

باسمه تعالی

آزمون شماره یک نجوم (جمع بندی ۲ الی ۸ مرداد)

زمان برگزاری : پنجشنبه ۷ مرداد

مدت آزمون : ۲۴۰ دقیقه

تعداد سوالات: ۱۱ سوال تشریحی

نام و نام خانوادگی :

المپیاد نجوم

انتخاب سوال و تایپ : امیررضا گیفانی

سنگی که طاقت تیشه خوردن ندارد تندیس زیبا نخواهد شد

سوالات

۱- (۲۵ نمره)

در چه فاصله ای از یک حباب روشنایی ۱۰۰ واتی ، شار تابناکی برابر روشنایی خورشید است ؟

۲- (۳۵ نمره)

نشان دهید قانون رایلی – جینز یک تقریب از تابع پلانک در حد $hc/kT \gg \lambda$ است.

۳- (۳۰ نمره)

نشان دهید که رابطه وین برای تابش جسم سیاه به طور مستقیم از رابطه پلانک در طول موج های کوتاه به دست می آید. (به فرمول برسید)

۴- (۴۰ نمره)

الف) رابطه ای با ساختار قانون وین به دست آورید اما این بار با متغیر فرکانس .

ب) حال با معادله ی به دست آمده $v(\max)$ را برای خورشید به دست آورید.

۵- (۲۵ نمره)

از تابع پلانک بر تمام طول موج ها انتگرال گیری کرده و رابطه ای برای تابندگی یک ستاره جسم سیاه به دست آورید.

۶- (۵۵ نمره)

یک فضانورد در یک سفینه فضایی تا α قنطوروس که از زمین ۴ سال نوری فاصله دارد ، با تندی $u/c=0.8$ سفر میکند.

الف) این سفر تا α قنطوروس چقدر طول میکشد ، اگر با ساعتی بر روی زمین اندازه گیری کنیم؟

ب) این سفر تا α قنطوروس چقدر طول میکشد ، اگر خلبان سفینه زمان را اندازه گیری کند ؟

ج) فاصله میان زمین و α قنطوروس چقدر است ، اگر خلبان سفینه اندازه گیری کند ؟

د) هر شش ماه یک علامت رادیویی از زمین به سفینه فرستاده میشود ، همان طور که توسط یک ساعت روی زمین اندازه گیری شده است ، بازه زمانی بین دریافت این علائم و دریافت علامت بعدی روی زمین چقدر است ؟

ه) هر شش ماه یک علامت رادیویی از سفینه به زمین فرستاده میشود ، همان طور که توسط یک ساعت که روی سفینه است ، اندازه گیری شده است . بازه زمانی بین دریافت این علائم و علامت بعدی چقدر است ؟

و) اگر طول موج علامت رادیویی ارسال شده از زمین $\lambda = 15\text{cm}$ باشد ، طول موجی که گیرنده سفینه باید اندازه گیری کند چقدر است ؟

۷- (۳۰ نمره)

عبارات کلی برای مولفه های سرعت پرتو نور که از چارچوب مرجع S اندازه گیری شده برابر است با

$$V(x) = c \sin \theta \cos \phi$$

$$V(y) = c \sin \theta \cos \phi$$

$$V(z) = c \cos \theta$$

که θ و ϕ مختصات زاویه ای در سیستم مختصات کروی هستند.

نشان دهید که

$$V = (v_x^2 + v_y^2 + v_z^2)^{0.5}$$

۸- (۴۰ نمره)

برخورد میان یک فوتون و یک پروتون که در ابتدا در حال سکون بوده اند ، را در نظر بگیرید .

الف) تغییر مشخصه در طول موج فوتون پراکنده شده بر حسب نانومتر چقدر است ؟

ب) در مقایسه با طول موج کامپتون ، λ_c ، چقدر است ؟

۹- (۴۵ نمره)

یک اتم تک الکترونی با Z پروتون در هسته است که تمام الکترون های خود را به جز یکی برای یونیدگی از دست داده است.

الف) با شروع از قانون کولن ، عبارتی برای شعاع پیدا کنید.

ب) با شروع از قانون کولن ، عبارتی برای انرژی مدار پیدا کنید.

ج) شعاع مدار حالت پایه ، انرژی حالت پایه ، و انرژی یونیدگی هلیوم یک بار یونیده شده را پیدا کنید .

۱۰- (۳۰ نمره)

یک کوتوله سفید یک ستاره چگال است ، با یون ها و الکترون هایی که بی نهایت به هم نزدیک هستند . هر الکترون ممکن است در محدوده ای به ابعاد $\Delta x = 1.5 \times 10^{-12}$ قرار داشته باشد . از اصل عدم قطعیت هایزنبرگ ، استفاده کنید و سرعت را تخمین بزنید .

۱۱- (۱۵ نمره)

نشان دهید که $hc = 1240 \text{ eV}$.

کف نمره: ۲۲۲ نمره

جمع نمرات دانش آموز :

کف درصد : ۶۰ درصد

درصد دانش آموز :

کل نمرات : ۳۷۰ نمره

(ثوابت و توضیحات لازم برای امتحان جمع بندی برنامه هفته اول)

۱. شار تابناکی خورشید = 1367 W

۲. قانون وین: $\lambda_{\text{max}} T = 2.9 \times 10^{-3}$

۳. هر الکترون ولت برابر است با $= 1.6 \times 10^{-19}$

۴. تابع پلانک: $i(\nu) d\nu = \frac{h\nu^3}{c^2} \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}$

۵. تابع پلانک: $B_{\lambda}(T) = \frac{\frac{2hc^2}{\lambda^5}}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1}$

۶. $h = 6.7 \times 10^{-34}$

۷. $\int \frac{u^3 du}{e^u - 1} = \frac{\pi^4}{15}$

۸. $\sigma = 5.7 \times 10^{-8}$

(ثوابت و توضیحات لازم برای امتحان جمع بندی برنامه هفته اول)

۱. شار تابناکی خورشید = 1367 W

۲. قانون وین: $\lambda_{\text{max}} T = 2.9 \times 10^{-3}$

۳. هر الکترون ولت برابر است با $= 1.6 \times 10^{-19}$

۴. تابع پلانک: $i(\nu) d\nu = \frac{h\nu^3}{c^2} \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}$

۵. تابع پلانک: $B_{\lambda}(T) = \frac{\frac{2hc^2}{\lambda^5}}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1}$

۶. $h = 6.7 \times 10^{-34}$

۷. $\int \frac{u^3 du}{e^u - 1} = \frac{\pi^4}{15}$

۸. $\sigma = 5.7 \times 10^{-8}$