

۱- مسیر ظاهری سالانه خورشید (دایره البروج) از چند صورت فلکی می‌گذرد؟

۱۰ (۱)	۱۲ (۲)	۸۸ (۳)	۱۳ (۴)
--------	--------	--------	--------

۲- می‌دانیم که ضریب مقیاس در زمان برابری ماده و تابش تقریباً برابر 10^{-4} بوده است. دمای تابش زمینه کیهانی یا همان دمای کیهان در این زمان برابر است با:

۲,۷۳ (۱)	۲۷۳۰ (۲)	۲۷۳۰۰ (۳)	$2,73 \times 10^{-4}$ (۴)
----------	----------	-----------	---------------------------

۳- ستاره‌ای در لبه خارجی یک کهکشان به شعاع ۱۰ هزار پارسک با سرعت ۲۵۰ کیلومتر بر ثانیه به دور کهکشان می‌چرخد. جرم کهکشان بر حسب کیلوگرم به کدام عدد نزدیک‌تر است؟

۱۰ ^{۵۰} (۱)	۱۰ ^{۲۵} (۲)	۱۰ ^{۳۶} (۳)	۱۰ ^{۴۱} (۴)
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

۴- کدامیک از سیارک‌های زیر از همه کوچک‌تر است.

۱) وستا	۲) پالاس	۳) سرس	۴) جونو
---------	----------	--------	---------

۵- ستاره‌های کم‌جرم همانند خورشید در پایان عمر خود به غول‌های قرمز بزرگی به ابعاد حدود یک واحد نجومی تبدیل خواهند شد. در مرکز این ستاره‌ها هسته‌ای از جنس کربن و در اطراف آن پوسته‌ای از هلیوم و در اطراف پوسته هلیومی، پوسته‌ای از هیدروژن همه در حال همجوشی هسته‌ای هستند. منبع اصلی انرژی در این ستاره‌ها همجوشی کدامیک از عناصر زیر است؟

۱) کربن	۲) هلیوم	۳) هیدروژن	۴) سیلیسیوم
---------	----------	------------	-------------

۶- کدامیک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

۱) در دوره تورم شتاب انبساط عالم مثبت است.

۲) در اثر پدیده سانیف زلدوویچ دمای تابش زمینه کیهانی در خوشه‌های کهکشانی حتماً کاهش می‌یابد.

۳) هم‌اکنون در دوره‌ای از عمر عالم هستیم که همچون دوره تورم، شتاب عالم مثبت است.

۴) ۱ و ۳ هر دو درستند.

۷- از گذشته‌های دور انسان‌ها با دقت خوبی می‌دانسته‌اند که زمین تخت نیست و کروی شکل است. پیشینیان ما با کدامیک از روش‌های زیر، پی به کروی بودن سیاره زمین نبرده بودند؟

۱) ماه‌گرفتگی‌ها	۲) اندازه سایه شاخص	۳) افت افق	۴) روش انیشتین
------------------	---------------------	------------	----------------

۸- کدامیک از روش‌های زیر در فاصله‌سنجی، برای اندازه‌گیری فاصله کهکشان‌های گروه محلی تا ما، پرکاربردتر است؟

۱) اختلاف منظر	۲) قانون هابل	۳) متغیرهای قیفاووسی	۴) ابرنواختران نوع Ia
----------------	---------------	----------------------	-----------------------

۹- دو ستاره با شعاع‌های یکسان دارای تابندگی‌های متفاوت‌اند؛ اگر قدر ظاهری ستاره سردتر در آسمان ما کمتر باشد، کدام گزینه درست است؟ (از جذب میان‌ستاره‌ای صرف‌نظر کنید).

(۱) ستاره سردتر حتماً به ما نزدیک‌تر است.

(۲) ممکن است ستاره سردتر یا داغ‌تر به ما نزدیک‌تر باشد.

(۳) ستاره داغ‌تر حتماً به ما نزدیک‌تر است.

(۴) چنین امکانی اصلاً وجود نخواهد داشت.

۱۰- دستگاهی از واحدها را در نظر بگیرید که در آن واحد اندازه‌گیری زمان یک سال زمینی و واحد اندازه‌گیری طول، فاصله متوسط زمین تا خورشید یا یک واحد نجومی است. مقدار کمیت $G(M + m)$ در این دستگاه چقدر خواهد بود؟ G ثابت گرانش، M جرم خورشید و m جرم زمین است.

(۱) 1.33×10^{20} (۲) ۳۹,۴۸ (۳) ۱ (۴) قابل تعیین نیست

۱۱- اگر شیب یک خط در یک نمودار به صورت تانژانت زاویه‌ای که خط با محور افقی می‌سازد، تعریف شود (زاویه در جهت پادساعت‌گرد، از محور افقی تا خط اندازه‌گیری می‌شود)، شیب خطوط هم‌شعاع در نمودار هرتزپرونگ-راسل (HR) چقدر است؟ خطوط هم‌شعاع، مکان هندسی ستاره‌هایی در نمودار HR هستند که شعاع یکسان دارند.

(۱) ۴ (۲) -۴ (۳) ۲ (۴) بی‌نهایت

۱۲- کدام سیاره اگر به جای ناهید قرار می‌گرفت، در هنگام گذر، کسوف کامل از زمین دیده می‌شد؟

(۱) زحل (۲) مشتری (۳) گزینه ۱ و ۲ (۴) هیچ‌کدام

۱۳- ستاره‌ای از نوع رشته اصلی با جرم خورشید را در نظر بگیرید که با دوره تناوب ۳۰ روز به دور خود می‌چرخد. این ستاره در پایان عمر خود تبدیل به یک کوتوله سفید خواهد شد. اگر نسبت شعاع ستاره به شعاع کوتوله سفید ۱۰۰ باشد و فرض کنیم در تمامی عمر ستاره جرم آن ثابت بماند، دوره تناوب کوتوله سفید چقدر خواهد بود؟

(۱) ۲۶۰ ثانیه (۲) ۳۰ روز (۳) کمتر از ۱ ثانیه (۴) ۱۰ روز

۱۴- ستاره‌ای را در نظر بگیرید به جرم M و شعاع R . به کمک معادله تعادل هیدرواستاتیک می‌توانیم نشان دهیم که فشار در این ستاره با $\frac{M^2}{R^4}$ متناسب است. اگر به همین روش دمای ستاره را تخمین بزنیم، دمای مرکز با کدام گزینه متناسب خواهد بود؟

(۱) $\frac{M^2}{R^2}$ (۲) MR (۳) $\frac{M}{R}$ (۴) $\frac{M^2}{R^4}$

۱۵- در کدام یک از گزینه‌های زیر، ابیراهی‌های تلسکوپ همراه با نحوه برطرف کردنشان درست نوشته نشده است؟

(۱) ابیراهی آستیگمات: از آینه ثانویه محدب یا مقعر استفاده می‌کنند.

(۲) ابیراهی رنگی: از عدسی‌های آکروماتیک و یا آپوکروماتیک استفاده می‌کنند.

(۳) ابیراهی کروی: از آینه‌های سهموی و یا هذلولی استفاده می‌کنند.

(۴) ابیراهی گیسو یا کما: از تیغه‌های اشمیت و یا ماکسوتف استفاده می‌کنند.

۱۶- دوره تناوب سیاره ناهید به دور خورشید ۲۲۵ روز و دوره چرخش آن به دور خودش ۲۴۳ روز و تمایل مداری آن ۱۷۷ درجه است. طول یک شبانه‌روز خورشیدی در سیاره زهره به کدام عدد نزدیک‌تر است؟

(۱) ۱۲ (۲) ۲۲۵ (۳) بی‌نهایت (۴) ۱۱۷

۱۷- از جمله ذرات باد خورشیدی، ذرات بتا یا الکترون‌های حاصل از یونیزاسیون در سطح خورشید هستند که با سرعت ۳۵۰ کیلومتر بر ثانیه به استوای زمین می‌رسند و از طریق میدان مغناطیسی ۰٫۳ گاوسی کمربندهای وان آلن به‌صورت مارپیچی به نواحی قطبی راه یافته و سبب پدیده شفق‌های قطبی می‌شوند. شعاع دایره‌ای که این ذرات به شکل فنروار طی می‌کنند چقدر است؟

(۱) ۷ کیلومتر (۲) ۷ متر (۳) ۷ سانتی‌متر (۴) ۷ میکرومتر

۱۸- برخی محاسبات نشان‌دهنده برخوردی عظیم میان کهکشان‌های راه شیری و آندرومدا در حدود ۴ میلیارد سال دیگر است و این دو اکنون با سرعت ۱۱۰ کیلومتر بر ثانیه در حال نزدیک شدن به یکدیگرند. تخمین بزنید احتمال برخورد رودروی خورشید با ستاره‌ای از کهکشان آندرومدا در کهکشان نهایی تولیدشده (که احتمالاً نامی به‌صورت Milkmeda یا Milkdromeda خواهد داشت) چقدر خواهد بود؟

(۱) 10^{-22} (۲) 10^{-12} (۳) 10^{-7} (۴) 10^{-2}

۱۹- پارامتر فرید به‌طور میانگین ابعاد محدوده‌ای از هوا در جو زمین است که ضریب شکست را در آن محدوده می‌توان ثابت فرض کرد. اگر پارامتر فرید در یک رصدگاه ۱۰ سانتی‌متر باشد، قدرت تفکیک یک تلسکوپ ۱ متری با قدرت تفکیک تلسکوپی با چه دهانه‌ای (برحسب سانتی‌متر) برابر خواهد بود؟

(۱) ۱۲۲ (۲) ۱٫۲۲ (۳) ۲٫۴۴ (۴) ۱۰

۲۰- در تلسکوپ‌های بزرگ معمولاً جریان بادی با سرعت ثابت بر روی آینه اولیه ایجاد می‌کنند. به نظر شما علت این امر چیست؟

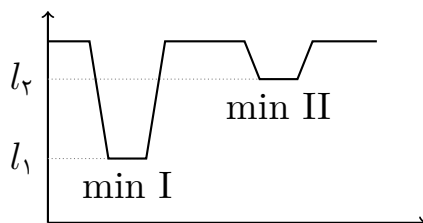
(۱) جلوگیری از نشستن گرد و غبار بر روی آینه و کاهش کیفیت تصویر

(۲) کاهش ابیراهی رنگی ناشی از پراش در لبه‌های آینه اولیه

(۳) کاهش اثرات ناشی از پستی‌بلندی‌های به‌وجودآمده بر روی سطح آینه به علت مشکلات پولیش

(۴) کاهش اثر پارامتر دید آینه (Seeing)

۲۱- منحنی نوری یک ستاره متغیر نموداری است که محور افقی آن زمان و محور عمودی آن روشنایی ظاهری ستاره است. شکل زیر منحنی نوری یک ستاره دوتایی گرفتی را نشان می‌دهد. در این منحنی دو کمینه یا مینیمم دیده می‌شود. در کمینه اول (min I) ستاره کوچک‌تر در پشت ستاره بزرگ‌تر قرار دارد. در این حالت روشنایی کل دوتایی l_1 است. در کمینه دوم (min II) ستاره کوچک‌تر در مقابل ستاره بزرگ‌تر قرار گرفته است. در این حالت روشنایی کل l_2 است. اگر نسبت $\frac{l_2}{l_1}$ برابر دو باشد، نسبت $\frac{R_s}{R_b}$ چقدر است؟ R_s شعاع ستاره کوچک‌تر و R_b شعاع ستاره بزرگ‌تر است. فرض کنید دمای ستاره کوچک‌تر دو برابر دمای ستاره بزرگ‌تر باشد.



(۱) $\frac{\sqrt{15}}{4}$	(۲) $\frac{1}{\sqrt{15}}$	(۳) $\frac{1}{2}$	(۴) $\frac{1}{4}$
---------------------------	---------------------------	-------------------	-------------------

۲۲- اثرات جذب میان‌ستاره‌ای در کهکشان راه شیری، روی نور دریافتی از کدامیک از کهکشان‌های زیر بیشتر خواهد بود؟

(۱) M64	(۲) M87	(۳) NGC253	(۴) NGC891
---------	---------	------------	------------

۲۳- مدت زمان بین‌الطلوعین نجومی، از هنگامی است که خورشید 18° زیر افق شرقی قرار دارد (اقامه اذان صبح) تا آن زمان که قرص آن از شرق طلوع می‌کند و زمان ادای نماز صبح نیز در همین بازه است. برای ناظری در شهر تهران با عرض جغرافیایی $35,5^\circ$ شمالی در کدامیک از روزهای سال مدت زمان بین‌الطلوعین نجومی طولانی‌تر است؟

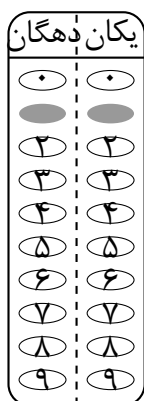
(۱) اعتدال بهاری	(۲) انقلاب تابستانی	(۳) اعتدال پاییزی	(۴) انقلاب زمستانی
------------------	---------------------	-------------------	--------------------

۲۴- ابرخوشه کهکشان سنبله با شعاعی در حدود ۲,۳ مگاپارسک، دارای ۱۵۰۰ عضو و جرمی در حدود 10^{15} برابر جرم خورشید است. سرعت هر یک از کهکشان‌ها را حدود چند کیلومتر بر ثانیه به دست می‌آورید؟

(۱) ۱۰۰	(۲) ۱۰۰۰	(۳) ۱۰۰۰۰	(۴) ۱۰
---------	----------	-----------	--------

مسئله‌های کوتاه

پیش از شروع به حل مسئله‌های کوتاه، توضیحات زیر را با دقت بخوانید. در این مسئله‌ها باید پاسخ را برحسب واحدهای مورد نظر (متر، کیلوپارسک، ثانیه قوسی و غیره) که در صورت مسئله خواسته شده، به دست آورید. پاسخ معمولاً یک عدد یک‌رقمی یا دورقمی صحیح است. سپس خانه‌های مربوط به رقم‌های این عدد را در پاسخ‌نامه سیاه کنید. توجه داشته باشید که رقم یکان عدد در ستون یکان و رقم دهگان در ستون دهگان علامت زده شود. اگر پاسخ شما عدد صحیح نشد، جواب را به نزدیک‌ترین عدد صحیح گرد کنید و در پاسخ‌نامه علامت بزنید. اگر پاسخ عدد یک‌رقمی شد، فقط در رقم یکان علامت بزنید و رقم دهگان را صفر بزنید یا خالی بگذارید.



مثال: فرض کنید سرعت یک دنباله‌دار برحسب کیلومتر بر ثانیه خواسته شده است و شما مقدار آن را 11.2 km s^{-1} محاسبه کرده‌اید. ابتدا باید این عدد را به نزدیک‌ترین عدد صحیح گرد کنید تا ۱۱ به دست آید. سپس مطابق شکل مقابل، آن را در پاسخ‌نامه وارد کنید. ثوابت فیزیکی و نجومی در ابتدای برگه سؤالات داده شده‌اند. در حل مسئله‌ها فقط از این ثوابت استفاده کنید. اعداد باید تنها یک بار و آن هم در انتهای حل هر مسئله گرد شوند. اگر مرتبه بزرگی جواب از شما خواسته شده بود، پس از محاسبه پاسخ، ابتدا آن را به شکل نماد علمی یعنی $a \times 10^b$ درآورید و b را در پاسخ‌نامه وارد کنید. دقت کنید که در این حالت $1 \leq a < 10$ و b مرتبه بزرگی است. مثلاً یک واحد نجومی یعنی $1.5 \times 10^{11} \text{ m}$ را در نظر بگیرید. مرتبه بزرگی این عدد ۱۱ است.

توجه:

مسئله‌های کوتاه نمره منفی ندارند. امسال نمره مسئله‌های کوتاه فقط در مرحله اول تأثیر دارد و نمره مرحله دو مثل سال‌های قبل فقط از روی برگه‌های مرحله دو تعیین می‌شود. از سال آینده نمره مسئله‌های کوتاه مرحله اول در تعیین کف قبولی مرحله دوم مؤثر خواهند بود.

۱- سیاره‌ای فراخورشیدی با استفاده از تکنیک عبور، یافته شده است. مشاهدات دقیق معلوم کرده که این سیاره تا 0.0001 قدر، نورانیت ستاره مادرش را افزایش داده است. اگر این ستاره در نمودار هرتسپرونگ-راسل دقیقاً در مکان خورشید ما قرار گرفته باشد و اختلاف منظری در حدود 0.1 ثانیه داشته باشد، قطر سیاره چند هزار کیلومتر است (قطر سیاره در یکای هزار کیلومتر چه عددی است)؟

۲- در یک جسم سیاه نسبت چگالی انرژی تابشی به فشار تابش چقدر است؟

۳- سیارکی در مداری به شکل هذلولی به دور خورشید می‌چرخد. فاصله حضيضی سیارک 15 واحد نجومی است. اگر نیم‌قطر بزرگ هذلولی 5 واحد نجومی باشد، خروج از مرکز مدار سیارک چقدر خواهد بود؟

۴- اختلاف منظر ستاره‌ای از نظر رصدگری که روی سیارک سرس زندگی می‌کند 0.2 ثانیه قوسی است. فاصله این ستاره چند پارسک است؟

۵- اگر دمای یک گاز را 100 برابر کنیم، سرعت میانگین ذرات آن چند برابر می‌شود؟ در اینجا منظور از سرعت میانگین، ریشه دوم میانگین مجذور سرعت یا v_{rms} است.

۶- برای یک سیارک خارجی (سیارکی که فاصله آن از خورشید در تمامی نقاط از یک واحد نجومی بیشتر است) دوره تناوب هلالی و نجومی با هم برابرند. دوره تناوب هلالی این سیارک چند سال زمینی است؟

۷- دو سیاره A و B با شعاع‌های R_A و R_B و فواصل $r_A = 15 \text{ AU}$ و $r_B = 3 \text{ AU}$ از ستاره‌ای به درخشندگی L به دور آن، در مدارهای کاملاً دایره‌ای می‌گردند. قدر سیاره A از نظر ناظر ساکن در سیاره B هنگامی که سیاره A در حالت مقارنه است m_A و قدر سیاره B از نظر ناظر ساکن در سیاره A هنگامی که سیاره B در حالت مقارنه علیا (بیرونی) است m_B می‌نامیم. اگر $m_A = m_B$ باشد، نسبت $\frac{R_A}{R_B}$ چقدر است؟ مقارنه علیا یا بیرونی، مقارنه‌ای است که در آن فاصله سیاره B از سیاره A بزرگ‌تر باشد.

۸- ستاره‌ای را در نظر بگیرید که سراسر آن هم‌دماست (دمای همه نقاط ستاره یکسان است). اگر در این ستاره رابطه چگالی جرمی (ρ) با فاصله از مرکز (r) به شکل $\rho \propto r^{-n}$ باشد، n چقدر است؟

۹- جهانی را در نظر بگیرید که در آن ضریب مقیاس، a ، به شکل زیر با زمان رابطه داشته باشد.

$$a = a_0 \left(\frac{t}{t_0} \right)^{\frac{2}{5}}$$

که در آن t و a_0 به ترتیب زمان حال و مقدار ضریب مقیاس در زمان حال است. در این جهان اندازه افق ذره در زمان حال چند برابر ct خواهد بود؟

۱۰- طول حضيض زمین، زاویه حضيض مداری زمین تا نقطه اعتدال بهاری تعریف می‌شود. در صورتی که طی اختلالی، این زاویه برای مدار زمین که خروج از مرکز کوچک دارد تغییر کند، در بیشترین حالت طول بهار و تابستان چند روز از پاییز و زمستان بیشتر خواهد شد؟ (خروج از مرکز مدار زمین $e = 0.017$)