



نام: _____

نام خانوادگی: _____

کد ملی: _____

شماره سند ملی: _____

حوزه امتحانی: _____

استان / منطقه: _____

شماره پرونده: _____

نام و نام خانوادگی خود را با دستخط بنویسید.

نام و نام خانوادگی خود را _____

کد دفترچه _____

مطابق توضیحات دفترچه تکمیل شود

غلط (X) صحیح (✓) غلط (X) صحیح (✓)

تمام سلول مورد نظر مطابق نمونه صحیح پر شود:

۱	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵
۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰	۳۱	۳۲	۳۳	۳۴	۳۵	۳۶	۳۷	۳۸	۳۹	۴۰	۴۱	۴۲	۴۳	۴۴	۴۵	۴۶	۴۷	۴۸	۴۹	۵۰	
۵۱	۵۲	۵۳	۵۴	۵۵	۵۶	۵۷	۵۸	۵۹	۶۰	۶۱	۶۲	۶۳	۶۴	۶۵	۶۶	۶۷	۶۸	۶۹	۷۰	۷۱	۷۲	۷۳	۷۴	۷۵	
۷۶	۷۷	۷۸	۷۹	۸۰	۸۱	۸۲	۸۳	۸۴	۸۵	۸۶	۸۷	۸۸	۸۹	۹۰	۹۱	۹۲	۹۳	۹۴	۹۵	۹۶	۹۷	۹۸	۹۹	۱۰۰	

سازگار با علامت خوان پایا ۱-3-1004-YSC

از تغییر علامت های دایره ای چهار گوشه پاسخنامه جداً خودداری نمایید



باسمه تعالی
جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش
مرکز ملی پرورش استعداد های درخشان و دانش پژوهان جوان
معاونت دانش پژوهان جوان

باشگاه دانش پژوهان جوان

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

دفترچه سوالات مرحله اول

نهمین دوره المپیاد نجوم و اختر فیزیک سال ۱۳۹۱

بعد از ظهر - ساعت : ۱۴:۰۰

کد دفترچه : ۱

تعداد سوالات	مدت آزمون (دقیقه)
۳۵	۱۸۰

توضیحات مهم

استفاده از ماشین حساب مجاز است.

۱. کد برگه سؤالات شما ۱ است. این کد را در محل مربوط روی پاسخ نامه علامت بزنید. در غیر این صورت پاسخ نامه شما تصحیح نخواهد شد. توجه داشته باشید کد برگه سؤالات شما که در زیر هر یک از صفحه های این دفترچه نوشته شده است، با کد اصلی که در همین صفحه است یکی باشد.
۲. بلافاصله پس از آغاز آزمون تعداد سوالات داخل دفترچه و وجود همه برگه های دفترچه سوالات را بررسی نمایید. در صورت وجود هرگونه نقصی در دفترچه، در اسرع وقت مسوول جلسه را مطلع کنید.
۳. یک برگ پاسخ نامه در اختیار شما قرار گرفته که مشخصات شما بر روی آن نوشته شده است. در صورت نادرست بودن آن، در اسرع وقت مسوول جلسه را مطلع کنید.
۴. برگه پاسخ نامه را دستگاه تصحیح می کند، پس آن را تا نکند و تمیز نگه دارید و بعلاوه پاسخ هر پرسش را با مداد مشکی نرم در محل مربوط علامت بزنید. لطفاً خانه مورد نظر را کاملاً سیاه کنید.
۵. پاسخ درست به هر سوال ۳ نمره مثبت و پاسخ نادرست یک نمره منفی دارد.
۶. همراه داشتن هرگونه کتاب، جزوه، یادداشت و لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه و لپ تاپ ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد، تقلب محسوب خواهد شد.
۷. آزمون مرحله دوم برای دانش آموزان سال اول دبیرستان صرفاً جنبه آزمایشی و آمادگی دارد و شرکت کنندگان در دوره تابستانی از بین دانش آموزان پایه دوم و سوم دبیرستان انتخاب می شوند.
۸. داوطلبانی می توانند دفترچه سوالات را با خود ببرند که تا پایان آزمون در جلسه حضور داشته باشند، در غیر این صورت دفترچه باید همراه پاسخ نامه تحویل شود.

ثوابت فیزیکی و نجومی

$6.67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$	G	ثابت جهانی گرانش
$5.67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$	σ	ثابت استفان بولتزمن
$1.38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$	k_B	ثابت بولتزمن
$6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$	h	ثابت پلانک
$1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$	e	بار الکترون
$3.00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$	c	سرعت نور
$3.09 \times 10^{16} \text{ m}$	pc	پارسک
$1.50 \times 10^{11} \text{ m}$	Au	واحد نجومی
$9.46 \times 10^{15} \text{ m}$	Ly	سال نوری
$6.96 \times 10^8 \text{ m}$	$R_{\odot}$	شعاع خورشید
$1.99 \times 10^{30} \text{ kg}$	$M_{\odot}$	جرم خورشید
$5.97 \times 10^{24} \text{ kg}$	$M_{\oplus}$	جرم زمین
$3.85 \times 10^{26} \text{ W}$	$L_{\odot}$	درخشندگی خورشید
۴.۷۲		قدر مطلق بولومتریک خورشید
-۲۶.۷	$m_{\odot}$	قدر ظاهری خورشید
۷۷۰ kpc		فاصله‌ی کهکشان ام‌رۃ‌المسلسله یا آندرومدا از خورشید
۷۳ (km/s)/Mpc	H_0	ثابت هابل در حال حاضر
$1.37 \times 10^{-2} \text{ W m}^{-2}$	$f_{\odot}$	ثابت خورشیدی

توجه: تعداد ۳۵ سوال در ۱۲ صفحه تنظیم شده که پیشنهاد می‌شود پیش از شروع، آن را واریسی نمائید.

(۱) برخلاف اینکه می‌دانیم ستاره‌ها به دلیل دور بودنشان از ما، همگی چشمه‌های نوری نقطه‌ای هستند؛ چرا با چشم غیر مسلح یا در تصاویر نجومی درشت و ریز دیده می‌شوند؟

(۱) این امر فقط به دلیل جو زمین بوده و خارج از آن، ستاره‌ها همگی به یک اندازه دیده می‌شوند.

(۲) درشت دیده شدن ستاره‌ها به دلیل پراش نور است.

(۳) درشت دیده شدن برخی ستاره‌ها به دلیل اشباع سلول‌های چشم یا صفحات عکاسی است.

(۴) ستاره‌های رشته اصلی ریز و ستاره‌های خارج از رشته اصلی درشت دیده می‌شوند.

(۲) یکی از روش‌هایی که برای مطالعه‌ی خروج جرم در ستاره‌های بسیار سنگین استفاده می‌شود، استفاده از پهنای خطوط طیفی است. باد ستاره‌ای در جو یک ستاره با سرعت ۲۰۰ کیلومتر بر ثانیه در جریان است. پهنای خطوط طیفی این ستاره در طول موج ۶۰۰ نانومتر چند آنگستروم خواهد بود؟

(۴) ۴۰

(۳) ۲۰

(۲) ۴

(۱) ۲

(۳) یک تلسکوپ حرفه‌ای که به خوبی قطبی شده، با استقرار استوایی نصب شده و در حال رهگیری اجرام آسمانی است.

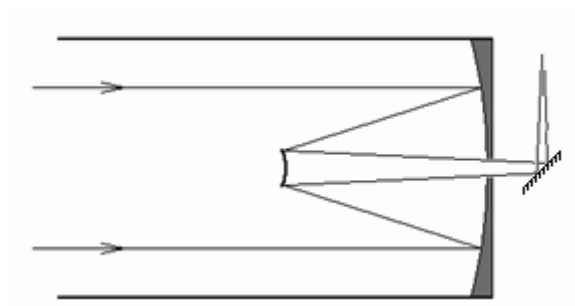
(۱) میدان دید این تلسکوپ برخلاف تلسکوپ‌های سمت-ارتفاعی ثابت است.

(۲) چنین تلسکوپی قادر به رهگیری چشمه‌های آسمانی در زوایای میل بیش از 60° نخواهد بود.

(۳) میدان دید آن برخلاف تلسکوپ سمت-ارتفاعی به کندی می‌چرخد.

(۴) این تلسکوپ برای رهگیری اجرام آسمانی به هیچ موتوری نیاز ندارد.

(۴) شکل شماتیک زیر چه نوع تلسکوپی را نشان می‌دهد؟



(۴) کاسگرین

(۳) اشمیت-کاسگرین

(۲) شکستی

(۱) نیوتونی

۵) یکی از بخش‌های اصلی جو زمین لایه یون-سپهر است که به دلیل داشتن چگالی بالای یونی، باعث بازتاب امواج رادیویی در فرکانس‌های پایین می‌شود. در یک کار تقریباً آماتوری، می‌توان یک آنتن حلقوی رادیویی ساخت که در فرکانس‌های خیلی پایین در حدود ۳ تا ۳۰ کیلوهرتز کار کند و با استفاده از آن، بتوان اختلالات یون-سپهری را مشاهده کرد.

کدامیک از موارد زیر قابل انجام توسط آنتن فوق نیست؟

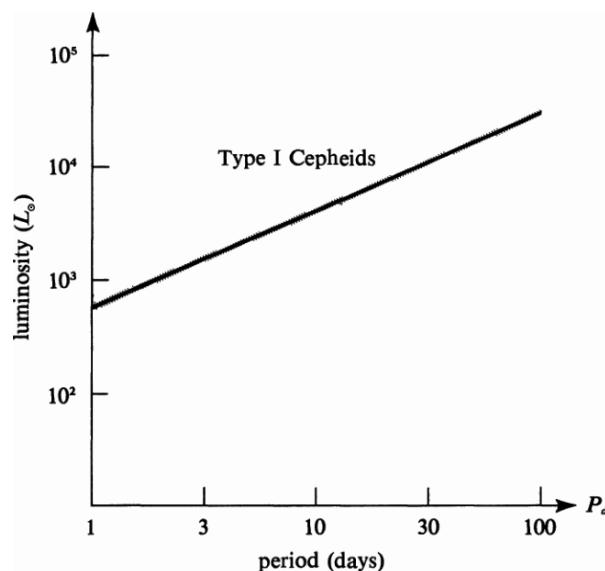
۱) مطالعه اثرات بادهای خورشیدی (باد خورشیدی به ذرات بارداری گفته می‌شود که خورشید به فضای اطراف پرتاب می‌کند)

۲) مطالعه چشمه‌های رادیویی آسمان در فرکانس‌های پایین

۳) شمارش شهاب‌سنگ‌ها در شب‌های بارش شهابی

۴) مطالعه فعالیت‌ها و شراره‌های خورشیدی

۶) منحنی درخشندگی متوسط متغیرهای قیفاووسی نوع I بر حسب دوره‌ی تغییرات درخشندگی آنها به صورت نشان داده شده در شکل زیر است. یک متغیر قیفاووسی در کهکشان ام‌ره‌المسلسله یا آندرومدا واقع شده است؛ که دوره‌ی تغییرات درخشندگی تقریباً ۱۰۰ روزه‌ای دارد. قدر ظاهری متوسط آن به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟



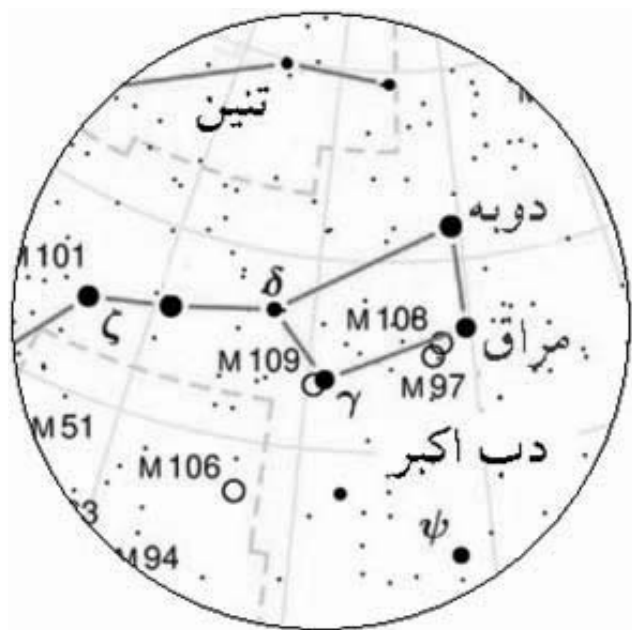
۱۱ (۴)

۱۴ (۳)

۱۷ (۲)

۲۰ (۱)

(۷) میدان دید این تلسکوپ به کدام گزینه نزدیک تر است؟



(۴) π ۰٫۰۷ استرادیان

(۳) π ۰٫۲۵ استرادیان

(۲) π ۰٫۵۰ استرادیان

(۱) π ۱٫۰۰ استرادیان

(۸) شعاع چرخش یک ذره ی باردار در یک میدان مغناطیسی یکنواخت را شعاع لارمور آن ذره می گوئیم. شعاع لارمور یک ذره باردار نسبیتی به بار q و با انرژی E که در میدان مغناطیسی B قرار گرفته است برابر $r = E / qBc$ است که در این رابطه c سرعت نور است.

امتداد میدان مغناطیسی غیر صفر کهکشان راه شیری در امتداد بازوها است؛ بنابراین ذرات باردار خارج شده از ستاره ها در این میدان منحرف خواهند شد. در صورتی که شعاع لارمور این ذرات کمتر از نصف ضخامت کهکشان باشد در این میدان سرگردان خواهند شد و در صورتی که شعاع لارمور آنها بیش از نصف ضخامت کهکشان باشد از کهکشان خواهند گریخت. بنابراین ذرات کم انرژی تر قابل دریافت در سطح زمین، منشاء کهکشانی و ذرات پرانرژی تر منشاء فراکهکشانی خواهند داشت.

یک هسته ی آهن $[^{26}_{56}\text{Fe}]$ با چه انرژی می تواند شعاع لارموری برابر با نصف ضخامت کهکشان (تقریباً ۱۵۰ پارسک) داشته باشد تا از کهکشان راه شیری با میدان مغناطیسی تقریبی 10^{-10} تسلا فرار کند؟

(۴) $3/6 \times 10^{+20}$ الکترون ولت

(۳) $3/6 \times 10^{+18}$ الکترون ولت

(۲) $3/6 \times 10^{+15}$ الکترون ولت

(۱) $3/6 \times 10^{+12}$ الکترون ولت

۹) اگر با لنز نرمال (لنزی که نه تله است، نه زوم) و یک پایه عکاسی ثابت از یک ستاره که روی استوای سماوی قرار گرفته است؛ به مدت حدود ۳۰ ثانیه عکس گرفته و نوردهی کنیم کشیدگی ستاره روی تصویر با چشم قابل رویت نخواهد بود. حداکثر به ترتیب چند ثانیه می‌توانیم دریاچه‌ی دوربین عکاسی را برای ستاره‌هایی که در میل‌های 30° ، 45° و 60° قرار دارند باز نگه داریم تا رد این ستاره‌ها روی تصویر با چشم قابل رویت نباشد؟

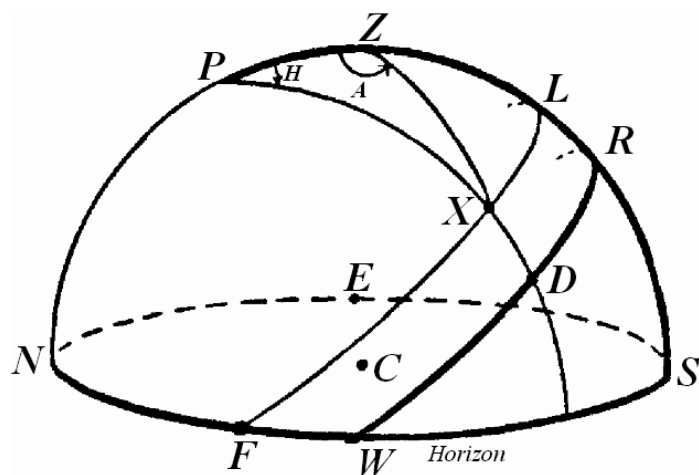
- (۱) $3.5S$ ، $4.2S$ و $6.0S$ (۲) $2.6S$ ، $2.1S$ و $1.5S$ (۳) $6.0S$ ، $4.2S$ و $3.5S$ (۴) $3.0S$ ، $3.0S$ و $3.0S$

۱۰) در اولین مراحل کارهای آماتوری نجوم، معمولاً منجمان از دوربین‌های دوچشمی یا تک چشمی استفاده می‌کنند. شناسه‌های یک دوربین دوچشمی معمولاً با دو عدد نشان داده می‌شود. که عدد سمت راست قطر عدسی شیئی را بر حسب میلی‌متر و عدد سمت چپ بزرگ‌نمایی را نشان می‌دهد. یکی از این دوربین‌ها که برای کارهای رصد آماتوری مناسب است دوربین 20×60 می‌باشد. اگر فاصله‌ی کانونی عدسی چشمی این دوربین ۲ سانتی‌متر باشد، فاصله کانونی عدسی شیئی آن چند سانتی‌متر خواهد بود؟

- (۱) ۱۲ (۲) ۲۰ (۳) ۴۰ (۴) ۶۰

۱۱) میل ستاره‌ای که در ارتفاع 37° و سمت 230° از دید ناظری در تهران ($51^\circ E$ و $35^\circ N$) رویت می‌شود را محاسبه کنید.

راهنمایی: از شکل روبرو می‌توانید استفاده کنید:



- (۱) 61.2° (۲) 50.7° (۳) 25.6° (۴) -4.3°

۱۲) طول موج تابش زمینه‌ی کیهان بر حسب متر به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟

- (۱) 2.7×10^3 (۲) 2.7 (۳) 5.3×10^{-3} (۴) 5.3×10^{-6}

۱۳) در یک برنامه‌ی رصد که با هدف محاسبه ZHR (آهنگ ساعتی سرسویی) بارش شهابی ترتیب داده می‌شود؛ کدام یک از کارهای زیر از اهمیت کمتری برخوردار است؟

۱) تقسیم قسمت‌های مختلف آسمان بین راصدان و مشاهده و ثبت داده‌های هر قسمت توسط افراد متفاوت.

۲) عکس برداری طولانی مدت بوسیله‌ی تلسکوپ از مرکز بارش.

۳) مطالعه‌ی مرکز بارش و زمان اوج بارش پیش از آغاز رصد.

۴) انتخاب موقعیت مناسب جغرافیایی برای رصد.

۱۴) کدامیک از موارد زیر در مورد پدیده‌ی جذرومد نادرست است:

۱) جذرومد در زمان‌های متفاوت یک ماه قمری متفاوت است.

۲) در سواحل شمالی ایران پدیده‌ی جذرومد دیده نمی‌شود.

۳) جذرومد به ماه و خورشید وابسته است.

۴) جذرومد مستقل از عرض جغرافیایی ناظر است.

۱۵) فرض کنید پتانسیل گرانشی یک جرم نقطه‌ای به جرم M در فاصله‌ی r از آن، به جای قانون متعارف گرانش نیوتونی که به صورت $\varphi = GM_{\odot} / r$ است به صورت $\varphi = \sqrt{GM_{\odot} A_s} \ln(r)$ باشد. که در آن A_s ثابت است و مقدار آن در واحدهای SI برابر است با $A_s = 10^{-5}$. سرعت دورانی دو سیاره به جرم‌های m و $2m$ (جرم زمین است) که به ترتیب در مدارهایی دایره‌ای با شعاع‌های $r_1 = 1AU$ و $r_2 = 2AU$ حول ستاره‌ای به جرم خورشید در حال دوران هستند؛ به ترتیب چند کیلومتر بر ثانیه است؟

(۴) ۶ و ۶

(۳) ۳۰ و ۶۰

(۲) ۲۲۰ و ۲۲۰

(۱) ۱۱۰ و ۲۲۰

۱۶) دو کهکشان به فاصله‌ی یک مگاپارسک از یکدیگر قرار دارند و جرم آنها به ترتیب $M_1 = 10^{10} M_\odot$ و $M_2 = 2 \times 10^{10} M_\odot$ است. کهکشان‌ها را نقطه‌ای فرض کنید و از وجود ماده‌ی تاریک صرف‌نظر کنید.

کمترین مقدار سرعت فرار برای یک ستاره که در نقطه‌ای روی خط واصل بین این دو کهکشان قرار گرفته است تقریباً چند کیلومتر بر ثانیه خواهد بود؟

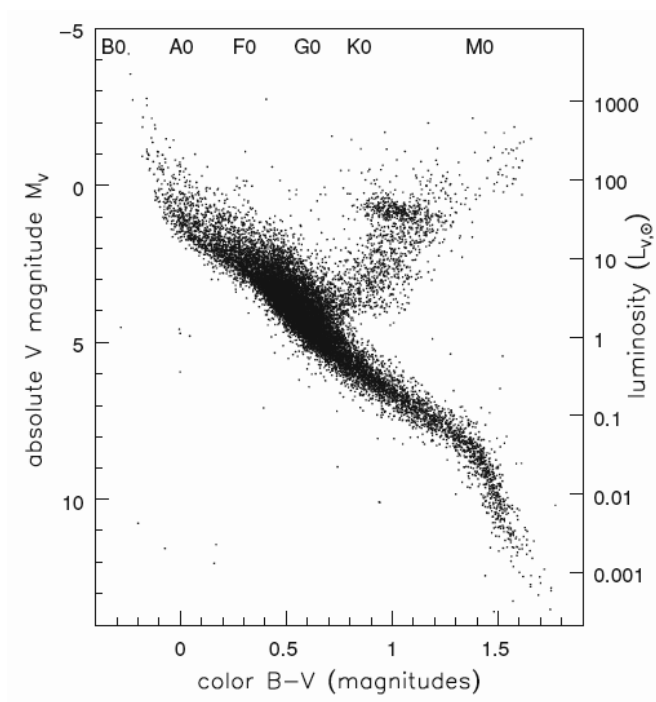
۲۲۰ (۴)

۷۵ (۳)

۲۵ (۲)

۱۰ (۱)

۱۷) نمودار قدر-رنگ (هرتزپراگ-راسل) مربوط به ستاره‌های قابل مشاهده‌ی اطراف خورشید در شکل زیر نشان داده شده است. کدام گزینه در مورد علت کم بودن ستاره‌ها در ناحیه‌ی قرمز رنگ صحیح است؟



۱) درخشندگی ستاره‌های قرمزتر کم است و آشکارسازی آنها دشوار است.

۲) بسیاری از ستاره‌های قرمز رنگ با ادغام با یکدیگر تبدیل به ستاره‌های نوع G می‌شوند.

۳) اساساً فراوانی ستاره‌های قرمز رنگ کمتر از ستاره‌های نوع G ولی بیشتر از ستاره‌های آبی رنگ است.

۴) وجود نوارهای مولکولی زیاد در طیف ستارگان قرمزتر.

۱۸) برای کدام دسته از ستاره ها قدر مطلق مرئی کمترین اختلاف را با قدر مطلق بولومتريک دارد؟

۱) ستارگانی که مقدار فلزیت (متاليسیتی) آنها بسیار کم است.

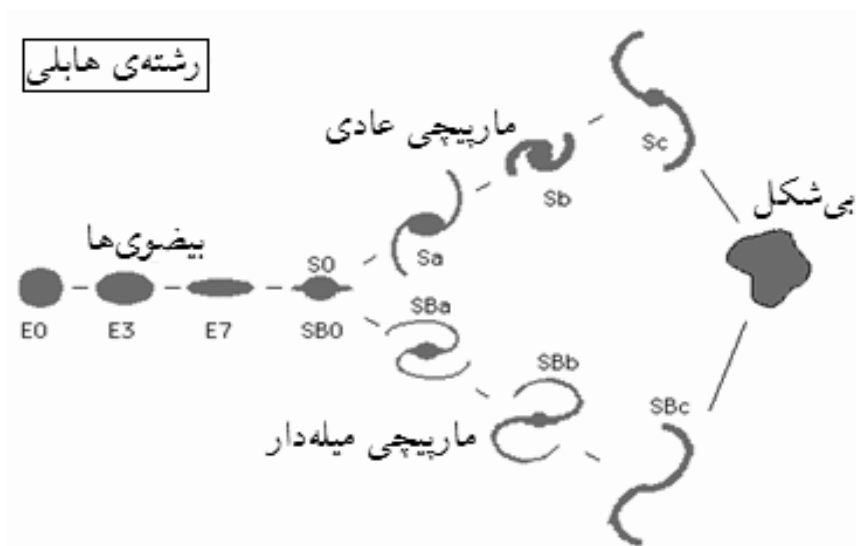
۲) ستارگان با دمای سطحی متوسط.

۳) ستارگان با دمای سطحی زیاد و نزدیکتر از ۱۰ پارسک به خورشید.

۴) ستارگان با دمای سطحی کم و نزدیکتر از ۱۰ پارسک به خورشید.

۱۹) شکل زیر که تقسیم بندی انواع کهکشان‌ها را بر حسب شکل ظاهريشان نشان می‌دهد؛ به رشته‌ی هابلی معروف است. کدام یک از روابط

همبستگی زیر بین خواص فیزیکی کهکشان‌ها و شکل آنها برقرار نیست؟



۱) اندازه و جرم کهکشان‌ها روند خاصی را از چپ به راست نشان نمی‌دهد.

۲) آهنگ تشکیل ستاره‌ای در کهکشان‌ها از چپ به راست کاهش می‌یابد.

۳) کسر جرمی گاز هیدروژن خنثی در کهکشان‌ها از چپ به راست افزایش می‌یابد.

۴) شاخص رنگ ($B-V$) کهکشان‌ها از چپ به راست کاهش می‌یابد.

۲۰) در یک خوشه‌ی کروی، ستاره‌ها از طریق نیروی گرانش با هم برهم‌کنش می‌کنند. یک برهم‌کنش قوی بین دو ستاره در فاصله‌ای رخ می‌دهد که انرژی گرانشی بین آن دو ستاره تقریباً برابر با انرژی جنبشی آنها شود. فرض کنید در یک خوشه‌ی کروی، چگالی عددی متوسط ستاره‌ها برابر با ۱۰۰۰ ستاره بر پارسک مکعب است. اگر سرعت متوسط حرکت ستاره‌ها در این خوشه‌ی کروی 10 km/s باشد چه مدت طول می‌کشد تا یک ستاره با ستاره‌ای دیگر برهم‌کنش قوی داشته باشد؟ فرض کنید جرم همه‌ی ستاره‌ها برابر جرم خورشید است.

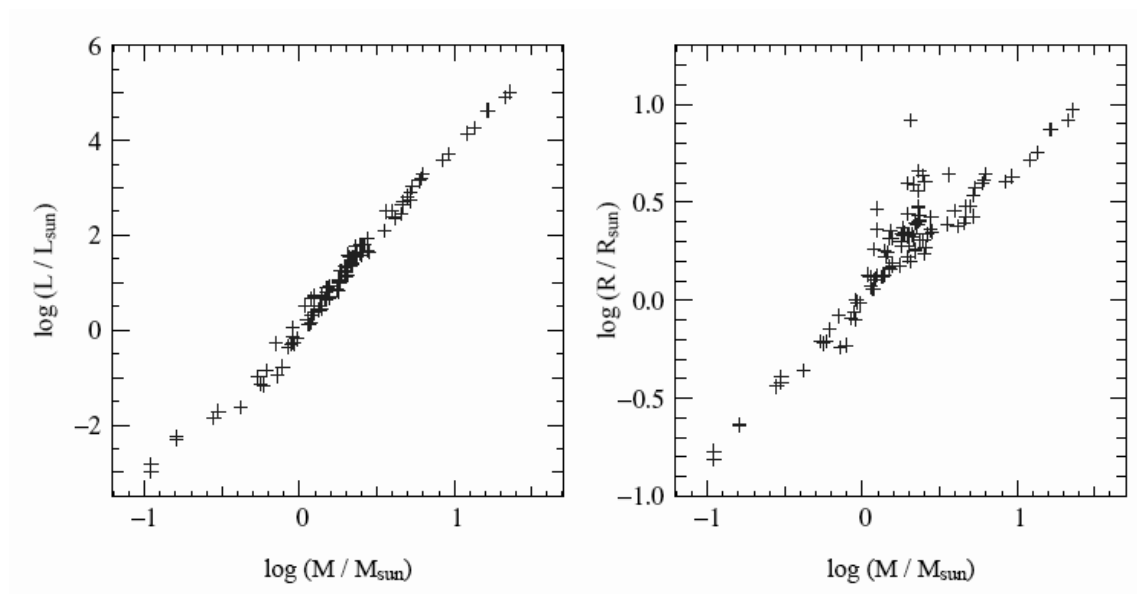
(۱) ۴۰ میلیون سال (۲) ۴۰۰ میلیون سال (۳) ۴ میلیارد سال (۴) ۴۰ میلیارد سال

۲۱) نسبت نیروی گرانشی وارد بر ماه از طرف خورشید به نیروی گرانشی وارد بر ماه از طرف زمین به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟

(۱) ۲۰۰ (۲) ۲۰ (۳) ۲ (۴) ۰٫۲

۲۲) در شکل‌های زیر نمودار جرم-درخشندگی و جرم-شعاع تعدادی از ستاره‌های اطراف خورشید نشان داده شده است. اگر رابطه‌ی

درخشندگی-شعاع به صورت $L \propto R^x$ باشد؛ مقدار x به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟



(۱) ۲٫۳ (۲) ۳٫۲ (۳) ۵٫۴ (۴) ۷٫۶

۲۳) کدام یک از عبارات زیر در مورد خوشه‌های کروی صحیح است؟

(۱) در یک خوشه‌ی کروی معمولی در کهکشان ما، امکان ندارد ستاره‌ای از رده‌ی طیفی K وجود داشته باشد.

(۲) برای تعیین فاصله‌ی خوشه‌های کروی تا فاصله‌ی کمتر از ۳ مگا پارسک از قانون هابل می‌توان استفاده کرد.

(۳) فلزیت خوشه‌های کروی معمولاً کم‌تر از فلزیت خورشید است.

(۴) خوشه‌های کروی در کهکشان راه شیری عمدتاً در قرص کهکشان توزیع شده‌اند.

۲۴) اطلاعاتی از دو کهکشان از یک خوشه کهکشانی نزدیک به ترتیب به شرح زیر داده شده است:

شار دریافتی روی زمین برحسب $\left(\frac{\text{watt}}{\text{m}^2}\right)$: $b_1 = 5 \times 10^{-13}$ و $b_2 = 2.54 \times 10^{-12}$ درخشندگی برحسب watt : $L_1 = 5.39 \times 10^{36}$ و $L_2 = 2.73 \times 10^{37}$ و سرعت چرخش برحسب km/s $v_1 = 100$ و $v_2 = 150$.

فاصله تقریبی این خوشه از ما به بر حسب مگا پارسک به کدام عدد نزدیک‌تر است؟

۷۰ (۴)

۳۰ (۳)

۷ (۲)

۳ (۱)

۲۵) یک گیرنده رادیویی روی دکل وسط یک دریاچه‌ی آرام نصب می‌شود تا امواج رادیویی را از ماهواره‌ای در حال پخش به دور زمین دریافت کند. ماهواره از افق طلوع کرده و بالای سطح افق پیش می‌رود و شدت آن به صورت دوره‌ای تغییر می‌کند. وقتی ماهواره $\theta = 3^\circ$ بالای افق قرار دارد؛ شدت سیگنال بیشینه است و در $\theta = 6^\circ$ دوباره بیشینه دوم به وجود می‌آید. طول موج سیگنال ماهواره چند متر است؟ (فرض کنید گیرنده در ارتفاع ۴ متری بالای سطح دریاچه قرار دارد)

۴ (۴)

۱ (۳)

۰.۴ (۲)

۰.۱ (۱)

۲۶) فشار جو مریخ 0.005 برابر فشار جو زمین است. قطر مریخ نیز تقریباً نصف قطر کره زمین و چگالی زمین و مریخ بر حسب kg/m^3 به ترتیب 5.5×10^3 و 4.0×10^3 است. نسبت جرم‌های جو مریخ به جو زمین به کدام عدد نزدیک‌تر است؟

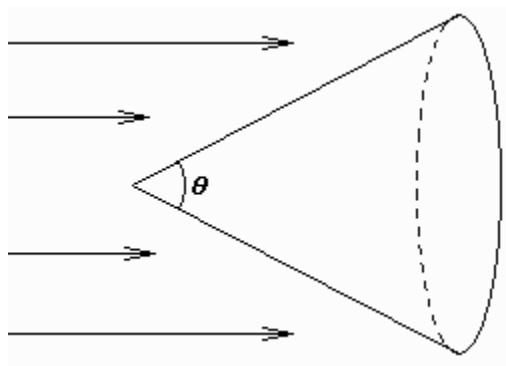
4.0×10^{-2} (۴)

4.0×10^{-3} (۳)

4.0×10^{-4} (۲)

4.0×10^{-5} (۱)

۲۷) یک سفینه فضایی مخروطی شکل از فشار تابشی خورشید برای دور کردن خود از خورشید استفاده می‌کند. محور مخروط دقیقاً از مرکز خورشید عبور می‌کند. معمولاً برای اینکه سفینه شتاب بیشتری پیدا کند سطح مخروطی سفینه را با ماده‌ای که بازتاب زیادی دارد می‌پوشانند. اما پس از ساخت سفینه متوجه می‌شوند که بر خلاف انتظارشان شتاب عملاً ۳۰٪ کاهش یافته است. زاویه راس این مخروط چقدر است:



۴) $\cos^{-1}(0.7)$

۳) $\cos^{-1}(0.3)$

۲) $\tan^{-1}(0.7)$

۱) $\tan^{-1}(0.3)$

۲۸) در تلسکوپ‌های زمینی با دقت ۰/۰۱ ثانیه‌ی قوسی و به روش اختلاف منظر می‌توان فاصله‌ی ستاره‌ها را اندازه گرفت. تلسکوپ فضایی *Gaia* قرار است این دقت زاویه‌ای را به ۱۰ میکرو ثانیه‌ی قوسی برساند. چگالی میانگین ستاره‌ای در کهکشان ۰/۱ ستاره بر پارسک مکعب است. با استفاده از این تلسکوپ جدید نسبت افزایش ستاره‌هایی که از این روش قادر به اندازه‌گیری فاصله‌ی آنها خواهیم شد؛ چقدر خواهد بود؟

۴) 10^5

۳) 10^7

۲) 10^9

۱) 10^{11}

۲۹) مقدار ثابت هابل که توسط ادوین هابل در دهه‌ی ۲۰ میلادی اندازه‌گیری شده بود برابر با $550 (km/s)/Mpc$ بود. بر اساس این اندازه‌گیری عمر عالم بر حسب میلیارد سال به کدام عدد نزدیک‌تر می‌شد؟

۴) ۱/۴

۳) ۷/۲

۲) ۱۴

۱) ۷۲

۳۰) کوچک‌ترین جزئی از کهکشان امره‌المسلسله یا آندرومدا که با تلسکوپ *VLBI* و تداخل سنج آن که به اندازه‌ی ۰/۰۰۱ ثانیه قوسی دیده می‌شود حدوداً چند پارسک خواهد بود؟

۴) ۰/۴

۳) ۰/۰۴

۲) ۰/۰۰۴

۱) ۰/۰۰۰۴

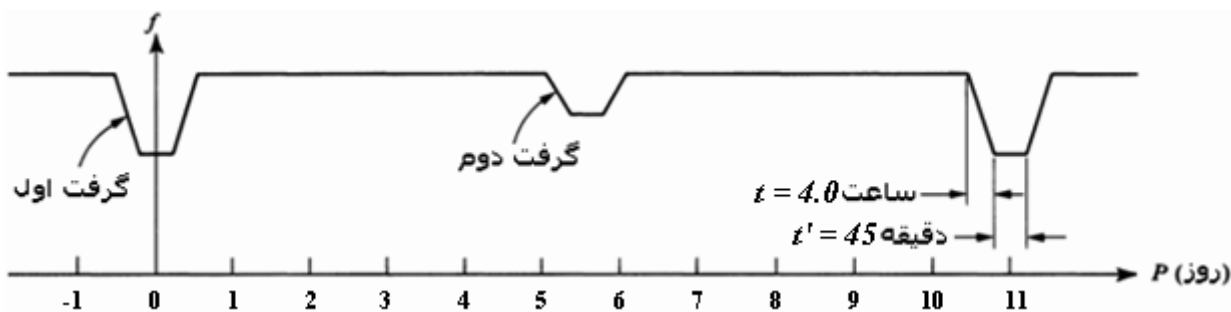
(۳۱) اگر قرار باشد بین دو پروتون نیروی هسته‌ای قوی برقرار شود؛ باید فاصله‌ی آنها در حدود $d = 10^{-15}$ متر شود. دمایی که در

آن همجوشی هسته‌ای بین دو پروتون بدون در نظر گرفتن اثرات کوانتومی اتفاق می‌افتد به کدام گزینه نزدیک‌تر است.

- (۱) 1.5×10^9 کلوین (۲) 4.0×10^8 کلوین (۳) 1.5×10^7 کلوین (۴) 4.0×10^6 کلوین

(۳۲) فاصله‌ی دو ستاره‌ی رشته‌ی اصلی در حدود فاصله‌ی خورشید تا ناهید ($r = 1.0 \times 10^{11}$ متر) است. این دو مولفه یک دوتایی گرفتی

را تشکیل می‌دهند و منحنی نوری آنها به شکل زیر است. با استفاده از اطلاعات شکل، شعاع مولفه‌ی پر نورتر دوتایی چند متر است.



- (۱) 6.6×10^9 (۲) 6.6×10^8 (۳) 7.5×10^8 (۴) از منحنی نوری شعاع قابل محاسبه نیست

(۳۳) دو ستاره داریم که یکی قرمزتر از دیگری است. ستاره‌ی آبی ۱۰ برابر ستاره‌ی قرمز جرم دارد، اما تابندگی آن ۱۰۰۰۰ برابر بیشتر

است. این دو ستاره در طول عمر خود ۱۰٪ از جرم خود را به عنوان سوخت مصرف می‌کنند اگر هر دو ستاره انرژی خود را از طریق

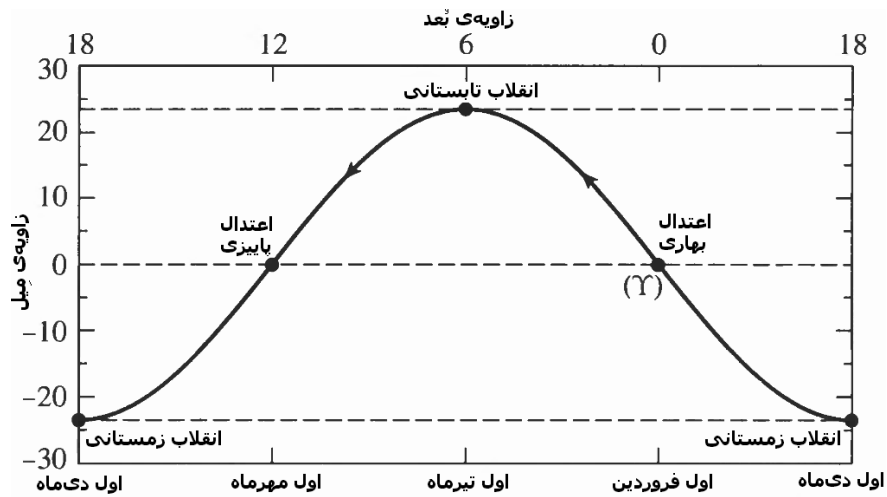
همجوشی هسته‌ای هیدروژنی تامین کنند و ستاره‌ی قرمز ۱۵ میلیارد سال عمر کند، ستاره‌ی آبی چند سال عمر خواهد کرد؟

- (۱) ۱۵ میلیون سال (۲) ۱۵۰ میلیون سال (۳) ۱۵۰۰ میلیون سال (۴) این دو ستاره عمر یکسانی خواهند داشت

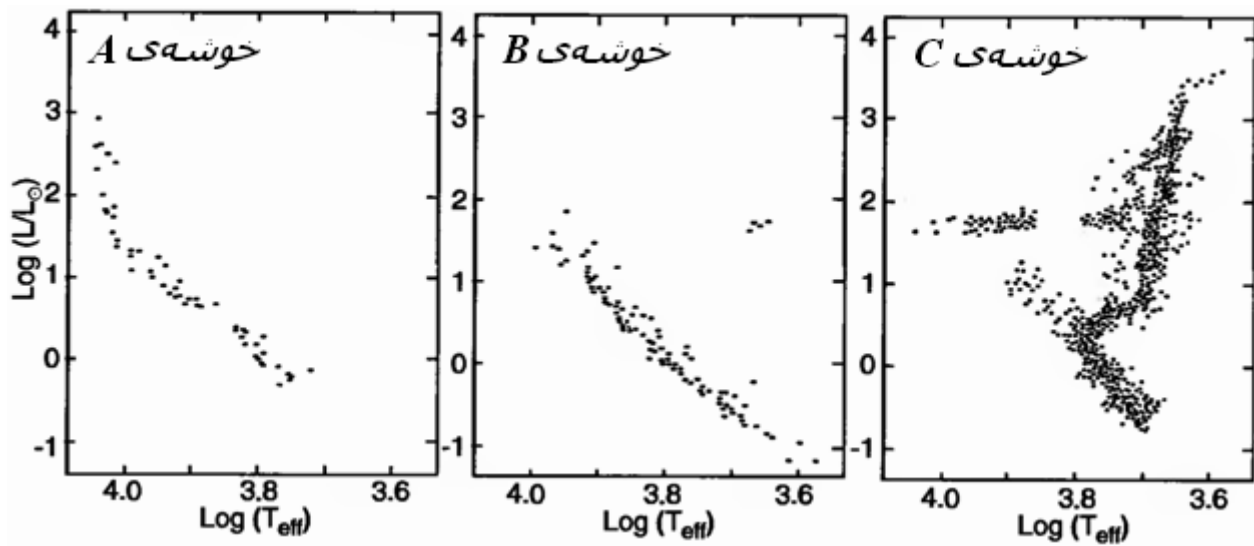
(۳۴) در تاریخ‌های ۷ خردادماه و ۲۳ تیرماه در ساعت ۱۳:۴۵ (ساعت اذان به وقت مکه) در هر کجایی که باشیم، اگر امتداد سایه‌ی چوبی

را روی زمین ثبت کنیم؛ جهت قبله را بدست خواهیم آورد. عرض جغرافیایی مکه چقدر است؟ (راهنمایی: از شکل صفحه‌ی بعد استفاده کنید)

- (۱) 10.5° (۲) 15.5° (۳) 20.5° (۴) 23.5°



(۳۵) با استفاده از اطلاعات موجود در نمودارهای $H-R$ مربوط به سه خوشه‌ی ستاره‌ای زیر؛ پاسخ دهید. کدام گزینه نادرست‌تر است؟



(۱) خوشه‌ی C پیرترین خوشه است.

(۲) خوشه‌ی A جوان‌تر از خوشه‌ی B است.

(۳) عمر ستاره‌های با درخشندگی کم‌تر طولانی‌تر است.

(۴) درباره‌ی عمر ستاره‌هایی که از رشته‌ی اصلی خارج می‌شوند چیزی نمی‌توان گفت.