یاحقّ...
المپیادی شدن رؤیا نیست
از اول تا آخرش باهاتیم

آیریسک
کانون دانش‌پژوهان ایران

دفترچه سؤالات مرحله اول

سیزدهمین المپیاد نجوم و اخترفیزیک

سال برگزاری	تعداد سؤالات	زمان پاسخ‌گویی
۱۳۹۵	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

سؤالات مرحله اول المپیاد نجوم و اختر فیزیک سال ۱۳۹۵

۱- فردی را درنظر بگیرید که در مسابقات پرش طول که در قطب شمال زمین برگزار شده است توانسته است حداکثر d متر به جلو بپرد. این شخص در استوا و با همان توان قبلی حداکثر چند متر می‌تواند به جلو بپرد؟ شتاب در قطب شمال را ۱۰ متر بر مجذور ثانیه و شعاع زمین را در استوا ۶۴۰۰ کیلومتر در نظر بگیرید. فرض کنید که جهت پرش در استوا از شمال به جنوب باشد. از مقاومت هوا و تغییرات شعاع زمین در قطب و استوا صرف‌نظر کنید.

۱) d　　۲) ۱٫۰۰۱۵ d　　۳) ۰٫۹۹۸۵ d　　۴) ۱٫۰۵۱ d

۲- در جدول زیر مقادیر قدر ظاهری یک ابونواختر در طول یک انفجار ابرنواختری داده شده است.

قدر (mag)	۱۹٫۵	۱۷٫۵	۱۶٫۵	۱۵٫۹	۱۶٫۴	۱۶٫۹	۱۷٫۵	۱۸٫۱	۱۸٫۵
زمان (روز)	-۱۵	-۱۰	-۵	۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵

با توجه به این‌که قدر مطلق این ابونواختر در لحظهٔ بیشینهٔ درخشندگی تقریباً برابر است با $M=-۱۹٫۴$، مقدار ثابت هابل برحسب کیلومتر بر ثانیه بر مگاپارسک $(\frac{km/s}{mpc})$ به کدام گزینه نزدیک‌تر است. قرمزگرایی این ابرنواختر $z=۰٫۰۱$ است.

۱) ۲۵　　۲) ۵۰　　۳) ۷۵　　۴) ۱۰۰

۳- ٪۷۵ از سطح یک سیارهٔ فراخورشیدی از اقیانوسی با آلبدوی ۰٫۱ و مابقی به صورت مناطق خشکی با آلبدوی ۰٫۵ پوشیده شده است. ناحیهٔ خشکی به‌صورت یک قاره است که در نیمکرهٔ شمالی و از قطب شمال تا استوای سیاره توزیع شده است. سیاره به دور محور قطبی خود در حال دوران است. برای ناظری که در دور دست قرار دارد و خط دیدش عمود بر محور دوران سیاره است کدام گزینه صحیح است.

۱) آلبدوی این سیاره با گذشت زمان بین ۰٫۱ و ۰٫۵ تغییر می‌کند.　　۲) مقدار متوسط آلبدوی این سیاره برابر است با ۰٫۳

۳) آلبدوی این سیاره بین ۰٫۱ و ۰٫۳ تغییر می‌کند.　　۴) مقدار متوسط آلبدوی این سیاره برابر است با ۰٫۲۵

۴- به فاصله‌ای از اطراف یک ستاره که در آن آب به صورت مایع می‌تواند وجود داشته باشد ناحیهٔ (Habitable Zone) قابل زیست گفته می‌شود. ستاره‌ای به جرم ۵ جرم خورشیدی را درنظر بگیرید؛ با فرض وجود سیاره‌ای در اطراف آن، ضخامت ناحیهٔ قابل زیست برحسب واحد نجومی (AU) به کدام گزینه نزدیک‌تر است. فرض کنید آلبدوی سیارات برابر $A=۰٫۱$ باشد. رابطهٔ جرم- درخشندگی ستارگان را به‌صورت $L=M^{۳٫۵}$ را درنظر بگیرید.

۱) ۳٫۲　　۲) ۵٫۹　　۳) ۶٫۹　　۴) ۳٫۷

محاسبات و نکته‌های مهم

۵- با پیشرفت فناوری و اختراع CCD و دوربین‌های دیجیتال در قرن بیستم، تعداد زیادی از محققان علاقه‌مند به بررسی دقیق‌تر چشم انسان شده‌اند. قطر مردمک چشم در روز حدوداً ۲٫۵ میلی‌متر و میدان دید آن نیز حدوداً ۱۲۰ درجه است. اگر چشم انسان را یک CCD فرض کنیم، این CCD بیولوژیکی چند مگاپیکسل خواهد بود؟

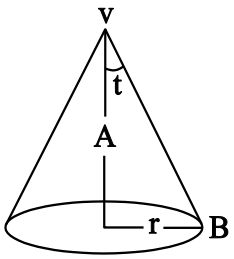
راهنمایی: فرض کنید توان تفکیک حاصل از پراش چشم ما با توان تفکیک CCD برابر است.

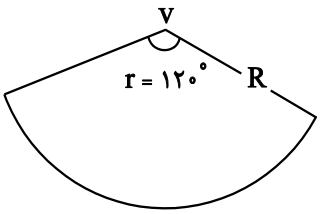
۱) ۰٫۰۴ ۲) ۴ ۳) ۴۰۰ ۴) ۴۰۰۰۰

۶- خوشه‌ای ستاره‌ای را در نظر بگیرید که متشکل از ستاره‌هایی خورشیدگون است. این خوشه از نظر ناظر زمینی با چشم غیر مسلح مانند یک سحابی با روشنایی سطحی $20\,mag.arcsec^{-2}$ دیده می‌شود. تلسکوپی با قطر دهانه ۱۰ سانتی‌متر به سختی می‌تواند ستاره‌های این خوشه را تفکیک کند. اگر n تعداد ستاره‌ها در هر رادیان مربع و α متوسط فاصلهٔ زاویه‌ای ستاره‌ها از یکدیگر باشد، داریم $n = 1/\alpha^2$. فاصلهٔ این خوشه برحسب کیلوپارسک به کدام گزینه نزدیکتر است. طول موج نور مرئی $\lambda_V = 550\,nm$ و قدر ظاهری خورشید در نور مرئی برابر $m = -27$ است. از جذب میان ستاره‌ای صرف‌نظر کنید.

۱) ۴٫۱ ۲) ۱۲٫۴ ۳) ۵٫۸ ۴) ۸٫۸

۷- به کمکِ قطاعی از دایره مطابق شکلِ زیر، مخروطی ساخته‌ایم اگر زاویه $T = 120^\circ$ باشد. آن‌گاه زاویه t چند درجه خواهد بود؟





۱) ۱۹٫۱

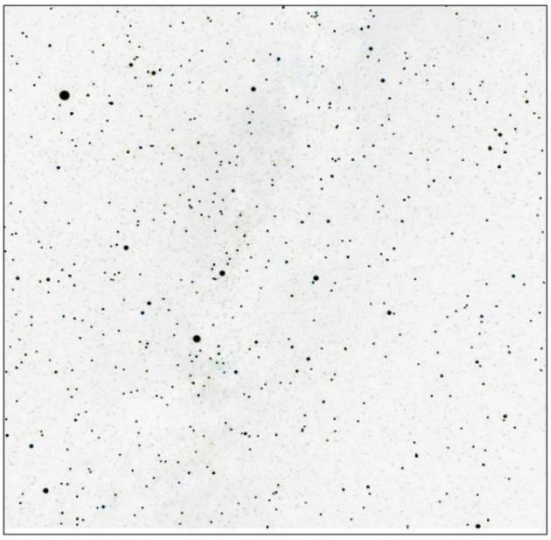
۲) ۱۹٫۵

۳) ۳۰٫۰

۴) ۶۰٫۰

محاسبات و نکته‌های مهم

۸- در شکل زیر کدام صورت فلکی وجود ندارد؟



۱) عقاب

۲) دلفین

۳) شلیاق

۴) تیر (سهم)

۹- سیاره‌ای در مداری دایروی به شعاع $R = 8{,}5 \pm 0{,}4$ AU حولِ ستاره‌ای با جرم $M = 1{,}23 \pm 0{,}07\ M_{\odot}$ می‌گردد. خطای دوره تناوب این سیاره را برحسب سال خورشیدی گزارش کنید. از جرم سیاره در مقابل جرم ستاره صرف‌نظر کنید.

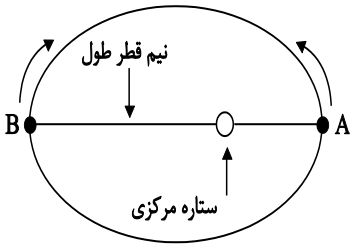
۱) ۱٫۷ ۲) ۲٫۰ ۳) ۱٫۱ ۴) ۰٫۸

۱۰- منجمی که در سیاره دیگری زندگی می‌کند، خورشید را مطالعه کرده و درمی‌یابد که در هنگام گذر مشتری از مقابل خورشید قدر خورشید تغییر می‌کند. تغییر قدر خورشید ناشی از این گذر چقدر است؟

۱) ۰٫۰۲ ۲) ۰٫۰۱

۳) ۰٫۰۵ ۴) اطلاعات مسئله کافی نیست.

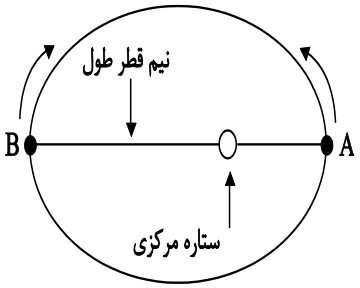
۱۱- می‌دانید که تقویم قمری براساس حرکت ظاهری ماه از دید ناظری زمینی است و تقویم شمسی براساس حرکت انتقالی زمین به دور خورشید و این دو کاملاً با هم متفاوت هستند. به همین دلیل می‌بینیم که تعداد سال‌های قمری با سال‌های شمسی از زمان هجرت پیامبر متفاوت است. می‌خواهیم محاسبه کنیم که چند سال بعد، اختلاف سال هجری قمری و شمسی دقیقاً عدد ۱۰۰ می‌شود؟



۱) ۱۸۶۱ ۲) ۱۹۶۱ ۳) ۳۲۶۰ ۴) ۳۳۶۰

محاسبات و نکته‌های مهم

۱۲- در مدار بیضی زیر دو سیاره در نقاط A و B در خلاف جهت هم به دور ستاره مرکزی با جرم $M = ۲M_{\odot}$ می‌چرخند. اگر در لحظه اولیه مطابق شکل سیاره A در حضیض و سیاره B در اوج باشد پس از چند سال این دو سیاره با هم برخورد خواهند داشت؟ پارامترهای مدار بیضی $a = ۲AU$ و $e = ۰/۷۴$ است. از تأثیر گرانشی سیارات بر هم صرف‌نظر کنید.



۱) ۰/۲۵ ۲) ۰/۵۰

۳) ۰/۷۵ ۴) ۱/۰۰

۱۳- در سیستم دوتایی نزدیک SS۴۳۳ ماده از یک مؤلفه، به ستاره دیگر (مؤلفه دوم سیستم دو تایی) برافزوده می‌شود. قرص بر افزایشی حاصل بسیار داغ است به‌طوری‌که مواد و تابش با سرعت از قرص خارج می‌شوند. در طیف SS۴۳۳ خط نشری H_{α} با طول موج ۶۲۰۰ آنگستروم دیده شده است. سرعت فرار گاز از سطح این قرص بر افزایشی به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟ پاسخ خود را برحسب کیلومتر بر ثانیه بیان کنید.

۱) $۱/۶\times۱۰^{۵}$ ۲) $۱/۶\times۱۰^{۴}$ ۳) ۳×۱۰^{۴} ۴) ۳×۱۰^{۲}

۱۴- میرزا محمود خان قمی یکی از شاگردان مدرسهٔ دارالفنون بود که از طرف حکومت قاجار در سال ۱۲۷۵ هجری قمری برای آموختن نجوم به فرانسه رفت. در همان سال گلدسمیت دنباله‌داری با مداری دایروی به‌نام دانائه (Danae) کشف کرد و محمود خان قمی به‌عنوان بخشی از امتحان عملیش به محاسبات مداری این دنباله‌دار پرداخت به همین دلیل این دنباله‌دار در ایران به نام «سیاره محمودی» معروف شد. شعاع مداری این دنباله‌دار ۳ واحد نجومی بوده و انحراف مدار آن نسبه به دایره‌البروج ۱۸ درجه است. بیشترین عرض سماوی این سیاره از دید ما چند درجه می‌تواند باشد؟

۱) ۱۸ ۲) ۲۳/۵ ۳) ۲۶/۵ ۴) ۱۳/۵

۱۵- یک خط نشری ممنوع در اتم اکسیژن برانگیخته (با جرمی در حدود ۱۶ جرم پروتون)، که طول عمر متوسط آن $۲/۸\times۱۰^{۴}\ s$ است از گازی با دمای ۲۰۰۰ K آشکارسازی شده است. اگر طول پویش آزاد میانگین به‌صورت $\lambda = \frac{۱}{m}$ باشد، حد بالای چگالی عددی n کدام گزینه است؟ سطح مقطع برخورد اتم اکسیژن $\pi\times۱۰^{-۲۰}\ m^{۲}$ می‌باشد.

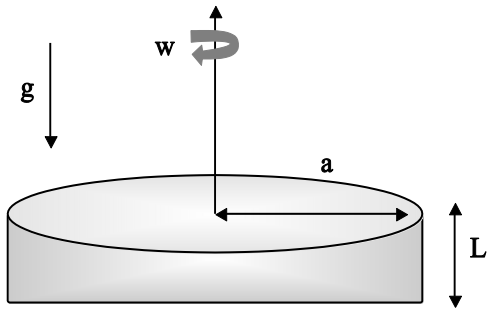
۱) $۶\times۱۰^{۱۱}\ m^{-۳}$ ۲) $۶\times۱۰^{۱۴}\ m^{-۳}$ ۳) $۶\times۱۰^{۱۳}\ m^{-۳}$ ۴) $۶\times۱۰^{۹}\ m^{-۳}$

محاسبات و نکته‌های مهم

۱۶- فرض کنید در حال حاضر انرژی تاریک نقش غالب در تحول کیهان را بازی می‌کند. در این‌صورت آهنگ انبساط کیهان ثابت و فاصله‌ها با مقیاس $a(t) = a_0 e^{H_0(t-t_0)}$ با زمان منبسط می‌شوند، که در آن H_0 ثابت هابل، t_0 عمر کیهان در عصر حاضر و a_0 مقدار کنونی $a(t)$ است. با فرض این‌که دمای تابش پس زمینه کیهان (CMB) در حال حاضر t_0 است، چند سال طول می‌کشد تا دمای CMB به نصف مقدار کنونیش برسد؟

۱) $۱٫۲\times۱۰^{۷}$ ۲) $۱٫۱۶\times۱۰^{۹}$ ۳) $۹٫۵۰\times۱۰^{۹}$ ۴) $۱٫۸۸\times۱۰^{۱۰}$

۱۷- در تلسکوپ‌های با آینه مایع، ظرفی استوانه‌ای به شعاع a و ارتفاع l حاوی جیوه مطابق شکل با سرعت زاویه‌ای ثابت ω حول محور تقارنش می‌چرخد. چرخش این مایع باعث می‌شود سطح جیوه سهموی شده و همانند یک آینه مقعر رفتار کند. البته این نوع تلسکوپ‌ها فقط توانایی رصد اجرامی را دارند که از سرسو عبور می‌کنند؛ ولی به دلیل ارزانی قابل توجهشان، به شدت مورد استقبال منجمان قرار گرفته‌اند.



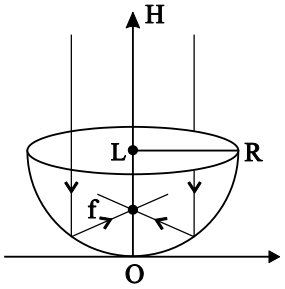
فاصله کانونی آینه نشان داده شده در شکل، کدام است؟

۱) $\frac{g}{\omega^2}$ ۲) $\frac{a}{l}\frac{g}{\omega^2}$ ۳) $\frac{g}{2\omega^2}$ ۴) $\frac{a}{2l}\frac{g}{\omega^2}$

۱۸- فرض کنید یک ستاره رشته اصلی، درخشندگیی در حدود ۴۰۰۰ برابر درخشندگی خورشید و شعاعی تقریباً ۴ برابر شعاع خورشید داشته باشد. کدام‌یک از گزینه‌های زیر رده طیفی این ستاره را بهتر نشان می‌دهد؟

۱) B ۲) F ۳) A ۴) K

۱۹- در تلسکوپ‌های بازتابی از آینه‌هایی استفاده می‌شود که مطابق شکل، هر پرتو دلخواه موازی با محور OH را در نقطه کانون f متمرکز می‌کنند. در شکل زیر $OL = ۸۰\ cm$ و $Of = ۵۰\ cm$ است. با این فرض‌ها شعاع دهانه آینه (R) چقدر است؟



۱) $۴۰\sqrt{۶}$ ۲) $۲۰\sqrt{۱۰}$ ۳) $۴۰\sqrt{۱۰}$ ۴) $۲۰\sqrt{۶}$

محاسبات و نکته‌های مهم

۲۰- تخمین بزنید چند درصد از ستاره‌های کهکشان راه شیری با یک تلسکوپی ۸ اینچی قابل رویت هستند؟

۱) بیش از ٪۲۰ ۲) ٪۱۰ ۳) ٪۵ ۴) ٪۱

۲۱- یک سیستم جرم فنر مطابق شکل روبه‌رو داریم. جسمی از ارتفاع یک متری ($h = 1m$) نسبت به سطح فشرده نشدهٔ فنری به ثابت چهار نیوتون بر متر ($k = 4\ N/m$) از حال سکون روی آن سقوط می‌کند. مقدار فشردگی این فنر وقتی‌که این سیستم جرم فنر در زمین است نسبت به مقدار فشردگی آن وقتی این سیستم در ماه قرار دارد چقدر است؟ $m = ۰/۱$ کیلوگرم و شتاب گرانش را $g = ۱۰$ درنظر بگیرید.

۱) ۱٫۲۵ ۲) ۱٫۱۰ ۳) ۰٫۹۱ ۴) ۰٫۸۰

۲۲- خوشه پروین در صورت فلکی ثور (گاو نر) است و نام مسیه آن M۴۵ است. این خوشه اختلاف منظر ۷٫۳۴۲ میلی ثانیه قوس و پهنای ۱۱۰٫۰ دقیقه قوسی دارد. قدر ظاهری این خوشه ۱٫۶ است. قدر مطلق آن را به‌دست آورید.

۱) ۴٫۱ ۲) ۴٫۱− ۳) ۷٫۳− ۴) هیچ‌کدام

۲۳- رصدخانه ملی ایران آینه‌ای به قطر ۳٫۴ متر دارد. این اندازه از تلسکوپ‌ها در کلاس ۳ تا ۵ متر قرار می‌گیرند که هزینه ساخت آن‌ها از حدود ۴۰ تا ۵۰ میلیون دلار شروع می‌شود. معمولاً یک رابطه تقریبی هم بین هزینه تلسکوپ‌ها و قطر دهانه آن‌ها وجود دارد که هزینه تمام شده یک تلسکوپ تقریباً با توان چهارم قطر تلسکوپ ($P \propto D^4$) متناسب است معمولاً عمر مفید یک تلسکوپ حدوداً ۱۰ سال است و پس از آن باید تلسکوپ نوسازی شده و به‌روز رسانی گردد. با تخمین ساعات روز و شب‌های غیرقابل رصد مثل شب‌های ابری، بارانی یا برفی، تخمین بزنید که هزینهٔ هر ساعت رصد یا یک تلسکوپ ۱۰ متری صرفاً ناشی از قیمت تمام شدهٔ تلسکوپ (بدون در نظر گرفتن هزینه‌های پرسنلی و نگه‌داری) چند دلار می‌شود.

۱) ۱۵۰۰ ۲) ۱۵۰۰۰ ۳) ۱۵۰۰۰۰ ۴) ۱۵۰۰۰۰۰

۲۴- در یک مأموریت خاص طیف‌سنجی، میدان دید تلسکوپ SDSS ۴ ثانیه قوس است، این تلسکوپ کهکشانی مشابه راه شیری را مشاهده می‌کند. این کهکشان حدوداً در چه انتقال به سرخی (z) باید باشد تا این تلسکوپ طیف تمام ستاره‌های بالج کهکشان فوق را دریافت کند؟

۱) ۰٫۰۱ ۲) ۰٫۰۵ ۳) ۰٫۱ ۴) ۰٫۵

محاسبات و نکته‌های مهم

۲۵- شعرای یمانی یک دوتایی است که مؤلفه بزرگتر آن A (یک ستاره آبی) و مؤلفه کوچک‌تر آن B (یک کوتوله سفید) است. کمترین زاویه تمایل این سامانه دوتایی چند درجه می‌تواند باشد تا از دید ناظر زمینی یک دوتایی گرفته شود.

اختلاف منظر: ۰٫۳۷۹ ثانیه قوس، شعاع مداری: ۷٫۵ ثانیه قوس، $R_A = ۱٫۷۱۱\, R_{sun}$ و $R_B = ۰٫۰۰۸۴ R_{sun}$

۱) ۰٫۰۲ ۲) ۸۳٫۰ ۳) ۸۸٫۵ ۴) ۹۰٫۰

۲۶- شهاب سنگ‌ها ذرات معلقی در منظومه شمسی هستند که به‌خاطر حرکت زمین به دور خورشید، به جو زمین برخورد کرده، سوخته و تابش می‌کنند. سالانه ۱۰ هزار تن شهاب سنگ وارد جو زمین می‌شود. اگر با یک فرض ساده بگوییم که تمام انرژی جنبشی آن‌ها به تابش تبدیل می‌شود، از دید یک ناظر بیرون از زمین درخشندگی این شهاب سنگ‌ها (L_{acc}: درخشندگی بر افزایش وارد بر جو زمین) چند وات است؟

۱) $۱٫۵ \times ۱۰^{۸}$ ۲) $۴٫۵ \times ۱۰^{۱۵}$ ۳) $۹٫۰ \times ۱۰^{۲۳}$ ۴) $۲٫۹ \times ۱۰^{۱۶}$

۲۷- طول سایه یک میله عمودی در ظهر روز اول تیر ماه ۱۲۰ سانتی‌متر و در ظهر روز اول دی‌ماه ۱۰ سانتی‌متر است. عرض جغرافیایی محل قرارگیری میله چقدر است؟

۱) ۶۰ درجه شمالی ۲) ۳۰ درجه شمالی ۳) ۳۰ درجه جنوبی ۴) ۶۰ درجه جنوبی

۲۸- هواپیمایی در ساعت ۶ صبح به وقت محلی از شهر A، $(۳۰^{\circ}\,N, ۶۰^{\circ}\,E)$ به شهر B، $(۳۰^{\circ}\,S, ۶۰^{\circ}\,W)$ با سرعت ۶۰۰ مایل بر ساعت حرکت می‌کند. این هواپیما در چه ساعتی به وقت محلی شهر B به آن‌جا می‌رسد؟ راهنمایی: هر یک مایل یک دقیقه قوسی روی سطح زمین است.

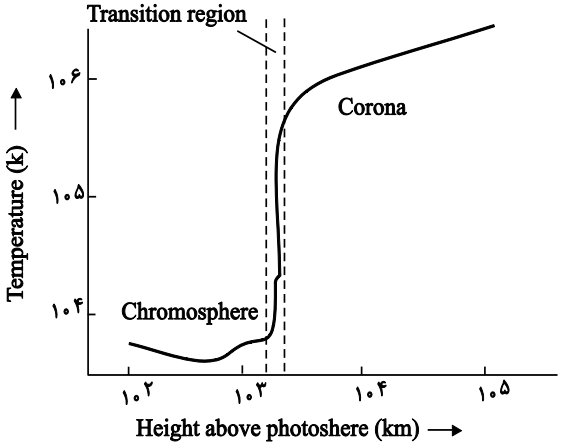
۱) ۲۱ و ۲۵ دقیقه ۲) ۱۱ و ۲۵ دقیقه ۳) ۱۶ و ۳۵ دقیقه ۴) ۲ و ۳۵ دقیقه روز بعد

۲۹- دوره تناوب یک دوتایی طیفی ۳ سال است. نسبت جابجایی خطوط طیفی این دو مولفه ۰٫۵ ($\Delta\lambda_۱ / \Delta\lambda_۲ = ۰٫۵$) است. اختلاف منظر و جدایی زاویه‌ای این دوتایی به ترتیب ۰٫۲ و ۰٫۷ ثانیه قوس است. جرم‌های $m_۱$ و $m_۲$ برحسب جرم خورشید به ترتیب چه مقادیری هستند؟

۱) ۲٫۰ و ۳٫۹ ۲) ۱٫۵ و ۳٫۳ ۳) ۳٫۹ و ۲٫۰ ۴) ۳٫۳ و ۱٫۵

محاسبات و نکته‌های مهم

۳۰- امواج مکانیکی ایجاد شده در جو ستاره‌ای امواجی هستند که ناشی از انبساط و انقباض‌های سطح ستاره به وجود می‌آیند. این امواج می‌توانند حداکثر به سرعت صوت برسند. چرا که این امواج اگر با سرعتی بیش از سرعت صوت منتشر گردند موج ضربه ایجاد کرده و به سرعت میرا می‌شوند. اگر در ناحیه‌ای سرعت انتشار صوت به $۱/۶ = ۰/۱۷$ سرعت فرار برسد آن‌گاه این امواج صوتی می‌تواند باعث فرار ذرات از سطح ستاره شود. با استفاده از اطلاعات موجود در شکل زیر بگویید کدامیک از گزینه‌های زیر نادرست است. باد خورشیدی عمدتاً پروتون یعنی هستهٔ هیدروژن است.



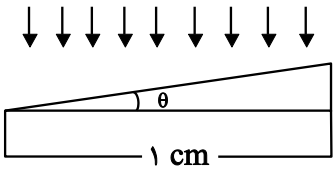
۱) در ناحیه کروموسفر نسبت سرعت صوت به سرعت فرار ۰/۰۱۴۵ است.

۲) باد خورشیدی نمی‌تواند از ناحیه کروموسفر سرچشمه بگیرد.

۳) در کرونا نسبت سرعت صورت به سرعت فرار ۰/۱۹۰ است و باد خورشیدی از این ناحیه تابش می‌شود.

۴) ناحیه انتقال (Transition) باعث تابش بادهای خورشیدی می‌شود.

۳۱- یک گوهٔ اپتیکی (Optical wedge) به پهنای یک سانتی‌متر و با ضریب شکست ۱/۵۰۰ داریم که یک سر آن ضخیم‌تر از سر دیگرش است. نور قرمز با طول موج ۶۳۰ نانومتر را عمود بر لبه تخت آن، ولی از سوی لبهٔ مایل به آن می‌تابانیم. می‌بینیم که روی این گوه ۱۰ فریز روشن و ۹ فریز تاریک تشکیل شده است. زاویهٔ θ چند ثانیه قوس است؟



۱) ۳۹ ۲) ۴۳ ۳) ۷۸ ۴) ۸۷

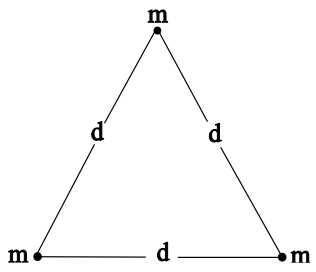
۳۲- در یک توری پراش، طول موجی که تداخل سازنده خواهند داشت (λ) از رابطهٔ $d\sin\theta = m\lambda$ تبعیت می‌کند. که d فاصلهٔ بین هر دو خط کناری در این توری پراش است، m مرتبه پراش و θ زاویه پراکندگی است. یک توری پراش مجهول به دستمان می‌رسد. ابتدا یک لیزر با طول موج ۶۳۲/۸ نانومتر را به آن می‌تابانیم و سه نقطه روی یک خط را روی پرده‌ای که به فاصلهٔ ۲ متر از توری پراش قرار گرفته است مشاهده می‌کنیم. فاصلهٔ هر یک از نقاط کناری از نقطه مرکزی ۸۲۱ میلی‌متر است.

محاسبات و نکته‌های مهم

حال این توری را برای یک لامپ هیدروژنی استفاده می‌کنیم. فاصلهٔ خطوط مرتبه دوم و H_γ (۴۳۴٫۱ نانومتر) و H_β (۴۸۶٫۱ نانومتر) روی همان پرده چند میلی‌متر خواهد شد.

۱) ۳۳ ۲) ۳۱۵ ۳) ۳۴۸ ۴) ۳۷

۳۳- سه جرم مشابه m در سه رأس یک مثلث متساوی‌الاضلاع به ضلع d قرار گرفته‌اند. و این سامانه در حال دوران، یک تعادل دینامیکی دارد. به‌طوری‌که این ساختار مثلثی در طول زمان ثابت باقی می‌ماند. اگر بین T و d رابطهٔ $T^2 = 4\pi^2 d^3 / \alpha G m$ برقرار باشد، مقدار α چقدر خواهد بود؟



۱) ۱ ۲) $\sqrt{3}$

۳) ۳ ۴) $3\sqrt{3}$

۳۴- ماهواره‌ای که در یک مدار بیضی به دور زمین می‌گردد و بردار خروج از مرکز آن e است، در یک لحظه دقیقاً در بالای سر ناظر تهران (۳۵° N, ۵۱° E) و در ارتفاع ۵۰۰ کیلومتری از سطح زمین قرار گرفته است. در این لحظه، زاویهٔ حضیضی (true anomaly) این ماهواره چند درجه است؟ $e = 0{,}12i + 0{,}42j + 0{,}090k$ در دستگاه زمین مرکز است. i از مرکز زمین به سمت محل تلاقی نصف‌النهار مبدأ و استوا و k در امتداد محور دوران زمین هستند.

۱) ۲۴ ۲) ۳۲ ۳) ۹۰ ۴) هیچ‌کدام

۳۵- لیزرهای سبزی که برای اشاره‌گر به ستاره‌ها در برنامه‌های رصدی استفاده می‌شوند معمولاً لیزرهای ۲۰، ۵۰ یا ۱۰۰ میلی وات هستند. شار تابش دریافتی از یک لیزر سبز ۲۰ میلی وات با سطح مقطع دایره‌ای و قطر ۱ میلی‌متر چند برابر شار تابشی خورشید است؟

۱) ۰٫۱۸۶ ۲) ۱٫۸۶ ۳) ۱۸٫۶ ۴) ۱۸۶

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.