x), \rho(x)$  توابع حقیقی دلخواهند.

۶) با استفاده از اصل عدم قطعیت مقدار انرژی حالت پایه اتم هیدروژن را تخمین بزنید. (راهنمایی: مشابه مثال نوسانگر هماهنگ ساده حل شود.)

۷) برای تابع موج مقابل :  $\psi(x) = A \exp(-m\omega x^2/2\hbar)$

الف) ابتدا آن را بهنجار کنید.

ب) مقادیر چشمداشتی  $x, x^2, x^3, x^4$  را حساب کنید.

۸) تابع موج زیر را در نظر بگیرید.

$$\Psi(x) = A e^{-\alpha|x|}$$

ابتدا آن را بهنجار کنید و سپس تابع موج در فضای اندازه حرکت  $\phi(p)$  را بدست آورید.