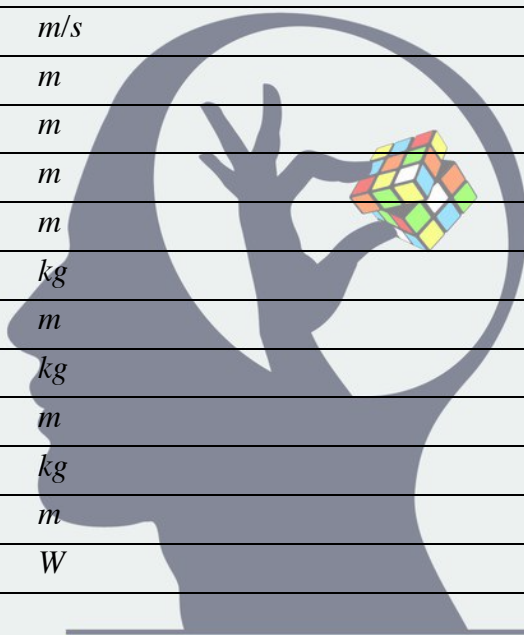


ثوابت نجومی و فیزیکی

$6.67 \times 10^{-11}$	$N m^2 kg^{-2}$	ثابت جهانی گرانش	$G$
$5.67 \times 10^{-8}$	$W m^{-2} K^{-4}$	ثابت استفان-بولتزمن	$\sigma$
$7.56 \times 10^{-16}$	$J m^{-3} K^{-4}$	ثابت تابش	$a=4\sigma/c$
$1.38 \times 10^{-23}$	$J K^{-1}$	ثابت بولتزمن	$k_B$
$6.63 \times 10^{-34}$	$J.s$	ثابت پلانک	$h$
$1.6 \times 10^{-19}$	$C$	بار الکترون	$e$
$9.1 \times 10^{-31}$	$kg$	جرم الکترون	$m_e$
$1.67 \times 10^{-27}$	$kg$	واحد جرم اتمی	$1u$
$3.0 \times 10^8$	$m/s$	سرعت نور	$c$
$3.09 \times 10^{16}$	$m$	پارسک	$pc$
$1.5 \times 10^{11}$	$m$	واحد نجومی	$r_{earth}=AU$
$9.46 \times 10^{15}$	$m$	سال نوری	$Ly$
$6.96 \times 10^8$	$m$	شعاع خورشید	$R_{sun}$
$1.99 \times 10^{30}$	$kg$	جرم خورشید	$M_{sun}$
$6.38 \times 10^6$	$m$	شعاع زمین	$R_{earth}$
$5.97 \times 10^{24}$	$kg$	جرم زمین	$M_{earth}$
$6.1 \times 10^6$	$m$	شعاع زهره	$R_{venus}$
$4.87 \times 10^{24}$	$kg$	جرم زهره	$M_{venus}$
$1.08 \times 10^{11}$	$m$	فاصله‌ی زهره از خورشید	$r_{venus}$
$3.85 \times 10^{26}$	$W$	درخشندگی خورشید	$L_{sun}$
472		قدر مطلق خورشید	$M_{sun}$
-26.7		قدر ظاهری خورشید	$m_{sun}$
73	$(km/s)/Mpc$	ثابت هابل	$H_0$
$1.37 \times 10^3$	$Wm^{-2}$	ثابت خورشیدی	$f_{sun}$
$6.02 \times 10^{23}$	$mol^{-1}$	عدد آووگادرو	$N_A$
8.314	$J mol^{-1} K^{-1}$	ثابت گازها	$R$
$5.29 \times 10^{-11}$	$m$	شعاع اتم بور	$r_B$
$1.6 \times 10^{-19}$	$J$	الکترون ولت	$eV$
1648195	$km^2$	مساحت ایران	$S_{ایران}$
35.70°N, 51.42°E	Degree	مختصات جغرافیایی تهران	$\lambda, \beta_{Tehran}$
18	$gr$	یک مول آب	$H_2O$
4	$gr$	یک مول هلیوم	$He$
$3.15 \times 10^7$	$s$	سال	$yr$



ذهن زیبا

توجه: تعداد ۳۵ سوال در ۱۰ صفحه تنظیم شده، که پیشنهاد می‌شود پیش از شروع آن را واریسی 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 موقعیت‌یابی با استفاده از ستاره‌ها انجام می‌شود (Stellar Positioning System). در این روش از آسمان تصویری می‌شود و با استفاده از جهت دوربین یا تلسکوپ مورد استفاده و زمان عکس‌برداری، می‌توان طول و عرض جغرافیایی محل را تعیین نمود. برای این منظور حوالی تهران (با دقت چند صد کیلومتر) یک تصویر با نورگیری یک ثانیه از آسمان ثبت می‌کنیم و با محاسبات مربوطه، طول و عرض جغرافیایی ناظر را مشخص کنیم. مدت زمان تصویربرداری (۱ ثانیه) به تنهایی چند متر خطا در طول جغرافیایی ایجاد می‌کند؟

(۱) ۴۶۵ متر (۲) ۵۶۷ متر (۳) صفر (۴) ۳۸۱ متر

۳- سیاره‌ای در مدار بیضوی با خروج از مرکز  $e=0.2$  و نیم‌محور 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 فرار نکند؟

(۱) ۱۰ (۲) ۲۵ (۳) ۴۰ (۴) ۶۰

۴- یکی از روش‌های تعیین‌قبله 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 اندازه‌گیری کند، طول سایه تقریباً چقدر خواهد بود؟

(۱) صفر (۲) ۹۵ سانتیمتر (۳) ۳۲ سانتیمتر (۴) ۴۷ سانتیمتر

۵- فرض کنید به همراه منظومه‌ی شمسی در مرکز یک خوشه‌ی ستاره‌ای به شعاع ۵۰ پارسک زندگی می‌کنیم که همه‌ی ستاره‌های آن دارای قدر مطلق  $M=5$  هستند. چگالی عددی ستاره‌ها در این خوشه یکنواخت بوده و برابر ۱۰ ستاره در پارسک مکعب است. در شب تقریباً چند هزار ستاره با چشم غیر مسلح قابل رویت می‌باشد؟

- (۱) ۵۰ (۲) ۱۰۰ (۳) ۱۷۰ (۴) ۳۵۰

۶- برای تعیین فاصله‌ی یک خوشه‌ی کروی از رصد قیفاووسی‌ها استفاده می‌کنیم. یک قیفاووسی با دوره‌ی تناوب ۱۰۰ روز را رصد می‌کنیم که قدر ظاهری آن در دو باند مختلف به صورت  $m_I=25.64$  ,  $m_V=26.94$  است. رابطه‌ی دوره تناوب-قدر مطلق قیفاووسی‌ها در دو باند مختلف به صورت زیر است:

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

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

که در آن دوره‌ی تناوب، P بر حسب روز است. اگر ضرایب خاموشی در این دو طول موج با رابطه‌ی  $A_I = 0.6A_V$  به هم مربوط شوند، فاصله‌ی این خوشه از ما چند کیلوپارسک است؟

- (۱) ۸ (۲) ۱۲ (۳) ۱۶ (۴) ۲۰

۷- یک ساعت آونگ دار در ایستگاه بین‌المللی فضایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. دوره‌ی تناوب این ایستگاه فضایی ۵۵۰۴ ثانیه است. خطای اندازه‌گیری زمان در این ایستگاه در هر ساعت، چند دقیقه خواهد بود؟

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

## ذهن زیبا

۸- یکی از نظریه‌های جایگزین ماده‌ی تاریک نظریه‌ی 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. ماهواره‌ی وویجر 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) ۳۵۲۰ (۳) ۲۴۹۵ (۴) ۱۵۲۳

۹- روشنایی سطحی مرکز یک کهکشان برابر است با ۱۵ قدر بر ثانیه‌ی قوسی مربع ( $mag.arcsec^{-2}$ ). یعنی هر ثانیه‌ی قوس مربع معادل چشمه‌ی نوری با قدر ۱۵ است. این روشنایی سطحی معادل با چند درخشندگی خورشیدی بر پارسک مربع ( $L_{\odot}.pc^{-2}$ ) است؟

- (۱) ۹۰۰ (۲) ۸۵۰۰ (۳) ۱۸۰۰۰ (۴) ۳۲۰۰۰

۱۰- ستاره‌ای با دمای سطحی  $136000$  کلوین و درخشندگی  $200$  برابر درخشندگی خورشید مشاهده شده است. نوع این ستاره کدام است؟

(۱) ستاره‌ی رشته‌ی اصلی با جرم تقریباً  $4/5$  برابر خورشید

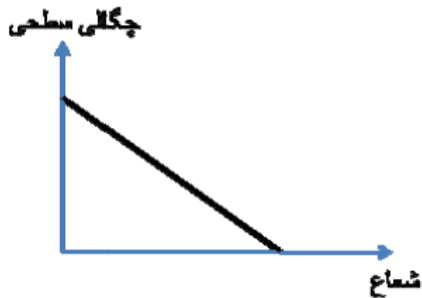
(۲) غول قرمز با جرم  $4/5$  برابر خورشید

(۳) کوتوله‌ی سفید

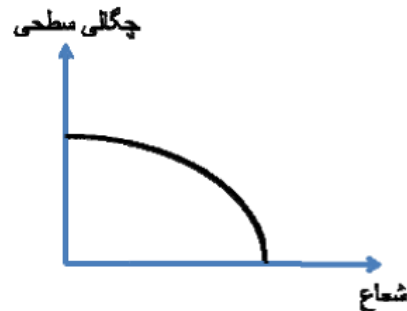
(۴) غول آبی در انتهای رشته‌ی اصلی



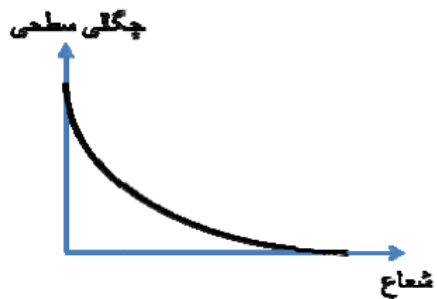
۱۱-  $N^{-1}$  ستاره در کره‌ای به شعاع  $a$  به طور یکنواخت توزیع شده است. نمودار چگالی سطحی این کره از دید ناظر زمینی (مثلاً چند ستاره بر ثانیه‌ی قوس مربع) بر حسب فاصله از مرکز کدام گزینه است؟



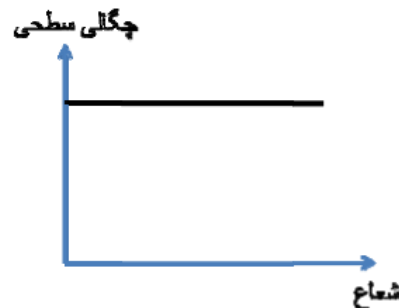
(۲)



(۱)



(۴)



(۳)

۱۲- یکی از روشهای مرسوم در فاصله یابی 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  $d_1$  اندازه‌گیری می‌کنیم. بعد از مدتی مشخص می‌شود که این ستاره در واقع یک دوتایی است که از دو ستاره‌ی مشابه خورشید تشکیل شده است. در این صورت فاصله‌ی صحیح را محاسبه کرده و با  $d_2$  نشان می‌دهیم. مقدار  $|d_1 - d_2|$  بر حسب پارسک به کدام گزینه نزدیکتر است؟

- (۱) ۱۳ (۲) ۴۴ (۳) ۲۲ (۴) ۳۱

۱۳- پتانسیل گرانشی: توده‌ی ابری باران‌زا در ارتفاع ۱۰۰۰ متری از سطح زمین قرار گرفته است؛ که باعث بارشی ۱۰ میلیمتری در مساحتی به ابعاد  $100 \text{ km}^2$  ( $10 \text{ km} \times 10 \text{ km}$ ) می‌شود. سرعت حدی قطرات باران در جو حدوداً ۷ 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) ۰.۰۱ (۲) ۰.۱ (۳) ۱ (۴) ۱۰

۱۴- نسبت تعداد قطرات باران به ازای هر یک میلیمتر باران در سطح کل کشور ایران، به تعداد ملکول‌های یک قطره باران چقدر است؟ (هر ۱۶ قطره آب یک میلی لیتر است)

- (۱)  $10^{-1}$  (۲)  $10^{-2}$  (۳)  $10^{-5}$  (۴)  $10^{-7}$

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  $1/2$  میلیارد سال باشد. در طول این مدت، درخشندگی آن تقریباً ثابت و ۱۱ 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 ۲۵ میلیون الکترون ولت است.

- (۱) ۰.۱ (۲) ۰.۱۸ (۳) ۰.۴ (۴) ۱.۴

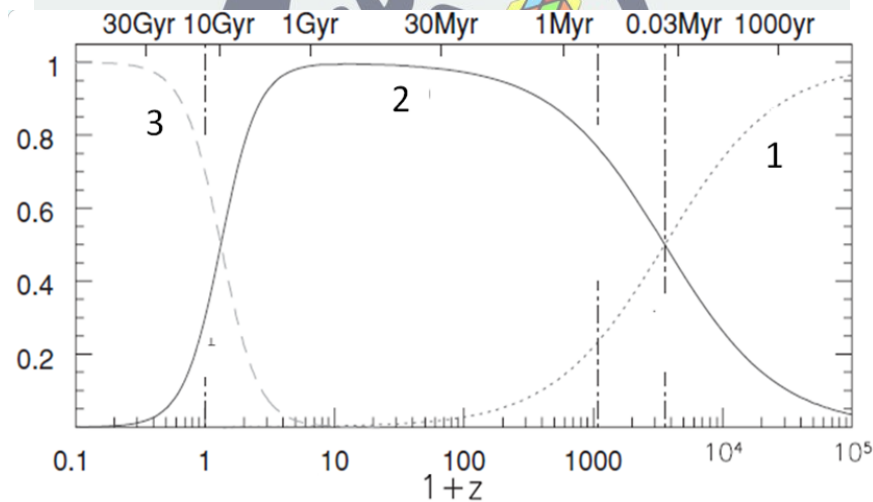
۱۶- ستاره‌ای سنگین را در نظر بگیرید که بر روی رشته‌ی اصلی در حال تحول است. اگر آهنگ خروج جرم که در اثر بادهای ستاره‌ای می‌باشد افزایش یابد، به ترتیب دمای مرکز و طول عمر ستاره در رشته‌ی اصلی چه تغییری می‌کند؟

- (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.

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

- (۱) ۳۰ (۲)  $10^{-3}$  (۳)  $0.33$  (۴) ۱۰۰۰

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؟

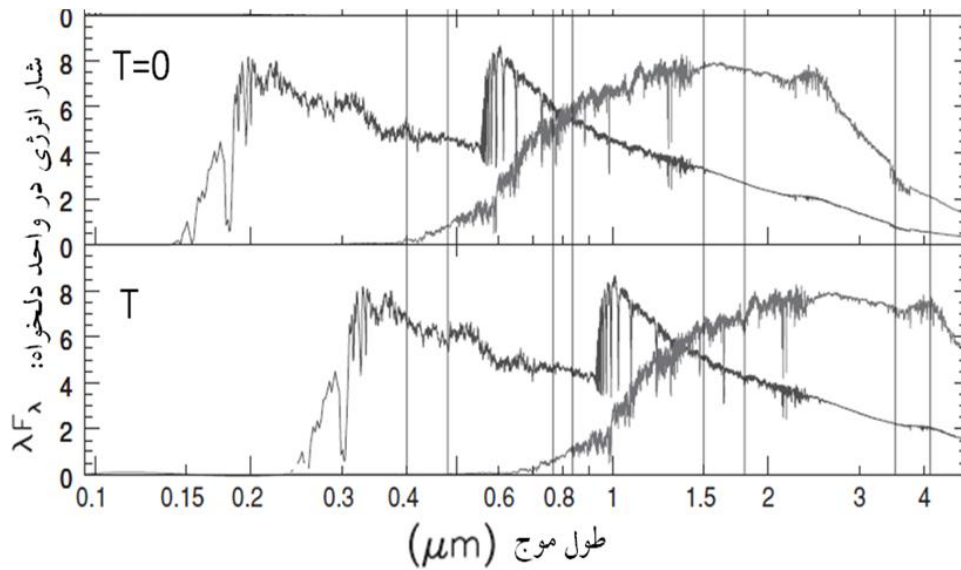


- (۱) ماده - انرژی تاریک - تابش (۲) انرژی تاریک - تابش - ماده (۳) ماده - تابش - انرژی تاریک (۴) تابش - ماده - انرژی تاریک

۱۹- زاویه‌ی قبله 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) ۶۰ درجه به سمت شرق (۲) ۶۰ درجه به سمت غرب (۳) ۳۰ درجه به سمت شرق (۴) ۳۰ درجه به سمت غرب

۲۰- در مدل سازی تحول کهکشان‌ی طیف دونوع مختلف کهکشان، مدل سازی شده است. به طوری که طیف کهکشان‌ها در زمان حال ( $T=0$ ) و در زمان گذشته ( $T$ ) در شکل زیر نشان داده شده است. برآورد کنید فاصله‌ی این کهکشان‌ها از ما در زمان  $T$  چقدر بوده است؟



(۱) ۳۰۰ مگا پارسک (۲) ۱۰ گیگا پارسک (۳) ۳ گیگا پارسک (۴) ۱ گیگا پارسک

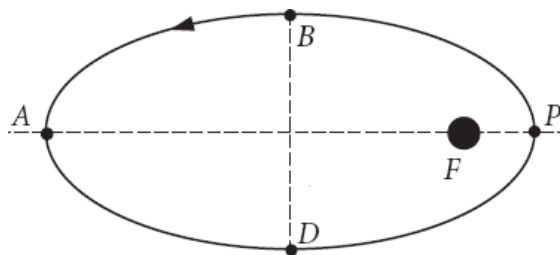
۲۱- زمین را به صورت یک جسم سیاه تصور کنید. فرض کنید درخشندگی خورشید ۱٫۵ برابر درخشندگی کنونی آن شود. در آن صورت دمای سطح زمین چند برابر دمای فعلی خواهد شد؟

(۱) ۱ (۲) ۱٫۱ (۳) ۱٫۲ (۴) ۱٫۵

## ذهن زیبا

۲۲- اثرات نجومی زیادی را می‌توان در تقویم‌های روزانه مشاهده کرد.

با یک مدل ساده از مسیر حرکت زمین به دور خورشید به صورت یک بیضی، می‌خواهیم خروج از مرکز زمین را تخمین بزنیم. با توجه به شکل زیر، اگر فاصله زمانی‌های  $DPB$  طول زمستان (۱۷۹ روز) و  $BAD$  طول تابستان باشند؛ خروج از مرکز زمین را تخمین بزنید.



(۱) ۰٫۳۰  
(۲) ۰٫۲۶  
(۳) ۰٫۲۰  
(۴) ۰٫۱۷

۲۳- ماهواره‌ای با شعاع مداری ۶۸۰۰ کیلومتر می‌خواهد پهنای شانه‌ی یک انسان روی سطح زمین را تشخیص بدهد. به این منظور حداقل به چه قطر دهانه‌ی تلسکوپی نیاز دارد؟

- (۱) ۱۰ سانتیمتر (۲) ۵۰ سانتیمتر (۳) ۱ متر (۴) ۳ متر

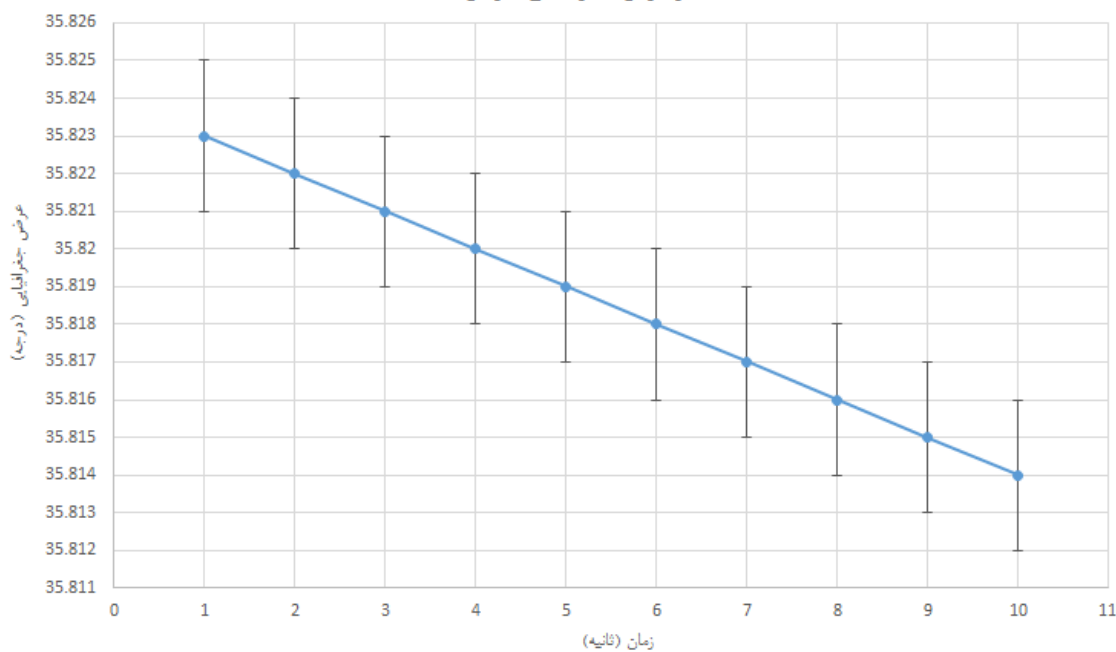
۲۴- اگر از دو عدسی محدب نازک متقارن، از جنس پیرکس با ضریب شکست ۱٫۴۷۴ که شعاع انحنای عدسی اول ۱٫۰۰۰ متر و شعاع انحنای عدسی دوم ۱۰٫۰ سانتیمتر است استفاده کنیم تا یک تلسکوپ بسازیم. فاصله بین آنها را چند سانتی متر باید باشد تا تلسکوپ ما درست کار کند؟

- (۱) ۱۱۰٫۰ (۲) ۹۰٫۰ (۳) ۹۴٫۹ (۴) ۱۱۶٫۰

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



تغییر عرض جغرافیایی با زمان



- (۱) ۲۲۰ (۲) ۸۸۰ (۳) ۱۰۰ (۴) ۵۰

۲۶- تلسکوپ رصدخانه‌ی ملی ایران به قطر ۳٫۴ متر در ناحیه‌ی مرئی کار می‌کند. سطح آینه‌ی اصلی آن باید کمتر از یک دهم طول موج مرئی، صیقلی بوده و ناهمواری نداشته باشد.

اگر فرض کنیم که این آینه قطری به اندازه‌ی کره‌ی زمین می‌داشت؛ به طوری که نسبت ناهمواری‌های آن به قطر آن، با نسبت ناهمواری‌های کنونی آن به قطر کنونی آن برابر بود؛ بیشترین ناهمواری و اختلاف سطح آن چقدر می‌شد؟

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

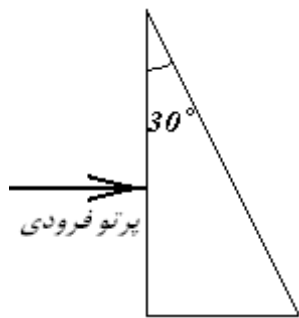
کد ۱، صفحه ۷ از ۱۰

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

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

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

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 ۲ ثانیه است. دوره تناوب مداری هم ۸ 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  $P_p$  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

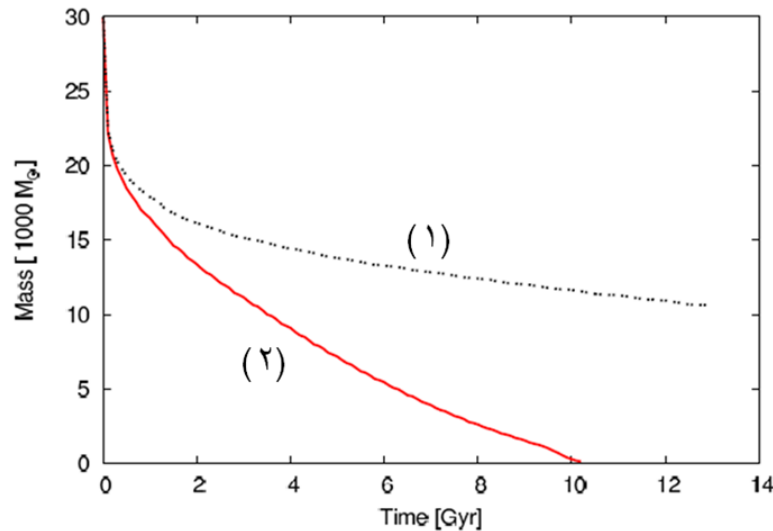
(۳)  $50000$  کلوین (۴)  $500000$  کلوین

۳۰- خورشید علاوه بر تابش نور (امواج الکترومغناطیسی) ذراتی را نیز از خود تابش می‌کند که به بادهای 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

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 ۱۰ کیلوپارسک و خوشه‌ی (۲) در فاصله‌ی ۵۰ کیلوپارسک از مرکز کهکشان قرار دارند.  
 (۲) خوشه‌ی (۱) در فاصله‌ی ۵۰ کیلوپارسک و خوشه‌ی (۲) در فاصله‌ی ۱۰ 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.

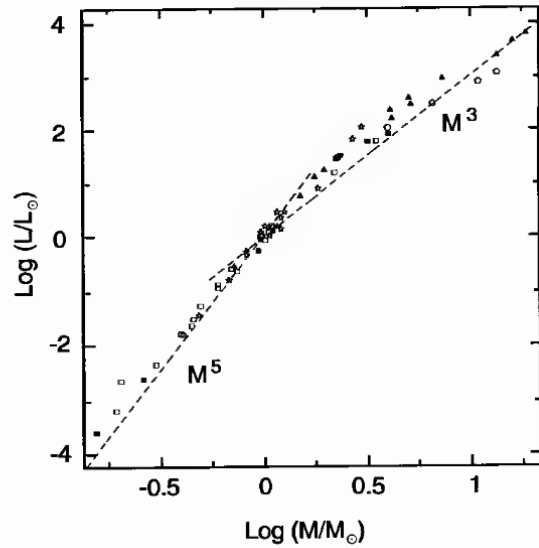
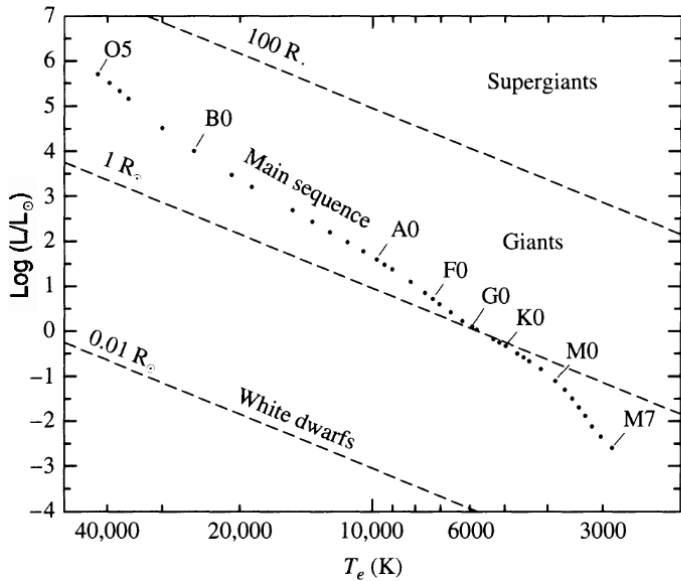
۳۲- از اندازه گیری خطوط نشری در مرکز کهکشان  $M87$  توسط تلسکوپ فضایی هابل، سرعت مداری ستاره‌ها در فاصله‌ی  $0.1''$  ثانیه‌ی قوسی از مرکز کهکشان، تقریباً ۱۰۰۰ کیلومتر بر ثانیه به دست آمده است. با فرض اینکه مدول فاصله‌ی این کهکشان  $(m-M)=31$  باشد، جرم سیاهچاله‌ی مرکزی که در مرکز این کهکشان قرار دارد به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟

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

۳۳- در مواردی که نیاز به رصد خورشید برای منجمان آماتور 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 بی‌اندازید. اگر گذر زهره را از این طریق رصد کنیم و فاصله‌ی روزنه از پرده نیز ۲ متر باشد پهنای سایه‌ی زهره روی پرده چند میلی‌متر خواهد بود.

- (۱) ۰٫۵ (۲) ۲ (۳) ۵ (۴) ۲۰

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



(۴) ۰٫۵ و ۵۰

(۳) ۰٫۲ و ۲۰

(۲) ۰٫۵ و ۲۰

(۱) ۰٫۲ 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) تکانه‌ی زاویه‌ای ماه ثابت می‌ماند زیرا سرعت آن کاهش می‌یابد.
- (۲) تکانه‌ی زاویه‌ای ماه ثابت می‌ماند اما انرژی کل آن افزایش می‌یابد.
- (۳) تکانه‌ی زاویه‌ای و انرژی کل ماه افزایش می‌یابد.
- (۴) تکانه‌ی زاویه‌ای و انرژی کل ماه کاهش می‌یابد.