



باسمه تعالی  
جمهوری اسلامی ایران  
وزارت آموزش و پرورش  
مرکز ملی پرورش استعدادهای درخشان و دانش پژوهان جوان  
سازمان دانش پژوهان جوان

باشگاه دانش پژوهان جوان

مبارزه علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست و جو و کشف واقعیت‌هاست. «امام خمینی (ره)»

### دفترچه‌ی سوالات مرحله‌ی اول

یازدهمین دوره‌ی المپیاد نجوم و اختر فیزیک سال ۱۳۹۳

بعدازظهر - ساعت : ۱۴:۰۰

کد دفترچه : ۱

تعداد سوالات	مدت آزمون (دقیقه)
۳۵	۲۱۰

استفاده از ماشین حساب مجاز است.

### توضیحات مهم

- کد برگه‌ی سوالات شما ۱ است. این کد را در محل مربوط روی پاسخ‌نامه علامت بزنید. در غیر این صورت پاسخ‌نامه‌ی شما تصحیح نخواهد شد. توجه داشته باشید کد برگه‌ی سوالات شما که در زیر هر یک از صفحه‌های این دفترچه نوشته شده است، با کد اصلی که در همین صفحه است یکی باشد.
- بلافاصله پس از آغاز آزمون تعداد سوالات داخل دفترچه و وجود همه‌ی برگه‌های دفترچه‌ی سوالات را بررسی نمایید. در صورت وجود هرگونه نقص در دفترچه در اسرع وقت مسوول جلسه را مطلع کنید.
- یک برگ پاسخ نامه در اختیار شما قرار گرفته که مشخصات شما بر روی آن نوشته شده است. در صورت نادرسخت بودن آن، در اسرع وقت مسوول جلسه را مطلع کنید.
- برگه‌ی پاسخ نامه را دستکاه تصحیح می‌کند، پس آن را تا تکمیل و تمبر نگه دارید و به علاوه پاسخ هر پرسش را با علامت مشخصی بر روی آن در محل مربوط علامت بزنید. لطفاً خانه‌ی مورد نظر را کاملاً سیاه کنید.
- پاسخ درست به هر سوال ۳ نمره مثبت و پاسخ نادرست یک نمره منفی دارد.
- همراه داشتن هرگونه کتاب، جزوه، یادداشت و لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه و ایم تابلو ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد، مقلب محسوب خواهد شد.
- آزمون مرحله‌ی دوم برای دانش‌آموزان سال اول دبیرستان صرفاً جنبه‌ی آزمایشی و آمادگی دارد و شرکت کنندگان در دوره‌ی تابستانی از بین دانش‌آموزان پایه‌ی دوم و سوم دبیرستان انتخاب می‌شوند.
- داوطلبانی می‌توانند دفترچه‌ی سوالات را با خود ببرند که تا پایان آزمون در جلسه حضور داشته باشند. در غیر این صورت دفترچه باید همراه پاسخ نامه تحویل داده شود.

کلیدی حقوق این سوالات برای باشگاه دانش پژوهان جوان محفوظ است

آدرس سایت اینترنتی : [www.ssc.ac.ir](http://www.ssc.ac.ir)

توجه: تعداد ۳۵ سوال در ۱۰ صفحه تنظیم شده، که پیشنهاد می‌شود پیش از شروع آن را وارسی نمایید.

۱- استوانه‌ای به ارتفاع  $L$  که چگالی آن  $K$  برابر آب است بر روی سطح آب به صورت عمودی (در راستای ارتفاع خود) شناور است. دوره‌ی تناوب نوسانات استوانه روی سطح آب کدام گزینه است؟

(۱)  $\pi \sqrt{\frac{KL}{2g}}$  (۲)  $\pi \sqrt{\frac{2KL}{g}}$  (۳)  $\pi \sqrt{\frac{KL}{g}}$  (۴)  $2\pi \sqrt{\frac{KL}{g}}$

۲- یکی از روشهای موقعیت یابی با استفاده از ستارهها انجام می‌شود (Stellar Positioning System). در این روش از آسمان تصویرگیری می‌شود و با استفاده از جهت دوربین یا تلسکوپ مورد استفاده و زمان عکس برداری، می‌توان طول و عرض جغرافیایی محل را تعیین نمود. برای این منظور حوالی تهران (با دقت چند صد کیلومتر) یک تصویر با نور گیری یک ثانیه از آسمان ثبت می‌کنیم و با محاسبات مربوطه، طول و عرض جغرافیایی ناظر را مشخص کنیم. مدت زمان تصویر برداری (۱ ثانیه) به تنهایی چند متر خطا در طول جغرافیایی ایجاد می‌کند؟

(۱) ۴۶۵ متر (۲) ۵۶۷ متر (۳) صفر (۴) ۲۸۱ متر

۳- سیاره‌ای در مداری بیضوی با خروج از مرکز  $e=0.2$  و نیم محور اطول  $a=1 AU$  به دور ستاره‌ای به جرم  $M$  در حال حرکت است. در لحظه‌ی عبور سیاره از نقطه‌ی حضیض خود ناگهان  $x$  درصد از جرم ستاره از دست می‌رود.  $x$  حداکثر چقدر می‌تواند باشد تا سیاره از این منظومه قرار نکند؟

(۱) ۱۰ (۲) ۲۵ (۳) ۴۰ (۴) ۶۰

۴- یکی از روش‌های تعیین قبله استفاده از موقعیت خورشید در روزهای ۷ خرداد یا ۲۳ تیرماه است. در این ایام در لحظه‌ی اذان ظهر به وقت مکه (حدوداً ساعت ۱۳:۴۵ به وقت رسمی ایران) خورشید دقیقاً در بالای سر کعبه ( $21.42^{\circ}N, 39.82^{\circ}E$ ) قرار می‌گیرد. به طوری که هر ناظری به هنگام روز در هر نقطه از زمین که باشد می‌تواند در آن لحظه امتداد سایه‌ی یک شاخص عمودی را پیدا کرده و جهت قبله را در آن محل دقیقاً به دست آورد. حال اگر ناظری در تهران ( $35.70^{\circ}N, 51.42^{\circ}E$ ) سایه‌ی یک شاخص عمودی به طول یک متر را اندازه گیری کند، طول سایه تقریباً چقدر خواهد بود؟

(۱) صفر (۲) ۹۵ سانتیمتر (۳) ۲۲ سانتیمتر (۴) ۴۷ سانتیمتر

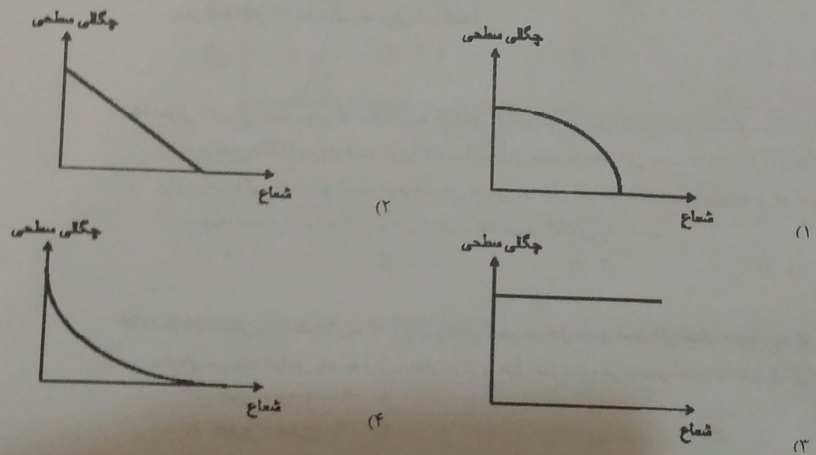
کدا، صفحه ۱ از ۱۰

- ۹- روشنایی سطحی مرکز یک کهکشان برابر است با ۱۵ قدر بر ثانیه ی قوسی مربع ( $mag, arcsec^{-2}$ ) یعنی هر ثانیه ی قوس مربع معادل چشمه ی نوری با قدر ۱۵ است. این روشنایی سطحی معادل با چند درخشندگی خورشیدی بر پارسیک مربع ( $L_{\odot}, pc^{-2}$ ) است؟
- (۱) ۹۰۰ (۲) ۸۵۰۰ (۳) ۱۸۰۰۰۰ (۴) ۳۲۰۰۰

۱۰- ستاره های با دمای سطحی ۱۳۶۰۰۰ کلوین و درخشندگی ۲۰۰ برابر درخشندگی خورشید مشاهده شده است. نوع این ستاره کدام است؟

- (۱) ستاره ی رشته ی اصلی با جرم تقریباً ۴٫۵ برابر خورشید  
 (۲) غول قرمز با جرم ۴٫۵ برابر خورشید  
 (۳) کوتوله ی سفید  
 (۴) غول آبی در انتهای رشته ی اصلی

۱۱-  $N^{-1}$  ستاره در کره ای به شعاع  $a$  به طور یکنواخت توزیع شده است. نمودار چگالی سطحی این کره از دید ناظر زمینی (مثلاً چند ستاره بر ثانیه ی قوس مربع) بر حسب فاصله از مرکز کدام گزینه است؟



کدا، صفحه ۳ از ۱۰

۵- فرض کنید به همراه منظومه ی شمسی در مرکز یک خوشه ی ستاره ای به شعاع ۵۰ پارسیک زندگی می کنیم که همه ی ستاره های آن دارای قدر مطلق  $M=5$  هستند. چگالی عددی ستاره ها در این خوشه ی یکنواخت بوده و برابر ۱۰ ستاره در پارسیک مکعب است. در شب تقریباً چند هزار ستاره با چشم غیر مسلح قابل رویت می باشد؟

- (۱) ۵۰ (۲) ۱۰۰ (۳) ۱۷۰ (۴) ۳۵۰

۶- برای تعیین فاصله ی یک خوشه ی کروی از رصد قیفاووسی ها استفاده می کنیم. یک قیفاووسی با دوره ی تناوب ۱۰۰ روز را رصد می کنیم که قدر ظاهری آن در دو باند مختلف به صورت  $m_V=25.64$  ,  $m_B=26.94$  است رابطه ی دوره تناوب-قدر مطلق قیفاووسی ها در دو باند مختلف به صورت زیر است:

$$M_V = -2.70 \log(P) + 17.04$$

$$M_B = -2.96 \log(P) + 16.56$$

که در آن دوره ی تناوب  $P$  بر حسب روز است. اگر ضرایب خاموشی در این دو طول موج با رابطه ی  $A_B=0.6A_V$  به هم مربوط شوند، فاصله ی این خوشه از ما چند کیلوپارسیک است؟

- (۱) ۸ (۲) ۱۲ (۳) ۱۶ (۴) ۲۰

۷- یک ساعت آونگ دار در ایستگاه بین المللی قضایی مورد استفاده قرار می گیرد. دوره ی تناوب این ایستگاه قضایی ۵۵٫۴ ثانیه است. خطای اندازه گیری زمان در این ایستگاه در هر ساعت، چند دقیقه خواهد بود؟

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۸- یکی از نظریه های جایگزین ماده ی تاریک نظریه ی موند است. طبق این نظریه، در صورتی که شتاب حرکت جسمی کمتر از مقدار  $a_0 = 10^{-10} m/s^2$  باشد (که به حد شتاب موند معروف است) قانون دوم نیوتون به شکل سنتی آن برقرار نیست و اصطلاحاً باید از مکانیک نیوتونی تعمیم یافته برای توصیف حرکت اجرام استفاده کنیم. ماهواره ی ویجر در ۱۴ مهرماه ۱۳۵۶ به فضا پرتاب شده است. این ماهواره با سرعت  $61000 km/h$  در حال دور شدن از منظومه شمسی است. حدوداً از چه سالی به بعد برای توصیف حرکت این ماهواره باید از مکانیک نیوتونی تعمیم یافته استفاده کنیم؟

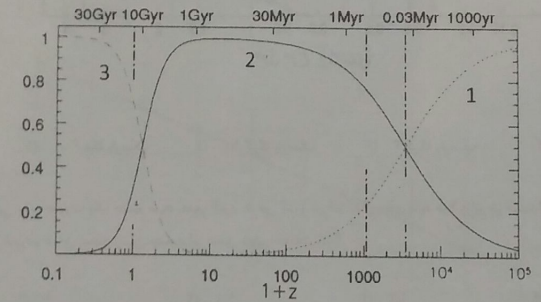
- (۱) ۱۳۹۵ (۲) ۲۵۲۰ (۳) ۲۴۹۵ (۴) ۱۵۲۳

کدا، صفحه ۲ از ۱۰

۱۷- در ابتدای شکل گیری ساختارها در کیهان، فرض می‌کنیم که فقط عامل گرانش در انقباض (رمیش) ساختارها نقش اصلی و غالب را ایفا می‌کند (یعنی هیچ عامل باز دارنده‌ای در مقابل گرانش وجود ندارد) زمان رمیش ساختاری مانند یک کیهکشان به جرم  $10^{12}$  جرم خورشید و شعاع ۱۰۰ کیلوپارسک چند برابر زمان رمیش ساختاری مانند یک خوشه‌ی کیهکسانی با جرم  $10^{15}$  جرم خورشید و شعاع ۱۰ میلیون پارسک است؟ ساختارها را به صورت کروی شکل در نظر بگیرید.

(۱)  $30$  (۲)  $10^{-2}$  (۳)  $0.33$  (۴)  $1000$

۱۸- محتویات تشکیل دهنده‌ی عالم به طور کلی شامل سه مولفه‌ی ماده، تابش و انرژی تاریک است. در شکل زیر نحوه‌ی تغییرات چگالی نسبی هر کدام از مولفه‌ها با زمان یا به عبارت دیگر با قرمزگرایی،  $z$  نشان داده شده است. منحنی‌های نقطه-چین (شماره‌ی ۱)، توپر (شماره‌ی ۲)، و خط-چین (شماره‌ی ۳) به ترتیب مربوط به کدام یک از مولفه‌ها است؟



- (۱) ماده - انرژی تاریک - تابش  
 (۲) انرژی تاریک - تابش - ماده  
 (۳) ماده - تابش - انرژی تاریک  
 (۴) تابش - ماده - انرژی تاریک

۱۹- زاویه‌ی قبه با امتداد جنوب در شهر پاریس ( $48.86^{\circ}N, 2.35^{\circ}E$ ) چند درجه است. موقعیت جغرافیایی کعبه  $21.42^{\circ}N, 39.82^{\circ}E$  است.

- (۱)  $60$  درجه به سمت شرق  
 (۲)  $60$  درجه به سمت غرب  
 (۳)  $30$  درجه به سمت شرق  
 (۴)  $30$  درجه به سمت غرب

کدام، صفحه ۵ از ۱۰

۱۲- یکی از روشهای مرسوم در فاصله‌ی پایی ستاره‌ها استفاده از رده‌ی طیفی آن‌ها و قدر مطلق مربوط به آن رده‌ی طیفی است البته ممکن است به دلیل دوتایی بودن آن ستاره، خطایی در این روش ایجاد شود. فرض کنید ستاره‌ای از رده‌ی طیفی خورشید با قدر ظاهری  $m_v = 7.22$  را مشاهده می‌کنیم. اگر این ستاره تک باشد فاصله‌ی آن را با استفاده از جبری می‌کنیم. بعد از مدتی مشخص می‌شود که این ستاره در واقع یک دوتایی است که از دوتاره‌ی مشابه خورشید تشکیل شده است. در این صورت فاصله‌ی صحیح را محاسبه کرده و با  $d_1$  نشان می‌دهیم. مقدار  $|d_1 - d_2|$  بر حسب پارسک به کدام گزینه نزدیکتر است؟

- (۱)  $13$  (۲)  $44$  (۳)  $22$  (۴)  $31$

۱۳- پتانسیل گرانشی، توده‌ی ابری باران را در ارتفاع  $1000$  متری از سطح زمین قرار گرفته است که باعث بارشی  $10$  میلیمتری در مساحتی به ابعاد  $100 \text{ km}^2$  ( $10 \text{ km} \times 10 \text{ km}$ ) می‌شود. سرعت حادی قطرات باران در جو حدوداً  $7 \text{ m/s}$  است. تغییر دمای هوای منطقه‌ی تحت بارش در اثر این فرایند چند کلوین است؟ چگالی هوا را در این ناحیه ثابت فرض کرده و  $1 \text{ kg/m}^3$  در نظر بگیرید. ظرفیت گرمایی ویژه‌ی هوا نیز  $1000 \text{ J/kg.K}$  است.

- (۱)  $0.01$  (۲)  $0.1$  (۳)  $1$  (۴)  $10$

۱۴- نسبت تعداد قطرات باران به ازای هر یک میلیمتر باران در سطح کل کشور ایران، به تعداد منگول‌های یک قطره باران چقدر است؟ (هر  $16$  قطره آب یک میلی لیتر است)

- (۱)  $10^{-1}$  (۲)  $10^{-2}$  (۳)  $10^{-3}$  (۴)  $10^{-4}$

۱۵- فرض کنید کل مدت زمانی که ستاره‌ای به جرم دو برابر خورشید بر روی رشته‌ی اصلی ( $MS$ ) سپری می‌کند که به فاز رشته‌ی اصلی ( $MS$ ) معروف است تقریباً  $17$  میلیارد سال باشد. در طول این مدت، درخشندگی آن تقریباً ثابت و  $11$  برابر درخشندگی خورشیدی است. جرم هسته‌ی هلیومی در پایان این فاز، تقریباً چند برابر جرم خورشید خواهد بود؟ انرژی تولید شده در اثر تولید یک اتم هلیوم برابر با  $25$  میلیون الکترون ولت است.

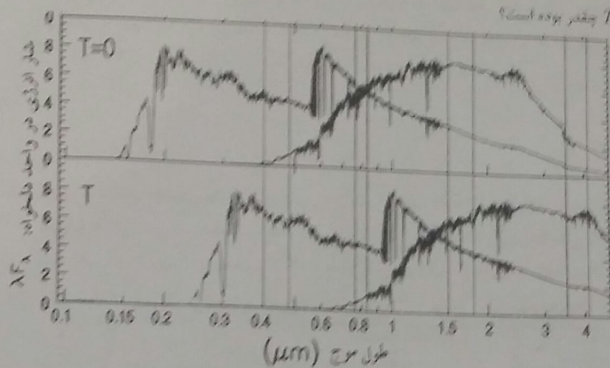
- (۱)  $0.1$  (۲)  $0.18$  (۳)  $0.4$  (۴)  $1.4$

۱۶- ستاره‌ای سنگین را در نظر بگیرید که بر روی رشته‌ی اصلی در حال تحول است. اگر آهنگ خروج جرم که در اثر پاددهای ستاره‌ای می‌باشد افزایش یابد، به ترتیب دمای مرکز و طول عمر ستاره در رشته‌ی اصلی چه تغییری می‌کند؟

- (۱) کاهش - افزایش  
 (۲) افزایش - کاهش  
 (۳) دما تغییر نمی‌کند چون طول عمر رشته‌ی اصلی فقط به جرم اولیه‌ی ستاره بستگی دارد.  
 (۴) دما افزایش می‌یابد ولی طول عمر رشته‌ی اصلی تغییر نمی‌کند.

کدام، صفحه ۴ از ۱۰

۲۰- در مدل سازی ترمول گهنگشانی طیف دوتوع مختلف گهنگشان، مدل سازی شده است به طوری که طیف گهنگشانها در زمان حال ( $T=0$ ) و در زمان گذشته ( $T$ ) در شکل زیر نشان داده شده است. برآورد کنید فاصله این گهنگشانها از ما در زمان  $T$  چقدر بوده است؟



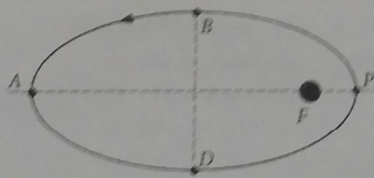
- (۱) ۳۰۰ مگا پارسیک (۲) ۱۰ گیگا پارسیک (۳) ۲ گیگا پارسیک (۴) ۱ گیگا پارسیک

۲۱- زمین را به صورت یک جسم سیاه تصور کنید. فرض کنید درخشندگی خورشید شما برابر درخشندگی کنونی آن شود. در آن صورت دمای سطح زمین چند برابر دمای فعلی خواهد شد؟

- (۱) ۱ (۲) ۱/۱ (۳) ۱/۲ (۴) ۱/۵

۲۲- اثرات نجومی زیادی را می توان در تقویم های روزانه مشاهده کرد.

با یک مدل ساده از مسیر حرکت زمین به دور خورشید به صورت یک بیضی، می خواهیم خروج از مرکز زمین را تعیین کنیم. با توجه به شکل زیر، اگر فاصله زمانی های  $DPB$  طول زمستان (۱۷۹ روز) و  $BAD$  طول تابستان باشند، خروج از مرکز زمین را تعیین کنید.



کدام صفحه از ۱۰

- (۱) ۰,۴۰  
(۲) ۰,۴۶  
(۳) ۰,۴۰  
(۴) ۰,۱۷

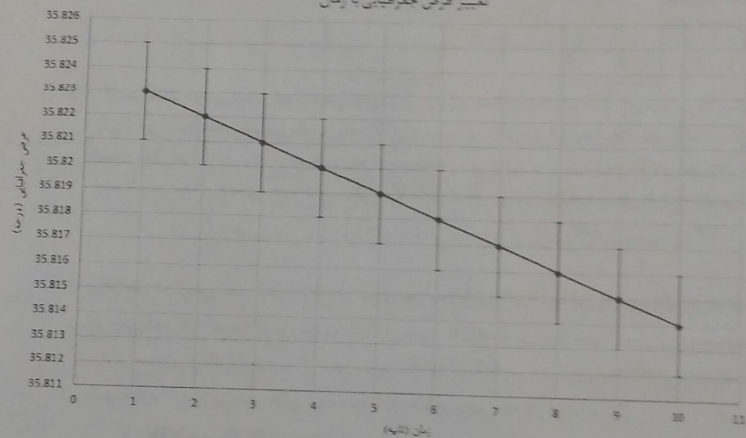
۲۳- ماهواره ای با شعاع مداری ۶۸۰۰ کیلومتر می خواهد پهنای شانه ای یک انسان روی سطح زمین را تشخیص بدهد. به این منظور حداقل به چه قطر دهانه ای تلسکوپی نیاز دارد؟

۲۴- اگر از دو عدسی محدب تازک متقارن، از جنس پیرکس یا ضریب شکست ۱,۴۷۴ که شعاع انحنای عدسی اول ۱,۰۰۰ متر و شعاع انحنای عدسی دوم ۱۰۰ سانتیمتر است استفاده کنیم تا یک تلسکوپ بسازیم، فاصله بین آنها را چند سانتی متر باید باشد تا تلسکوپ ما درست کار کند؟

- (۱) ۱۱۰۰ (۲) ۹۰۰ (۳) ۹۴,۹ (۴) ۱۱۶,۰

۲۵- از موقعیت سنجی مکان رصد خوندمان یک منحنی به صورت زیر به دست می آوریم. دقت موقعیت یابی ناظر چند متر است؟

تغییر عرض جغرافیایی با زمان



- (۱) ۲۲۰ (۲) ۸۸۰ (۳) ۱۰۰ (۴) ۵۰

۲۶- تلسکوپ رصدخانه ای ملی ایران به قطر ۲,۴ متر در ناحیه ای مرئی کار می کند. سطح آینه ای اصلی آن باید کمتر از یک دهم طول موج مرئی، صیقلی بوده و ناهمواری نداشته باشد.

اگر فرض کنیم که این آینه قطری به اندازه ای کرده ی زمین می داشت، به طوری که نسبت ناهمواری های آن به قطر آن، با نسبت ناهمواری های کنونی آن به قطر کنونی آن برابر بود، بیشترین ناهمواری و اختلاف سطح آن چقدر می شد؟

- (۱) ۲ سانتیمتر (۲) ۲۰ سانتیمتر (۳) ۲۰ متر

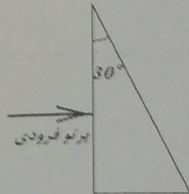
کدام صفحه از ۱۰

$$n(\lambda) = A + \frac{B}{\lambda^2}$$

۲۷- برای یک شیشه ای اپتیکی رابطه‌ی کوشی به صورت زیر است:

$$A = 1.7280, \quad B = 0.01342 (\mu\text{m}^2)$$

از یک منشور به زاویه‌ی راس  $30^\circ$  به صورت نشان داده شده در شکل استفاده می‌کنیم. یک پرتو عمودی از یک لامپ سدیم به آن می‌تابانیم. اگر بخواهیم طول موج‌های نزدیک  $\lambda_1 = 586.0 \text{ nm}$  و  $\lambda_2 = 589.5 \text{ nm}$  را روی ۲ پیکسل جداگانه از یک CCD به ابعاد پیکسل  $10 \mu\text{m} \times 10 \mu\text{m}$  تشخیص دهیم، فاصله CCD از محل خارج شدن پرتو از منشور چقدر باید باشد؟ ضریب شکست هوا  $1.0000$  است.



- (۱) ۵۰ سانتی متر
- (۲) ۱۰ سانتی متر
- (۳) ۲ سانتی متر
- (۴) ۰.۴ سانتی متر

۲۸- یک سیستم دوتایی شامل دو ستاره‌ی نوترونی با جرم‌های مساوی  $1.5$  برابر جرم خورشید در نظر بگیرید. فرض کنید یکی از این ستاره‌های نوترونی پالسار بوده که دوره تناوب هر پالس آن  $2$  ثانیه است. دوره تناوب مداری هم  $8$  ساعت است. مدار حرکت دو ستاره، دایره‌ای بوده و نسبت به زمین از لبه دیده می‌شود. دامنه‌ی تغییرات دوره تناوب پالس چقدر خواهد بود؟ راهنمایی: دوره تناوب پالس  $P$  شامل انتقال دوپلری شبیه به انتقال دوپلری نور می‌شود.

- (۱) ۰.۱ ثانیه
- (۲) ۱ ثانیه
- (۳) ۰.۰۱ ثانیه
- (۴) ۰.۰۰۱ ثانیه

۲۹- برافزایش در زمین: یک شهاب سنگ در فضای بین سیاره‌ای ساکن است. این شهاب سنگ به خاطر گردش زمین به جو برخورد می‌کند. سرعت نسبی شهاب سنگ و زمین  $30$  کیلومتر بر ثانیه است. جنس این شهاب سنگ نیز از جنس سیلیس معمولی (خاک) با ظرفیت گرمایی متوسط  $800 \text{ J/kg.K}$  است. به دلیل اصطکاک زیاد جو، تمام انرژی جنبشی جسم به گرما تبدیل می‌شود. دمای شهاب سنگ در هنگام برخورد به جو چقدر است؟

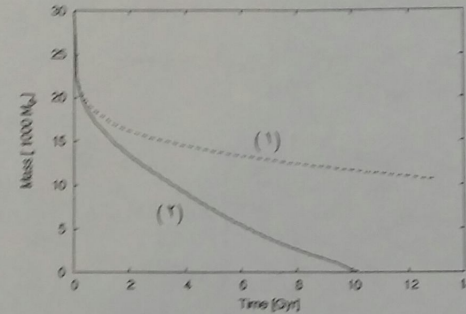
- (۱) اطلاعات مسئله کافی نیست
- (۲)  $5000$  کلوین
- (۳)  $50000$  کلوین
- (۴)  $500000$  کلوین

۳۰- خورشید علاوه بر تابش نور (امواج الکترومغناطیسی) ذراتی را نیز از خود تابش می‌کند که به پادهای خورشیدی موسومند. یک پروتون با انرژی جنبشی  $10$  میلیون الکترون ولت ( $K = 10 \text{ MeV}$ ) پس از چه مدتی به سطح زمین می‌رسد.

- (۱) ۸ دقیقه
- (۲) ۱ ساعت
- (۳) ۳ ساعت
- (۴) ۳ روز

کدام صفحه ۸ از ۱۰

۳۱- دو خوشه‌ی کروی به دور مرکز کهکشان راه شیری در مدارهایی دایره‌ای در حرکت هستند. در نمودار زیر تغییرات زمانی جرم این خوشه‌ها داده شده است. کدام گزینه صحیح است؟



- (۱) خوشه‌ی (۱) در فاصله‌ی  $10$  کیلوپارسک و خوشه‌ی (۲) در فاصله‌ی  $50$  کیلوپارسک از مرکز کهکشان قرار دارند.
- (۲) خوشه‌ی (۱) در فاصله‌ی  $50$  کیلوپارسک و خوشه‌ی (۲) در فاصله‌ی  $10$  کیلوپارسک از مرکز کهکشان قرار دارند.
- (۳) تغییرات جرم خوشه به فاصله از مرکز کهکشان بستگی ندارد و ناشی از عامل دیگری است.
- (۴) هر دو خوشه در فاصله‌ی یکسانی از مرکز کهکشان هستند ولی جرم اولیه‌ی متفاوتی داشته‌اند.

۳۲- از اندازه گیری خطوط نشری در مرکز کهکشان  $M87$  توسط تلسکوپ فضایی هابل، سرعت مداری ستاره‌ها در فاصله‌ی  $0.1''$  ثانیه‌ی فوسی از مرکز کهکشان، تقریباً  $1000$  کیلومتر بر ثانیه به دست آمده است. با فرض اینکه مقول فاصله‌ی این کهکشان  $(m-M) = 31$  باشد، جرم سیاهچاله‌ی مرکزی که در مرکز این کهکشان قرار دارد به کدام گزینه نزدیکتر است؟

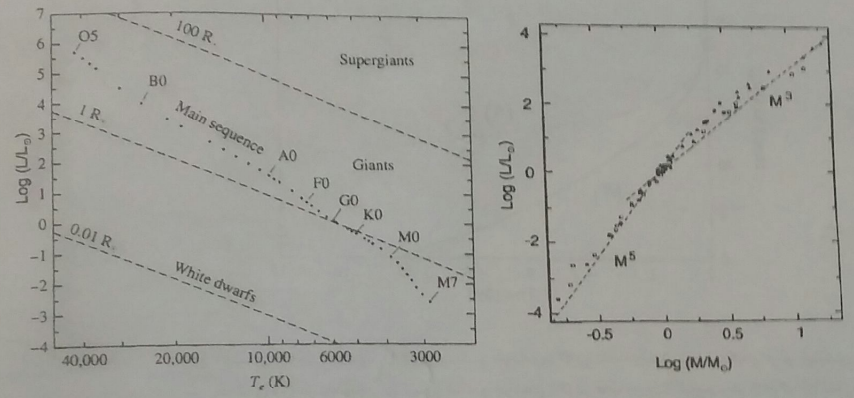
- (۱)  $2 \times 10^6$
- (۲)  $5 \times 10^7$
- (۳)  $2 \times 10^8$
- (۴)  $5 \times 10^9$

۳۳- در مواردی که نیز به رصد خورشید برای منجمان آمانور وجود دارد؛ مثل گذر زهره، خورشید گرفتگی‌ها، مشاهده‌ی لکه‌های بزرگ خورشید و مواردی از این دست، پیشنهاد می‌شود که حتی با فیلتر هم به خورشید نگاه نکنیم. در این موارد پیشنهاد می‌شود که از یک روزنه‌ی کوچک استفاده کنید و تصویر خورشید را روی یک پرده بی‌اندازه بزرگ اگر گذر زهره را از این طریق رصد کنیم و فاصله‌ی روزنه از پرده نیز  $2$  متر باشد پهنای سایه‌ی زهره روی پرده چند میلیمتر خواهد بود.

- (۱) ۰.۵
- (۲) ۲
- (۳) ۵
- (۴) ۲۰

کدام صفحه ۹ از ۱۰

۳۴- به ترتیب چگالی ستاره‌های B0 و M7 بر حسب چگالی آب به کدام گزینه نزدیک‌تر است.



- (۱) ۰٫۲ و ۵۰ (۲) ۰٫۵ و ۲۰ (۳) ۰٫۲ و ۲۰ (۴) ۰٫۵ و ۵۰

۳۵- در اثر اصطکاک جذر و مد دریا، شعاع مدار حرکت ماه به دور زمین، با سرعت چندین سانتیمتر بر سال افزایش می‌یابد. در این صورت:

- (۱) تکانه زاویه‌ای ماه ثابت می‌ماند زیرا سرعت آن کاهش می‌یابد.
- (۲) تکانه زاویه‌ای ماه ثابت می‌ماند اما انرژی کل آن افزایش می‌یابد.
- (۳) تکانه زاویه‌ای و انرژی کل ماه افزایش می‌یابد.
- (۴) تکانه زاویه‌ای و انرژی کل ماه کاهش می‌یابد.

کدا، صفحه ۱۰ از ۱۰