دفترچه سؤالات مرحله اول

چهاردهمین المپیاد نجوم و اخترفیزیک

سال برگزاری	تعداد سؤالات	زمان پاسخ‌گویی
۱۳۹۶	۳۵	۱۸۵ دقیقه

توضیحات مهم

استفاده از ماشین‌حساب مجاز است.

۱. کد دفترچه‌ی سؤالات شما ۱ است. این کد را در محلّ مربوط روی پاسخ‌نامه با مداد پر کنید. در غیر این صورت پاسخ‌نامه‌ی شما تصحیح نخواهد شد. توجّه داشته باشید کد دفترچه‌ی سؤالات شما که در زیر هر یک از صفحه‌های این دفترچه نوشته شده است، با کد اصلی که در همین صفحه است، یکی باشد.

۲- بلافاصله پس از آغاز آزمون، تعداد سؤالات داخل دفترچه و وجود همه‌ی برگه‌های دفترچه‌ی سؤالات را بررسی نمایید. در صورت وجود هر گونه نقصی در دفترچه، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلّع کنید.

۳- یک برگ پاسخ‌نامه در اختیار شما قرار گرفته که مشخصات شما بر روی آن نوشته شده است. در صورت نادرست بودن آن، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطّلع کنید. ضمناً مشخصات خواسته شده در بالای پاسخ‌نامه را با مداد مشکی بنویسید.

۴- برگه‌ی پاسخ‌نامه را دستگاه تصحیح می‌کند، پس آن را تا نکنید و تمیز نگه دارید و به علاوه، پاسخ هر پرسش را با مداد مشکی نرم در محلّ مربوط علامت بزنید. لطفاً خانه‌ی مورد نظر را کاملاً سیاه کنید.

۵- در سؤال‌های چهار گزینه‌ای هر پاسخ درست ۳ نمره‌ی مثبت و هر پاسخ نادرست ۱ نمره‌ی منفی دارد. در مسأله‌های کوتاه هر پاسخ درست ۶ نمره‌ی مثبت و پاسخ نادرست نمره منفی ندارد.

۶- همراه داشتن هرگونه کتاب، جزوه، یادداشت، جدول تناوبی عناصر و لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه، ماشین‌حساب و لپ‌تاپ ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتّی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد، تقلّب محسوب خواهد شد.

۷- شرکت‌کنندگان در دوره‌ی تابستانی از بین دانش‌آموزان پایه‌ی دهم و یازدهم انتخاب می‌شوند.

۸- داوطلبان نمی‌توانند دفترچه‌ی سؤالات را با خود ببرند. (دفترچه باید همراه پاسخ‌نامه تحویل داده شود.)

ثوابت فیزیکی و نجومی

$۶/۶۷\times۱۰^{-۱۱}$	$N\,m^{۲}\,kg^{-۲}$	ثابت جهانی گرانش	G
$۵/۶۷\times۱۰^{-۸}$	$W\,m^{-۲}\,K^{-۴}$	ثابت استفان- بولتزمن	σ
$۷/۵۶\times۱۰^{-۱۶}$	$J\,m^{-۳}\,K^{-۴}$	ثابت تابش	$a = ۴\sigma / c$
$۱/۳۸\times۱۰^{-۲۳}$	$J\,K^{-۱}$	ثابت بولتزمن	k_B
$۶/۶۳\times۱۰^{-۳۴}$	J.s	ثابت پلانک	h
$۱/۶۰\times۱۰^{-۱۹}$	C	بار الکترون	e
$۹/۱\times۱۰^{-۳۱}$	kg	جرم الکترون	m_e
$۱/۶۷\times۱۰^{-۲۷}$	kg	جرم اتم هیدروژن	m_H
$۳/۰۰\times۱۰^{۸}$	m / s	سرعت نور	c
$۳/۰۹\times۱۰^{۱۶}$	m	پارسک	pc
$۱/۵۰\times۱۰^{۱۱}$	m	واحد نجومی	$r_{earth} = AU$
$۹/۴۶\times۱۰^{۱۵}$	m	سال نوری	Ly
$۶/۹۶\times۱۰^{۸}$	m	شعاع خورشید	R_{sun}
$۱/۹۹\times۱۰^{۳۰}$	kg	جرم خورشید	M_{sun}
$۶/۳۸\times۱۰^{۶}$	m	شعاع زمین	R_{earth}
۰/۰۰۷		ضریب کارآیی همجوشی هیدروژن	ε
۵۰	AU	شعاع منظومه شمسی	$R_{solarssys}$
۱۵	kpc	شعاع کهکشان راه شیری	R_{Gal}
۵۰	kpc	فاصلهٔ ابر ماژلانی بزرگ	R_{LMC}
۶۰	kpc	فاصلهٔ ابر ماژلانی کوچک	R_{SMC}
۰/۰۷		ضریب بازتاب سطح ماه	A_{moon}
۲۰	Mpc	فاصلهٔ خوشه کهکشانی سنبله	$r_{virgo-Clustr}$
۴	Gpc	ابعاد کیهان	D_{cosmos}
۱۳/۶	Gyr	عمر عالم	T_{cosmos}
۶۸	(km / s) / Mpc	ثابت هابل	$H_۰$
$۱/۳۷\times۱۰^{۳}$	$Wm^{-۲}$	ثابت خورشیدی	f_{sun}
$۳/۸۵\times۱۰^{۲۶}$	W	درخشندگی خورشید	L_{sun}
۴/۷۲		قدر مطلق خورشید	M_{sun}
-۲۶/۷		قدر ظاهری خورشید	m_{sun}
۲۳/۴۵	Degree	زاویه تمایل محور دوران زمین	
−۱۲/۷۴		قدر ظاهری ماه بدر	m_{moon}
۳۳/۶۷° N, ۵۱/۳۲° E	Degree	مختصات جغرافیایی شهر زنجان	λ, β_{Tehran}
۱۷۳۷	km	شعاع ماه	R_{moon}
$۳/۸\times۱۰^{۸}$	m	طول موج خط اچ آلفا	r_{moon}

محاسبات و نکته‌های مهم

۱- طول پویش آزاد میانگین یک فوتون در فضای خالی میان ستاره‌ای ناشی از غبار میان ستاره‌ای ۳۰۰۰ سال نوری است. اگر شعاع غبارهای موجود $۱۰^{-۵}$ سانتی‌متر باشد، تعداد این غبارها در حجمی به ابعاد تقریبی یک استادیوم فوتبال $(۱۰۰\text{m})^۳$ چقدر است؟

۱) ۱۰۰ ۲) ۱ ۳) ۰٫۰۱ ۴) ۱۰۰۰۰

۲- اگر شار انرژی دریافتی از خوشه‌های ستاره‌ای مختلفی را از آسمان برحسب مجذور اندازه زاویه‌ای آن‌ها رسم کنیم چنین شکلی به وجود خواهد آمد. کدام گزینه توصیف بهتری برای این پدیده است؟

۱) خوشه‌های ستاره‌ای دورتر بزرگترند.

۲) خوشه‌های ستاره‌ای نزدیک‌تر بزرگترند.

۳) خاموشی بین ستاره‌ای باعث کم فروغ شدن ستاره‌های دورتر می‌شود.

۴) خاموشی بین ستاره‌ای باعث کم فروغ شدن ستاره‌های نزدیک‌تر می‌شود.

۳- ابرهای هیدروژن خنثی، ابرهای HI، توسط تابش ناشی از بازگشت اسپین الکترون‌ها قابل مشاهده هستند. مقدار انرژی آزاد شده از بازگشت اسپین الکترون‌ها در این ابرها حدوداً چند الکترون ولت و دمای متناظر آن‌ها حدوداً چند کلوین است؟

۱) $۱۰^{-۷}$ و $۱۰^{-۳}$ ۲) $۱۰^{-۵}$ و $۱۰^{-۱}$ ۳) $۱۰^{-۳}$ و $۱۰^{۱}$ ۴) $۱۰^{-۱}$ و $۱۰^{۳}$

۴- نزدیک‌ترین و دورترین ستاره‌های صورت فلکی دب اکبر با قطب شمال سماوی زوایای ۲۰° و ۶۰° را می‌سازند. در طول ۱٫۵ روز نجومی چند درصد از آسمان توسط این صورت فلکی جاروب می‌شود؟

۱) ۴۴ ۲) ۳۳ ۳) ۱۱ ۴) ۲۲

۵- ناظر ۱ در طول جغرافیایی $۹۹٫۶^\circ\text{E}$ و روی خط استوا یک ماهوارهٔ زمین ثابت (geostationary) را در زاویه ۹۰° در جهت غرب، مشاهده می‌کند. ناظر ۲ ماهواره را در نصف‌النهار خود می‌بینند. طول جغرافیایی ناظر ۲ چقدر است؟

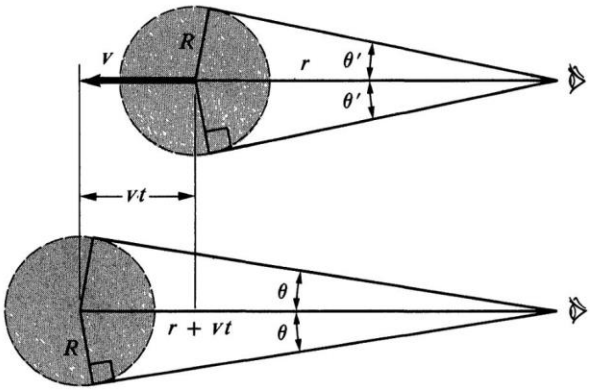
۱) ۱۸٫۳ ۲) ۱۸۰٫۹ ۳) ۹۰٫۹ ۴) ۱۰۸٫۳

محاسبات و نکته‌های مهم

۶- در روز برگزاری آزمون و در زمان ظهر شرعی طول سایه یک میله یک متری در این شهر حدوداً چند سانتی‌متر خواهد بود؟

۱) ۳۰ ۲) ۷۴ ۳) ۱۵۲ ۴) ۱۰۰

۷- می‌توان خوشه‌های باز را با استفاده از رصد و آسترومتری فاصله‌یابی کرد. خوشهٔ بازی به قطری در حدود ۱ پارسک را درنظر بگیرید. فاصله زمانی‌های بین دو رصد ۱۰ سال است. سرعت خوشه‌های ستاره‌ای ۲۰۰ کیلومتر بر ثانیه و دقت زاویه‌ای در رصد حدود ۰٫۰۰۱ ثانیه قوسی است. حداکثر فاصله چنین خوشهٔ بازی که می‌توان از این روش فاصله‌یابی کرد، چند کیلوپارسک است؟



۱) ۲

۲) ۱

۳) ۳

۴) ۴

۸- بارلو قطعه‌ای بسیار مفید در ادوات مورد استفاده منجمان آماتور است. کدام گزینه در مورد عملکرد بارلو در یک تلسکوپ آماتوری گزینه مناسب‌تری است؟

۱) بارلو در تلسکوپ‌های شکستی و بازتابی استفاده می‌شود.

۲) بارلو قبل از عدسی چشمی قرار می‌گیرد.

۳) بخش اصلی یک بارلو یک عدسی مقعر است.

۴) همه موارد فوق درست است.

۹- کدامیک از عبارت‌های زیر نادرست است؟

۱) اختلاف منظر، جابجایی اجرام نزدیک به دلیل حرکت زمین به دور خورشید است که برای فاصله‌سنجی‌های کیهانی قابل استفاده نیست.

۲) روشنایی ظاهری سطحی، مقدار شار انرژی است که ناظری روی سطح زمین از واحد زاویه فضایی یک جرم آسمانی دریافت می‌کند و مستقل از فاصله است.

۳) انتقال دویلری، جابجایی زاویه‌ای ستاره ناشی از حرکت آن در آسمان است.

۴) به سبب پراکندگی نور توسط مواد میان ستاره‌ای رنگ اجرام آسمانی از دید ناظر زمینی همواره قرمزتر دیده می‌شود.

محاسبات و نکته‌های مهم

۱۰- یک پرتو سفید با زاویه θ_1 به سطح یک شیشه می‌تابد. اگر ضریب شکست شیشه در مرکز طیف مرئی $(\lambda_0 = 550nm)$ برابر n_0 و در دو حد آبی و قرمز به ترتیب n_B و n_R باشد، مقدار پهن‌شدگی طیفی پرتو نفوذکننده به داخل شیشه چقدر خواهد بود؟ یک فرض ساده کننده: فرض کنید که تغییرات ضریب شکست برحسب طول موج خطی است.

$$\Delta n = |n_O - n_B| = |n_O - n_R|$$

۱) $\Delta\theta = \frac{\Delta_n}{n_O} \frac{\sin\theta_1}{\sqrt{n_0^2 - \sin^2\theta_1}}$

۲) $\Delta\theta = \frac{2\Delta_n}{n_O} \frac{\sin\theta_1}{\sqrt{n_0^2 - \sin^2\theta_1}}$

۳) $\Delta\theta = \frac{\Delta_n}{n_O} \frac{\cos\theta_1}{\sqrt{n_0^2 - \sin^2\theta_1}}$

۴) $\Delta\theta = \frac{2\Delta_n}{n_O} \frac{\cos\theta_1}{\sqrt{n_0^2 - \sin^2\theta_1}}$

۱۱- در مدل اتم بور طول موج خط H_α (انتقال از تراز ۳ به ۲) برابر $\lambda_\alpha = 656nm$ است. طول موج خط H_y (انتقال از تراز ۵ به ۲) چند نانومتر است؟

۱) ۴۳۴ ۲) ۹۹۲ ۳) ۵۰۰ ۴) ۸۱۲

۱۲- فرض کنید یک کهکشان به صورت یک جسم صلب و با سرعت زاویه‌ای ω حول مرکز کهکشان (نقطه O) دوران می‌کند. ناظری که در فاصله r_1 از مرکز کهکشان قرار گرفته، ستاره دیگری که در فاصله r_2 (از مرکز کهکشان) قرار گرفته را مشاهده می‌کند. امتداد $r_1 - O$ با $r_2 - O$ زاویه ۹۰ درجه می‌سازد. مقدار انتقال طیفی مشاهده شده توسط ناظر چقدر است. هر دو ستاره روی صفحه کهکشان هستند.

۱) ۰ ۲) $\Delta\theta = \frac{\omega\sqrt{r_1^2 + r_2^2}}{c}$ ۳) $\Delta\theta = \frac{\omega(r_2^2 - r_1^2)}{c\sqrt{r_2^2 + r_1^2}}$ ۴) هیچ‌کدام

۱۳- یکی از عواملی که باعث شتاب‌دهی ذرات باردار پرتوهای کیهانی می‌شود، برخورد آن‌ها به ابرهای پلاسمایی در حال حرکت است. اگر این عمل به دفعات بین دو ابری که به هم نزدیک می‌شوند رخ دهد شرایط بسیار مناسبی برای شتاب‌دهی ذرات به وجود می‌آید.

حال این مسئله را به صورت یک مدل ساده درنظر می‌گیریم.

گلوله‌ای به جرم m از ارتفاع h از سطح زمین رها می‌شود. همزمان یک آسانسور به جرم M (خیلی بزرگتر از جرم m) از سطح زمین و با سرعت V به سمت بالا شروع به حرکت می‌کند. سرعت گلوله بلافاصله پس از برخورد به آسانسور در جهت بالا چقدر است؟

۱) $V[\sqrt{1 + \frac{2gh}{V^2}} - 1]$ ۲) $V[\sqrt{1 + \frac{2gh}{V^2}} + 1]$ ۳) $\sqrt{2gh(1 + \frac{V^2}{gh})}$ ۴) $\sqrt{2gh(1 + \frac{gh}{V^2})}$

محاسبات و نکته‌های مهم

۱۴- سیاره‌ای به دور ستاره مادر خود با بیشینه تابشی در طول موج $\lambda = ۶۵۱nm$ در یک مدار دایروی می‌چرخد. شعاع ستاره ۰٫۷۵ شعاع خورشید است ($R_{\bullet} = ۰٫۷۵\ R_{sun}$). در هنگام گذر کامل سیاره، قدر ستاره مادر به اندازه $\Delta m = ۰٫۲۵ \times ۱۰^{-۳}$ تغییر می‌کند. شعاع سیاره برحسب شعاع ستاره مرکزی چقدر است؟

۱) ۰٫۰۵ ۲) ۰٫۰۱ ۳) ۰٫۰۰۵ ۴) اطلاعات ناکافیست

۱۵- سیاره‌ای به دور ستاره مادر خود با بیشینه تابشی در طول موج $\lambda = ۶۵۱nm$ در یک مدار دایروی می‌چرخد. شعاع ستاره ۰٫۷۵ شعاع خورشید است ($R_{\bullet} = ۰٫۷۵\ R_{sun}$). در هنگام گذر کامل سیاره، قدر ستاره مادر به اندازه $\Delta m = ۰٫۲۵ \times ۱۰^{-۳}$ تغییر می‌کند. دوره تناوب سیاره به دور ستاره مادر ۲۰۵ روز است. براساس داده‌های طیفی نیز درمی‌یابیم که سیاره بدون جو بوده و با ستاره مرکزی همزمان نشده است. اگر ضریب آلبدوی سیاره $A = ۰٫۳$ باشد، دمای تعادل سیاره چند کلوین است؟

۱) ۱۱۰ ۲) ۳۱۵ ۳) ۵۱۰ ۴) ۲۱۸

۱۶- کدام عبارت زیر درست است؟

۱) امواج گرانشی که اخیراً در آزمایش لایگو (LIGO) مشاهده شدند، تأییدی بر نظریه وجود ماده تاریک است.

۲) سرعت بیش از انتظار کهکشان‌ها در خوشه‌های کهکشانی یکی از شواهد وجود انرژی تاریک در کیهان است.

۳) برطبق مدل استاندارد کیهان‌شناسی پس از آزاد شدن فوتون‌ها از ذرات ماده در ۳۰۰,۰۰۰ پس از مهبانگ، انبساط کیهان وارد فاز تند شونده شده است.

۴) سرعت بیش از انتظار ستاره‌ها در بیشتر کهکشان‌ها یکی از شواهد جدی مبنی بر وجود ماده تاریک یا نقض قانون گرانش انشتین است.

۱۷- کدام عبارت زیر نادرست است؟

۱) طول عمر ستاره‌ها در رشته اصلی تقریباً ۱۰ برابر طول عمر آن‌ها خارج از رشته اصلی است.

۲) طول عمر ستاره‌ها در رشته اصلی به فلزیت آن‌ها بستگی دارد.

۳) طول عمر ستاره‌ها در رشته اصلی به شدت به جرم آن‌ها بستگی دارد.

۴) علت اصلی خروج ستاره‌ها از رشته اصلی وارد شدن گاز درون هسته ستاره به فاز کوانتومی است.

محاسبات و نکته‌های مهم

۱۸- از ناحیه مرکزی کهکشان و موقعیت ستاره‌ها تصویری تهیه شده است. ابعاد تصویر مربعی به ضلع ۱۰ ثانیه قوسی است که حدوداً ۱۰۰ ستاره در آن قابل مشاهده است. به دلایل نامعلومی این ستاره‌ها با سرعت‌های بسیار بالا و در حدود ۸۰۰ کیلومتر بر ثانیه در حال حرکت در جهت‌های مختلف هستند. حداکثر چند سال بعد باید تصویر دیگری از این موقعیت تهیه کنیم تا جابجایی ستاره‌ها در این مدت کمتر از فاصله متوسط فعلی آن‌ها باشد؟

۱) ۱ ۲) ۳۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۱۰

۱۹- یک ستاره متغیر از نوع RR شلیاقی دوره تناوب درخشندگی ۱۲ ساعته و بازه تغییرات $\Delta_m = ۰/۵$ دارد. دمای ستاره در بیشینه و کمینه درخشندگی به ترتیب T_{max} و T_{min} است که $T_{max} / T_{min} = ۱/۲$. ضمناً قرمزگرایی (یا آبی‌گرایی) در طول تپش ستاره تقریباً ثابت و برابر $z = ۲/۷ \times ۱۰^{-۵}$ است. R_{max} و R_{min} را در بیشینه و کمینه درخشندگی ستاره به دست آورید.

۱) $R_{max} = ۱/۷۵\ R_{sun}$, $R_{min} = ۲/۰۰\ R_{sun}$

۲) $R_{max} = ۲/۰۰\ R_{sun}$, $R_{min} = ۱/۵۰ R_{sun}$

۳) $R_{max} = ۱/۵۰\ R_{sun}$, $R_{min} = ۱/۷۵\ R_{sun}$

۴) $R_{max} = ۱/۵۰\ R_{sun}$, $R_{min} = ۲/۰۰\ R_{sun}$

۲۰- در یک مساحی ستاره‌ای کشف شد که یک حلقه در حال گسترش در اطراف آن قابل مشاهده بود. این حلقه یک بیضی با نیم محور بزرگ $\theta_a = ۰/۸۰''$ و نیم محور کوچک $\theta_b = ۰/۵۷''$ است. همچنین مشاهده شده است که درخشندگی ستاره به شکل کاملاً نامنظمی تغییر می‌کند. ولی تغییرات کاملاً مشابهی (با یک تغییر زمانی) دقیقاً در درخشندگی حلقه اطراف ستاره نیز مشاهده می‌شود. بیشینه تأخیر مشاهده شده به مدت ۴۰۰ دقیقه بوده است. فرض کنید تغییرات درخشندگی حلقه نتیجه تغییرات درخشندگی ستاره است (یعنی در اثر برخورد نور ستاره با ذرات حلقه است). فاصله ستاره از زمین برحسب پارسک چقدر است؟

۱) ۸۵ ۲) ۱۱۵ ۳) ۳۵ ۴) ۶۵

۲۱- استوانه‌ای توپر به طول بی‌نهایت طویل و به شعاع R درای جرم واحد طول μ است. اندازه میدان گرانشی در $r\ (r > R)$ چقدر است؟

۱) $۲G\mu / r$ ۲) $۲G\mu r / R^۲$ ۳) $۲G\mu R / r^۲$ ۴) $G\mu / r$

محاسبات و نکته‌های مهم

۲۲- تعداد برگ‌های درختان روی کره زمین به کدام عدد نزدیک‌تر است؟

۱) $۱۰^{۹}$ ۲) $۱۰^{۱۵}$ ۳) $۱۰^{۲۱}$ ۴) $۱۰^{۲۷}$

۲۳- یکی از منابع تولید امواج گرانشی ادغام دو سیاهچاله است. دو سیاهچاله که تشکیل یک دوتایی داده‌اند، در اثر انتشار امواج گرانشی شعاع چرخش آن‌ها به مرور کاهش می‌یابد تا نهایتاً ادغام می‌شوند. دو سیاهچاله به جرم‌های ۲۰ برابر جرم خورشید را درنظر بگیرید. که در فاصله اولیه یک واحد نجومی از یکدیگر قرار گفته‌اند و نهایتاً ادغام (به هم مماس می‌شوند) می‌شوند. مقدار انرژی تابش شده در اثر امواج گرانشی چند ژول است؟

۱) $۱۰^{۳۵}$ ۲) $۱۰^{۴۰}$ ۳) $۱۰^{۴۴}$ ۴) $۱۰^{۴۸}$

۲۴- وقتی با چشم غیرمسطح به آسمان می‌نگریم، کم نورترین جرمی که می‌بینیم شاری به اندازهٔ $f_{lim} = ۱۰^{-۱۱}\,Jcm^{-۲}s^{-۱}$ دارد. با فرض این‌که همه ستاره‌های آسمان مشابه خورشید باشند و حدوداً ۵۰۰۰ ستاره را بتوان با چشم غیرمسلح مشاهده کرد، چگالی عددی ستاره‌های اطراف ما برحسب ستاره بر پارسک مکعب به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟

۱) ۱ ۲) $۱۰^{-۱}$ ۳) $۱۰^{-۲}$ ۴) ۱۰

۲۵- انرژی یونیزاسیون (I) برخی از عناصر در جدول زیر داده شده است.

H(eV)	He I (eV)	Ca I (eV)
۱۳٫۶	۲۴٫۶	۶٫۱

$$T_{ion} \sim ۱۱۶۰۰\,(\frac{I}{۱۰eV})\,K$$

به‌عنوان یک تقریب، یونیزاسیون‌ها در سطح یک ستاره برحسب کلوین (K) در دمایی رخ می‌دهد که با رابطه فوق داده می‌شود. خطوط جذبی مربوط به هر کدام از یونیزاسیون‌ها زمانی بیشترین ضخامت را پیدا می‌کند که دمای سطح ستاره به T_{ion} می‌رسد. کدامیک از گزینه‌های زیر درست است؟

۱) در دمای تقریبی ۲۸۰۰۰ کلوین خط جذبی He I بیشترین کسر یونیزاسیون را دارد.

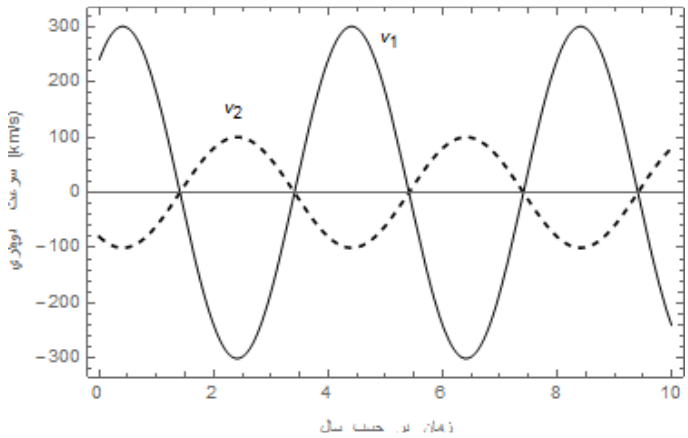
۲) در دمای کمتر از ۱۰۰۰۰ کلوین خط جذبی He I اصلا دیده نخواهد شد.

۳) بیشینه خط جذبی Ca I در دمای ۳۸۰۰ کلوین رخ می‌دهد.

۴) در دمای بیش از ۱۰۰۰۰ کلوین فقط خطوط جذبی Ca I، He I و H وجود دارد.

محاسبات و نکته‌های مهم

۲۶- منحنی سرعت دو مؤلفه یک دو تایی که با استفاده از روش طیف‌سنجی به دست آمده مطابق شکل روبه‌رو است. این دوتایی به صورت لبه نما دیده می‌شود (زاویه تمایل مداری ۹۰ درجه دارند). جرم دو ستاره به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟



۱) $M_1 = ۶/۹\ M_{sun}$, $M_2 = ۱۹/۸\ M_{sun}$

۲) $M_1 = ۰/۶۹\ M_{sun}$, $M_2 = ۱/۹۸\ M_{sun}$

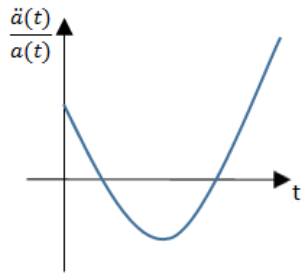
۳) $M_1 = ۱۹/۸\ M_{sun}$, $M_2 = ۶/۹\ M_{sun}$

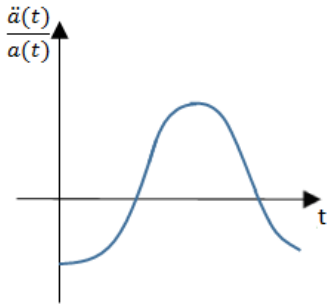
۴) $M_1 = ۱/۹۸\ M_{sun}$, $M_2 = ۰/۶۹\ M_{sun}$

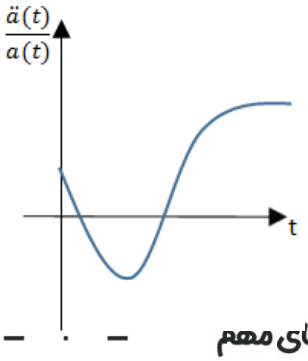
۲۷- گازهای اطراف یک سیاه‌چاله، می‌توانند در اثر جاذبه شدید سیاه‌چاله به داخل آن فرو روند. در اثر این برافزایش گاز فوق گرم شده و تابش X خواهد داشت. مقیاس زمانی شار دریافتی تابش X از مرتبه دوره تناوب مداری گاز به دور سیاه‌چاله است. برای سیاه‌چاله‌ای با جرم $M_{bh} = ۱۰ M_{sun}$ کمترین بازه زمانی شار تابش X به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟

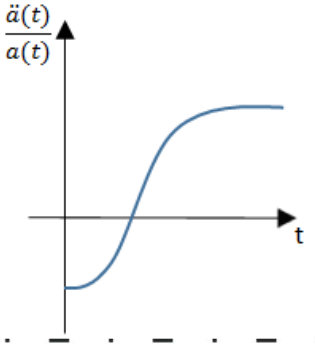
۱) ثانیه ۲) دقیقه ۳) میکروثانیه ۴) میلی‌ثانیه

۲۸- در مدل استاندارد کیهان‌شناسی تخت، در مقیاس کیهانی تمام فاصله‌ها با فاکتور مقیاس، a(t) با زمان منبسط می‌شوند. تحول زمانی شتاب $\ddot{a}(t)$ به صورت کاملاً شماتیک از زمان‌های بسیار نزدیک به مهبانگ تا زمان حال با کدام نمودار سازگارتر است؟

۱)


۲)


۳)


۴)


محاسبات و نکته‌های مهم

۲۹- برطبق قضیه ویریال اگر یک ستاره بدون هر گونه واکنش هسته‌ای منقبض شود، انرژی گرمایی آن چگونه تغییر می‌کند؟

۱) به اندازه دو برابر میزان تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی، افزایش می‌یابد.

۲) به اندازه دو برابر میزان تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی، افزایش می‌یابد.

۳) به اندازه نصف میزان تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی کاهش می‌یابد.

۴) به اندازه نصف میزان تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی افزایش می‌یابد.

۳۰- یک هسته فعال کهکشانی (AGN) دارای یک درخشندگی پرتو X با شدت $L_X = ۴٫۲۶ \times ۱۰^{۳۵}\ w$ است. فرض کنید تابش پرتو X این هسته فعال ٪۳۰ تابش بولومتریک آن باشد. این هسته فعال با چه کسری از تابش ادینگتون تابش می‌کند؟ تابش ادینگتون را برای این سیستم $L_{edd} = ۱٫۷۸ \times ۱۰^{۳۷}\ w$ درنظر بگیرید.

۱) ۰٫۰۸ ۲) ۰٫۸ ۳) ۰٫۰۱۴ ۴) ۰٫۱۴

۳۱- نزدیک‌ترین ناحیه ستاره‌زایی در فاصله ۵۰ پارسکی از ما قرار دارد. در این ناحیه سیاره‌ای مشتری‌گون به شعاع $R=۷۰۰۰۰km$ به دور ستاره‌ای شبیه خورشید در مداری دایره‌ای به شعاع ۵ واحد نجومی در حال چرخش است. ضریب بازتاب سیاره را ٪۱۰۰ فرض کنید. در اثر انعکاس نور ستاره توسط سیاره، قادر به مشاهدهٔ سیاره خواهیم بود. تفاوت قدر ظاهری سیاره در بیشترین درخشندگی خود، و ستاره مادر از دید ناظر زمینی به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟

۱) ۲۲ ۲) ۲۰ ۳) ۱۸ ۴) ۱۶

۳۲- یک ستاره که توسط ناظری در حال رویت است، به سرعت پشت یک قله دور ناپدید می‌شود. این مشاهده را می‌توان در کوه‌ها دید. همین پدیده را در یک سطح هموار در صورت وجود ساختمان بلند و به اندازه کافی دور نیز می‌توان مشاهده کرد. شخص ناظر بایستی با سرعت چند متر بر ثانیه بدود تا ستاره را در همان فاصله زاویه‌ای از کوه که در ابتدا مشاهده کرده بود، ببیند؟ فرض کنید فاصله بین ناظر و قله کوه ۱۰ کیلومتر است و این مشاهده در قطب صورت گرفته است. (سرعت برحسب متر بر ثانیه است)

۱) ۷ ۲) ۱٫۴ ۳) ۱۴ ۴) هیچ‌کدام

محاسبات و نکته‌های مهم

۳۳- معمولاً یکی از مشکلاتی که رصدگران با آن مواجه هستند، وجود یک ماه پر نور در آسمان است. ولی معمولاً هماهنگی این که برنامه رصد دقیقاً در شب‌های بدون ماه رخ دهد، کار سختی است. فرض کنید که شبی که شما برای رصد انتخاب کرده‌اید شب هشتم ماه قمری و در دی‌ماه است. می‌خواهیم ببینیم حدوداً چه زمانی رصد ستارگان را آغاز کنیم که ماه تقریباً در آن بازه در آسمان نباشد؟

۱) ۱۹:۰۰ ۲) ۲۲:۰۰ ۳) ۲:۰۰ بامداد ۴) ۴:۰۰ بامداد

۳۴- زمانی‌که در یک شب مهتابی (ماه کامل) به طبیعت می‌رویم مشاهده می‌کنیم که در مناطق دور از شهر، ماه بسیار درخشان است به طوری‌که می‌توانیم سایه خود را به خوبی مشاهده کنیم و اگر مدتی را در زیر نور ماه سپری کنیم چشممان عادت کرده و حتی می‌توانیم یک متن عادی را زیر نور ماه بخوانیم. حال می‌خواهیم ببینیم که نور ماه با یک لامپ ال-ای-دی سفید رنگ ۱۰ واتی، در چه فاصله‌ای معادل است. فاصله فوق را برحسب متر بیان کنید. تقریباً ضریب کارایی لامپ ۱۰۰٪ است.

۱) ۲۷۰ ۲) ۹۰ ۳) ۳۰ ۴) ۱۰

۳۵- یکی از کارهایی که برای منجمان آماتور بسیار جذاب است، ترسیم نقشه آنالمای منطقه است. نقشه آنالما، مکان هندسی نقاط سایه یک جسم گلوله‌ای شکل است که رأس ساعت ۱۲:۰۰ ظهر روی سطح زمین ترسیم می‌شود. این مکان هندسی، به مکان ناظر وابسته است. بنابراین هر منطقه، آنالمای مخصوص خود را دارد. برای این کار لازم است که یک شاخص عمودی به طول ۱ متر، که در انتهای آن یک گوی قرار گرفته، تهیه کنید. سپس هر روز و رأس ساعت ۱۲:۰۰ رفته و جای سایهٔ شاخص را روی سطح تختی که سایه روی آن می‌افتد علامت بزنید. پس از یک سال می‌بینید که شکلی شبیه 8 انگلیسی به‌دست می‌آید. حال برای این‌که در علامت‌گذاری‌ها دقت بیشتری داشته باشیم لازم است که حتماً گوی مورد استفاده یک منطقهٔ سایه کامل تشکیل دهد (چون اگر اندازه گوی از یک مقدار مشخص کمتر شود، گوی سایه نخواهد داشت و فقط نیمسایه تشکیل می‌شود). حال برای ترسیم آنالمای شهر زنجان قطر گوی را چند سانتی‌متر انتخاب کنیم تا در تمام روزهای سال سایه مربوطه را داشته باشیم (قطر برحسب سانتی‌متر).

۱) ۰٫۵ ۲) ۶ ۳) ۴ ۴) ۲

محاسبات و نکته‌های مهم

- **آشنایی و برنامه‌ریزی المپیادهای علمی**
- **اطلاع‌رسانی تمام اخبار المپیادی کشور**
- **مشاوره و کلاس‌های آنلاین**
- **آزمون‌های آنلاین المپیاد**
- **معرفی منابع و فروشگاه کتاب آنلاین**

برای دریافت، تصویر بالا را اسکن یا
"المپیاد آیریسک" را جستجو کنید.