باسمه تعالی

جمهوری اسلامی ایران

وزارت آموزش و پرورش

مرکز ملی پرورش استعدادهای درخشان و دانش پژوهان جوان

معاونت دانش پژوهان جوان

باشگاه دانش پژوهان جوان

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

دفترچه سوالات مرحله اول

نهمین دوره المپیاد نجوم و اختر فیزیک سال ۱۳۹۱

بعدازظهر - ساعت : ۱۴:۰۰

گروه المپیاد دبیرستان علامه حلی تهران

کد دفترچه : ۱

تعداد سوالات	مدت آزمون (دقیقه)
۳۵	۱۸۰

توضیحات مهم

استفاده از ماشین حساب مجاز است.

۱. کد برگهٔ سؤالات شما ۱ است. این کد را در محل مربوط روی پاسخ‌نامه علامت بزنید. در غیر این صورت پاسخ‌نامهٔ شما تصحیح نخواهد شد. توجه داشته باشید کد برگهٔ 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 سوالات داخل دفترچه و وجود همه برگه‌های دفترچه سوالات را بررسی نمایید. در صورت وجود هرگونه نقصی در دفترچه، در اسرع وقت مسوول جلسه را مطلع 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 مسوول جلسه را مطلع کنید.

۴. برگه پاسخنامه را دستگاه تصحیح می‌کند، پس آن را تا نکنید 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 دانش‌آموزان 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 می‌توانند دفترچه سوالات را با خود ببرند که تا پایان آزمون در جلسه حضور داشته باشند، در غیر این صورت دفترچه باید همراه پاسخنامه تحویل شود.

کلیهٔ حقوق این سؤالات برای باشگاه دانش پژوهان جوان محفوظ است.

ثوابت فیزیکی و نجومی

G	ثابت جهانی گرانش	$۶٫۶۷\times۱۰^{-۱۱}\ m^3kg^{-1}s^{-2}$
σ	ثابت استفان بولتزمن	$۵٫۶۷\times۱۰^{-۸}\ Wm^{-2}K^{-4}$
k_B	ثابت بولتزمن	$۱٫۳۸\times۱۰^{-۲۳}\ JK^{-1}$
h	ثابت پلانک	$۶٫۶۳\times۱۰^{-۳۴}\ Js$
e	بار الکترون	$۱٫۶۰\times۱۰^{-۱۹}\ C$
c	سرعت نور	$۳٫۰۰\times۱۰^{۸}\ ms^{-1}$
pc	پارسک	$۳٫۰۹\times۱۰^{۱۶}\ m$
Au	واحد نجومی	$۱٫۵۰\times۱۰^{۱۱}\ m$
Ly	سال نوری	$۹٫۴۶\times۱۰^{۱۵}\ m$
$R_\odot$	شعاع خورشید	$۶٫۹۶\times۱۰^{۸}\ m$
$M_\odot$	جرم خورشید	$۱٫۹۹\times۱۰^{۳۰}\ kg$
$M_\oplus$	جرم زمین	$۵٫۹۷\times۱۰^{۲۴}\ kg$
$L_\odot$	درخشندگی خورشید	$۳٫۸۵\times۱۰^{۲۶}\ W$
	قدر مطلق بولومتریک خورشید	۴٫۷۲
$m_\odot$	قدر ظاهری خورشید	−۲۶٫۷
	فاصله‌ی کهکشان امرةالمسلسله یا آندرومدا از خورشید	۷۷۰ kpc
H_0	ثابت هابل در حال حاضر	۷۳ $(km/s)/Mpc$
$f_\odot$	ثابت خورشیدی	$۱٫۳۷\times۱۰^{۳}\ Wm^{-2}$

گروه المپیاد دبیرستان علامه حلّی تهران

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

۱) برخلاف اینکه می‌دانیم ستاره‌ها به‌دلیل 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 به‌دلیل جو زمین بوده و خارج از آن، ستاره‌ها همگی به یک اندازه دیده می‌شوند.

۲) درشت دیده شدن ستاره‌ها به‌دلیل پراش نور است.

۳) درشت دیده شدن برخی ستاره‌ها به‌دلیل اشباع سلول‌های چشم یا صفحات عکاسی است.

٤) 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؟

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۲۰ ٤) ۴۰

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 تلسکوپ های سمت-ارتفاعی ثابت است.

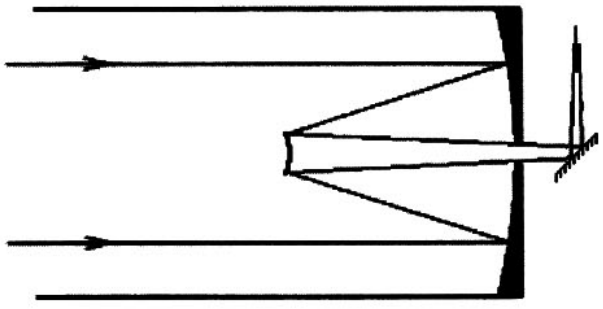
۲) چنین تلسکوپی قادر به رهگیری چشمه‌های آسمانی در زوایای میل بیش از 60° نخواهد بود.

۳) میدان دید آن بر خلاف تلسکوپ سمت-ارتفاعی به کندی می چرخد.

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

گروه پشتیبان دبیر المپیاد علامه حلی تهران

٤) شکل شماتیک زیر چه نوع تلسکوپی را نشان می‌دهد؟



۱) نیوتونی ۲) شکستی ۳) اشمیت- کاسگرین ۴) کاسگرین

۵) یکی از بخش‌های اصلی جو زمین لایه‌ی یون‌سپهر است که به‌دلیل داشتن چگالی بالای یونی، باعث بازتاب امواج رادیویی در فرکانس‌های پایین می‌شود. در یک کار تقریبا 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 یون‌سپهری را مشاهده کرد.

کدامیک از موارد زیر قابل انجام توسط آنتن فوق نیست؟

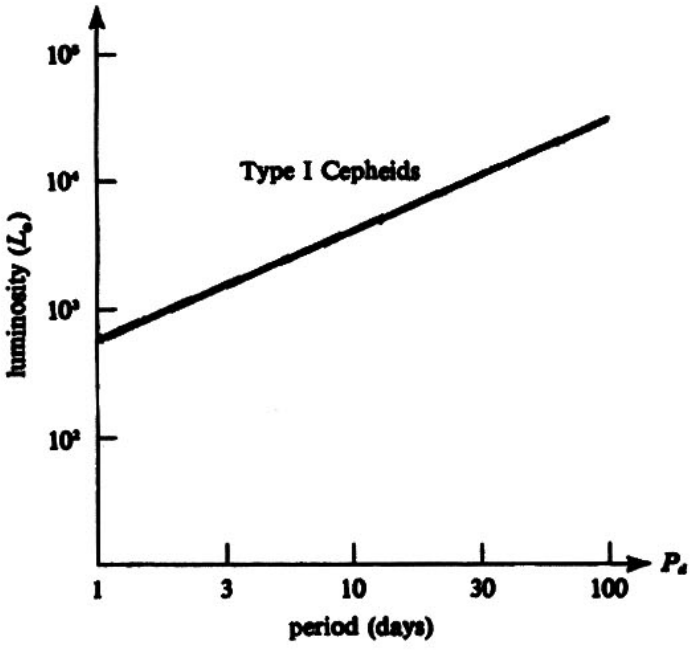
۱) مطالعه اثرات بادهای خورشیدی (باد خورشیدی به ذرات بارداری گفته می‌شود که خورشید به فضای اطراف پرتاب می‌کند)

۲) مطالعه‌ی چشمه‌های رادیویی آسمان در فرکانس‌های پایین

۳) شمارش شهاب‌سنگ‌ها در شب‌های بارش شهابی

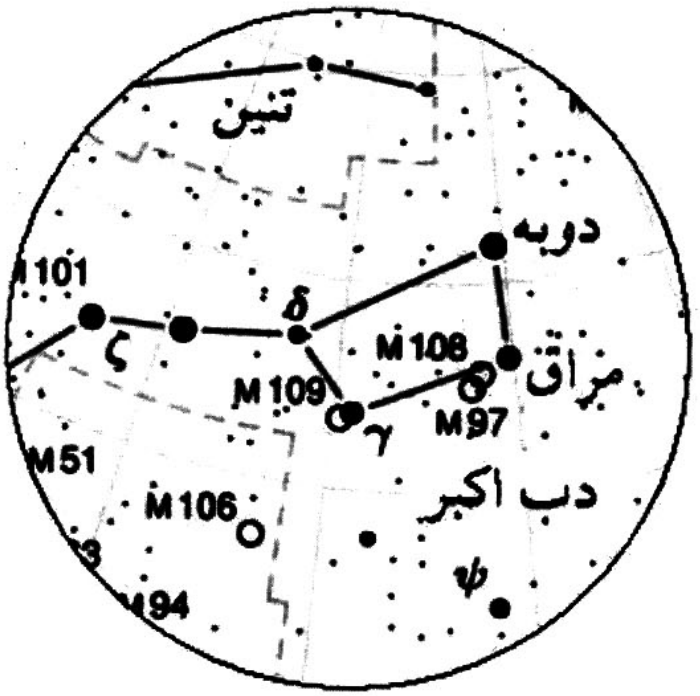
۴) مطالعه‌ی فعالیت‌ها و شراره‌های خورشیدی

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 امرءالمسلسله یا آندرومدا واقع شده است؛ که دوره‌ی تغییرات درخشندگی تقریبا ۱۰۰ روزه‌ای دارد. قدر ظاهری متوسط آن به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟



۱) ۲۰ ۲) ۱۷ ۳) ۱۴ ۴) ۱۱

۷) میدان دید این تلسکوپ به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟



۱) π ۱٫۰۰ استرادیان ۲) π ۰٫۵۰ استرادیان ۳) π ۰٫۲۵ استرادیان ۴) π ۰٫۰۷ استرادیان

۸) شعاع چرخش یک ذره‌ی باردار در یک میدان مغناطیسی یکنواخت را شعاع لارمور آن ذره می‌گوییم. 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 ستاره‌ها 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 کم‌انرژی‌تر قابل دریافت در سطح زمین، منشاء کهکشانی و ذرات پرانرژی‌تر منشاء فراکهکشانی خواهند داشت.

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

۱) $3{,}6\times10^{+12}$ الکترون ولت ۲) $3{,}6\times10^{+15}$ الکترون ولت ۳) $3{,}6\times10^{+18}$ الکترون ولت ۴) $3{,}6\times10^{+20}$ 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؛ به‌مدت حدود ۳۰ ثانیه عکس گرفته و نوردهی کنیم کشیدگی ستاره روی تصویر با چشم قابل رویت نخواهد بود. حداکثر به ترتیب چند ثانیه می‌توانیم دریچه‌ی دوربین عکاسی را برای ستاره‌هایی که در میل‌های ۳۰°، ۴۵° و ۶۰° قرار دارند باز نگه داریم تا رد این ستاره‌ها روی تصویر با چشم قابل رویت نباشد؟

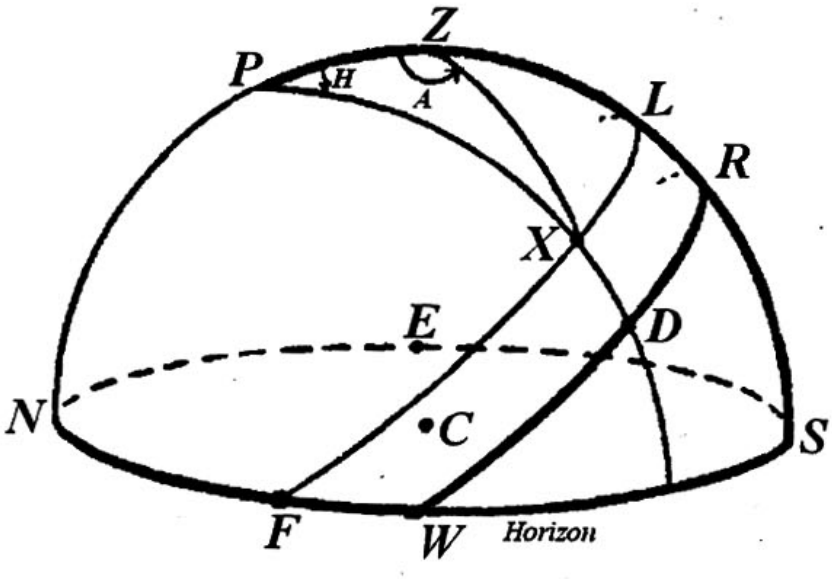
۱) ۳۵s، ۴۲s و ۶۰s ۲) ۲۶s، ۲۱s و ۱۵s ۳) ۶۰s، ۴۲s و ۳۵s ۴) ۳۰s، ۳۰s و ۳۰s

۱۰) در اولین مراحل کارهای آماتوری نجوم، معمولا منجمان از دوربین‌های دوچشمی یا تک چشمی استفاده می‌کنند. شناسه‌های یک دوربین دوچشمی معمولا 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 ۶۰×۲۰ 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 ۳۷° و سمت ۲۳۰° از دید ناظری در تهران ($51^{\circ}E$ و $35^{\circ}N$) رویت می‌شود را محاسبه کنید.

راهنمائی: از شکل روبرو می‌توانید استفاده کنید:



گروه المپیاد دبیرستان علامه حلّی تهران

۱) ۶۱,۲° ۲) ۵۰,۰° ۳) ۲۵,۶° ۴) -۴,۳°

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

۱) $2,7\times10^{-3}$ ۲) ۲,۷ ۳) $5,3\times10^{-3}$ ۴) $5,3\times10^{-6}$

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.

گروه المپیاد دبیرستان علامه حلّی تهران

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 $2m$ (m 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؟

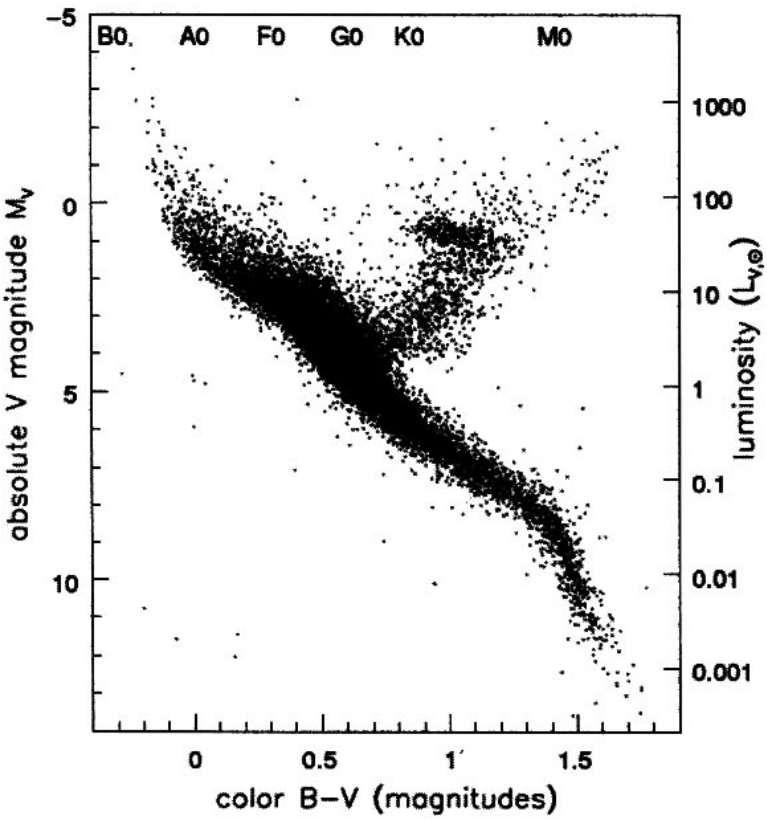
۱) ۱۱۰ و ۲۲۰ ۲) ۲۲۰ و ۲۲۰ ۳) ۳۰ و ۶۰ ۴) ۶ و ۶

۱۶) دو کهکشان به فاصله‌ی یک مگاپارسک از یکدیگر قرار دارند و جرم آنها بترتیب $M_1 = 10^{10} M_\odot$ و $M_2 = 2\times10^{10} M_\odot$ 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 تقریبا چند کیلومتر بر ثانیه خواهد بود؟

۱) ۱۰ ۲) ۲۵ ۳) ۷۵ ۴) ۲۲۰

۱۷) نمودار قدر–رنگ (هرتزپرانگ–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؟



گروه المپیاد دبیرستان علامه حلّی تهران

۱) درخشنگی ستاره های قرمزتر کم است و آشکارسازی آنها دشوار است.

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

۳) اساسا فراوانی ستاره‌های قرمز رنگ کمتر از ستاره های 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 بولومتریک دارد؟

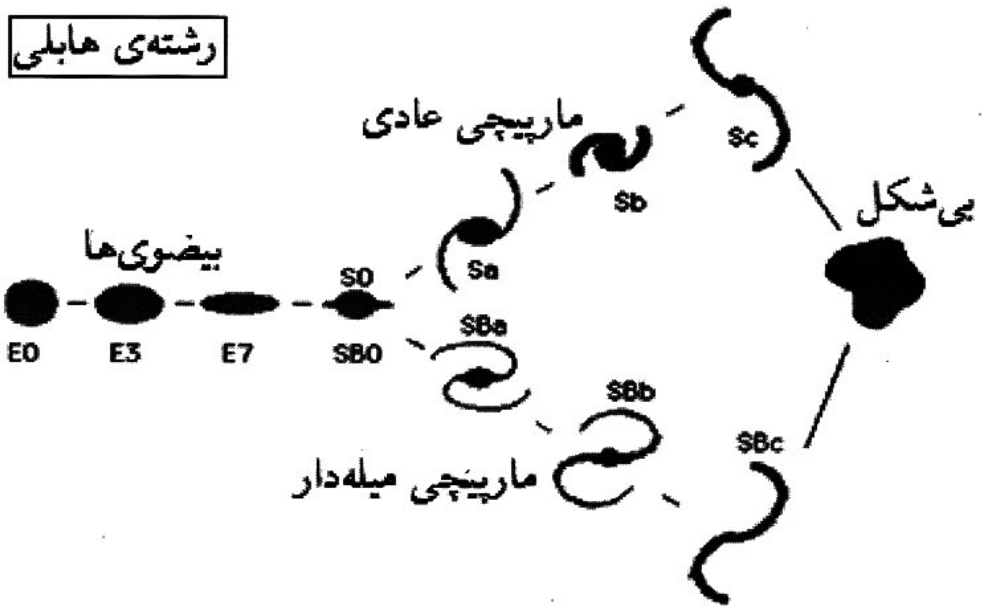
۱) ستارگانی که مقدار فلزیت (متالیسیتی) آنها بسیار کم است.

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 ظاهریشان 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 $(B\text{-}V)$ کهکشان‌ها از چپ به راست کاهش می‌یابد.

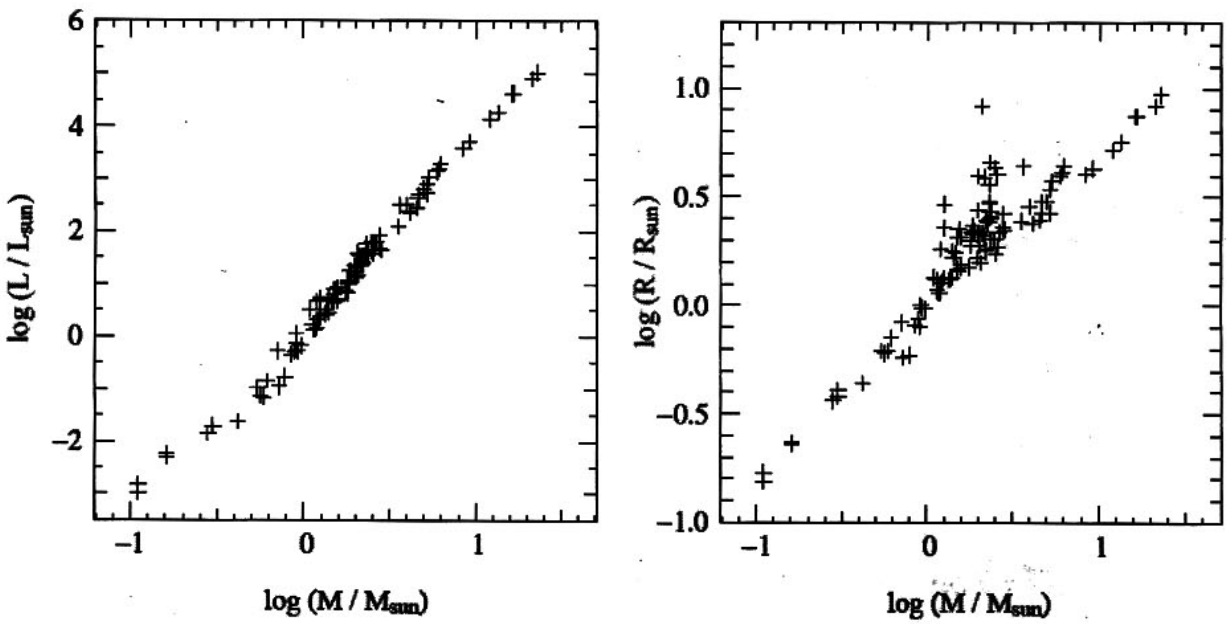
۲۰) در یک خوشه‌ی کروی، ستاره‌ها از طریق نیروی گرانش با هم برهم‌کنش می‌کنند. یک **برهم‌کنش قوی بین دو ستاره** در فاصله‌ای رخ می‌دهد که انرژی گرانشی بین آن دو ستاره تقریبا برابر با انرژی جنبشی آنها شود. فرض کنید در یک خوشه‌ی کروی، چگالی عددی متوسط ستاره‌ها برا بر با ۱۰۰۰ ستاره بر پارسک مکعب است. اگر سرعت متوسط حرکت ستارها در این خوشه‌ی کروی km/s ۱۰ 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 درخشنگی- 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

گروه المپیاد دبیرستان علامه حلی تهران

۲۳) کدام‌یک 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 معمولا کم‌تر از فلزیت خورشید است.

۴) خوشه‌های کروی در کهکشان راه شیری عمدتا 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 $\left(\frac{watt}{m^2}\right)$: $b_1 = ۵\times۱۰^{-۱۳}$ و $b_2 = ۲٫۵۴\times۱۰^{-۱۲}$ درخشندگی برحسب $watt$: $L_1 = ۵٫۳۹\times۱۰^{۳۶}$ و $L_2 = ۲٫۷۳\times۱۰^{۳۷}$ و سرعت چرخش برحسب km/s: $v_1 = ۱۰۰$ و $v_2 = ۱۵۰$.

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

۱) ۳ ۲) ۷ ۳) ۳۰ ۴) ۷۰

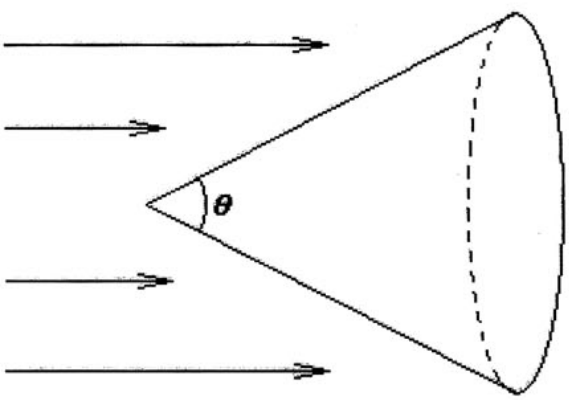
۲۵) یک گیرنده رادیویی روی دکلی وسط یک دریاچه‌ی آرام نصب می‌شود تا امواج رادیویی را از ماهواره‌ای در حال پخش به دور زمین دریافت کند. ماهواره از افق طلوع کرده و بالای سطح افق پیش می‌رود و شدت آن به صورت دوره‌ای تغییر می‌کند. وقتی ماهواره $\theta = 3^o$ بالای افق قرار دارد؛ شدت سیگنال بیشینه است و در $\theta = 6^o$ 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)

۱) ۰٫۱ ۲) ۰٫۴ ۳) ۱ ۴) ۴

۲۶) فشار جو مریخ ۰٫۰۰۵ برابر فشار جو زمین است. قطر مریخ نیز تقریبا نصف قطر کره زمین و چگالی زمین و مریخ بر حسب kg/m^3 به ترتیب $۵٫۵\times۱۰^{۳}$ و $۴٫۰\times۱۰^{۳}$ است. نسبت جرم‌های جو مریخ به جو زمین به کدام عدد نزدیک‌تر است؟

۱) $۴٫۰\times۱۰^{-۵}$ ۲) $۴٫۰\times۱۰^{-۴}$ ۳) $۴٫۰\times۱۰^{-۳}$ ۴) $۴٫۰\times۱۰^{-۲}$

۲۷) یک سفینه فضایی مخروطی شکل از فشار تابشی خورشید برای دور کردن خود از خورشید استفاده می‌کند. محور مخروط دقیقا از مرکز خورشید عبور می‌کند. معمولا 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 عملا ۳۰٪ کاهش یافته است. زاویه راس این مخروط چقدر است:



۱) $\tan^{-1}(0.3)$ ۲) $\tan^{-1}(0.7)$ ۳) $\cos^{-1}(0.3)$ ۴) $\cos^{-1}(0.7)$

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؟

۱) 10^{11} ۲) 10^{9} ۳) 10^{7} ۴) 10^{5}

۲۹) مقدار ثابت هابل که توسط ادوین هابل در دهه‌ی ۲۰ میلادی اندازه گیری شده بود برابر با ***(km/s)/Mpc*** ۵۵۰ بود. بر اساس این اندازه گیری عمر عالم بر حسب میلیارد سال به کدام عدد نزدیک‌تر می‌شد؟

۱) ۷۲ ۲) ۱۴ ۳) ۷٫۲ ۴) ۱٫۴

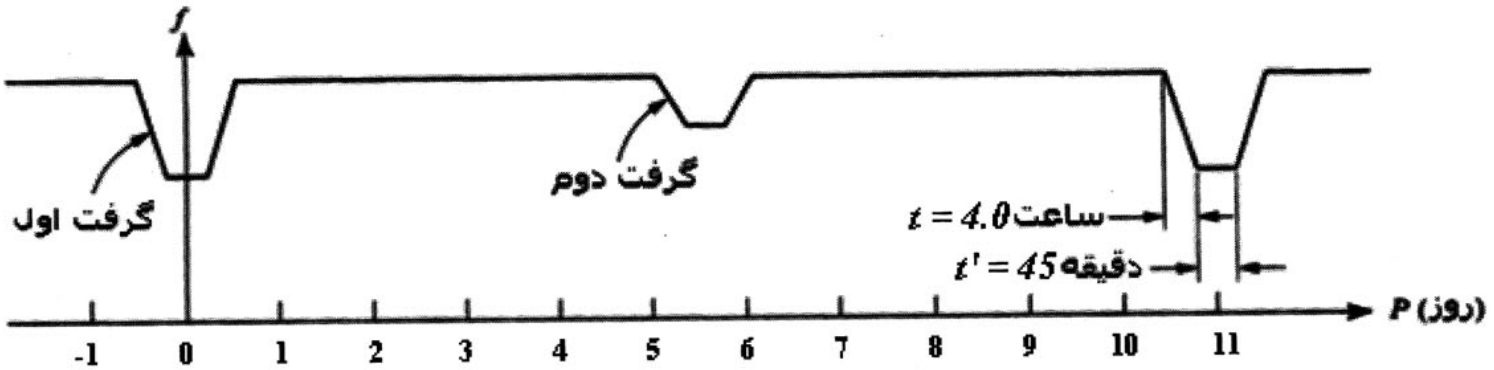
۳۰) کوچک‌ترین جزئی از کهکشان امرءالمسلسله یا آندرومدا که با تلسکوپ ***VLBI*** و تداخل سنج آن که به اندازه‌ی ۰/۰۰۱ ثانیه قوسی دیده می‌شود حدودا چند پارسک خواهد بود؟

۱) ۰/۰۰۰۴ ۲) ۰/۰۰۴ ۳) ۰/۰۴ ۴) ۰/۴

۳۱) اگر قرار باشد بین دو پروتون نیروی هسته‌ای قوی برقرار شود؛ باید فاصله‌ی آنها در حدود $d = ۱۰^{-۱۵}$ 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) $۱٫۵\times۱۰^{۹}$ کلوین ۲) $۴٫۰\times۱۰^{۸}$ کلوین ۳) $۱٫۵\times۱۰^{۷}$ کلوین ۴) $۴٫۰\times۱۰^{۶}$ کلوین

۳۲) فاصله‌ی دو ستاره‌ی رشته‌ی اصلی در حدود فاصله‌ی خورشید تا ناهید ($r=۱٫۰\times۱۰^{۱۱}$ 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 پرنورتر دوتایی چند متر است.



۱) $۶٫۶\times۱۰^{۹}$ ۲) $۶٫۶\times۱۰^{۸}$ ۳) $۷٫۵\times۱۰^{۸}$ ۴) از منحنی نوری شعاع قابل محاسبه نیست

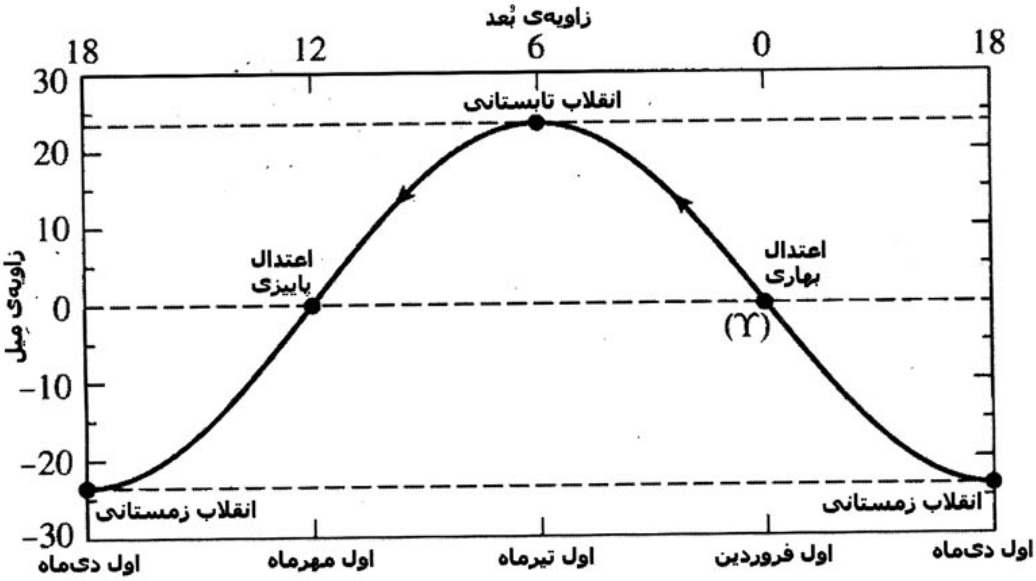
۳۳) دو ستاره داریم که یکی قرمزتر از دیگری است. ستاره‌ی آبی ۱۰ برابر ستاره‌ی قرمز جرم دارد، اما تابندگی آن ۱۰۰۰۰ برابر بیش‌تر است. این دوستاره در طول عمر خود ٪۱۰ از جرم خود را به عنوان سوخت مصرف می‌کنند اگر هردو ستاره انرژی خود را از طریق همجوشی هسته‌ای هیدروژنی تامین کنند و ستاره‌ی قرمز ۱۵ میلیارد سال 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

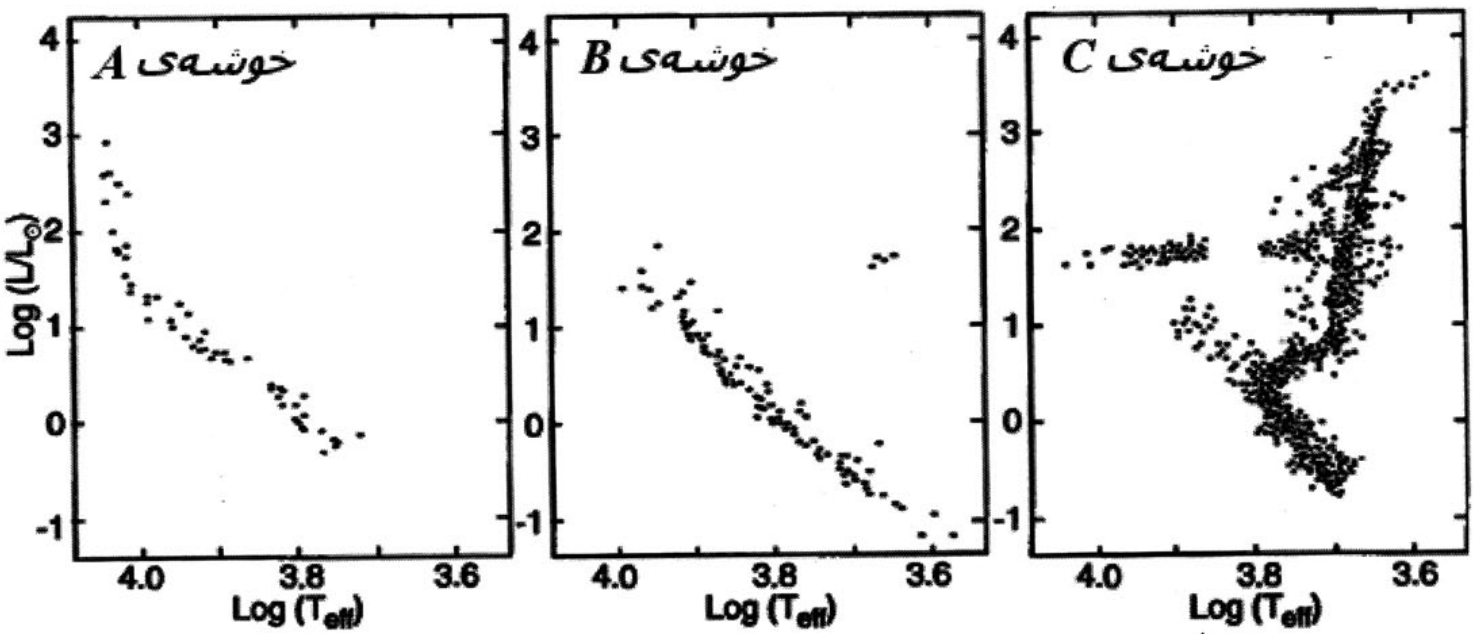
۳۴) در تاریخ‌های ۷ خردادماه و ۲۳ تیرماه در ساعت ۱۳:۴۵ (ساعت اذان به وقت مکه) در هر کجایی که باشیم، اگر امتداد سایه‌ی چوبی را روی زمین ثبت کنیم؛ جهت قبله را بدست خواهیم آورد. عرض جغرافیایی مکه چقدر است؟(راهنمایی: از شکل صفحه‌ی بعد استفاده کنید)

۱) $۱۰٫۵^{\circ}$ ۲) $۱۵٫۵^{\circ}$ ۳) $۲۰٫۵^{\circ}$ ۴) $۲۳٫۵^{\circ}$

گروه پشتیبان دبیرستان علامه حلی تهران



۳۵) با استفاده از اطلاعات موجود در نمودارهای $H\text{-}R$ 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.

گروه المپیاد دبیرستان علامه حلّی تهران