



دخترچه سوالات به همراه پاسفنامه تشریحی اولین دوره‌ی المپیاد نهم و افتخارنیک سال ۱۳۸۳

مدت آزمون (دقیقه)	تعداد سوالات	
	مساله‌های تشریحی	سوالات چند گزینه‌ای
۲۱۰	۸	۴۰

استفاده از ماشین حساب آزاد است.

توضیحات مهم

تذکرات پیش از آزمون:

- نمره هر سؤال یکی کمتر از تعداد گزینه‌های آن است و هر پاسخ غلط یک نمره منفی دارد.
- استفاده از ماشین حساب غیرقابل برنامه‌ریزی در این آزمون مجاز است.
- استفاده از کاتالوگ‌ها، آلماناک‌ها و سایر اطلس‌های ستاره‌ای، در این آزمون تخلف محسوب می‌شود.
- نخستین آزمون مرحله اول المپیاد نجوم فاقد جدول ثوابت بود.
- زمان برگزاری آزمون ۲۶ فروردین ۱۳۸۴ از ساعت ۹:۰۰ تا ۱۲:۳۰ بود.
- لطفاً مشخصات خود را آن طوری که در پاسخ‌نامه از شما خواسته شده بنویسید و به گزینه‌های مربوط به تاریخ تولد دقت کنید. کسانی که تاریخ تولد آن‌ها روز ۱۱ و بعد از ۱۱ دی‌ماه ۱۳۶۸ باشد گزینه‌ی اول و کسانی که قبل از ۱۱ دی‌ماه ۱۳۶۸ متولد شده‌اند گزینه‌ی دوم را انتخاب کنند.
- پاسخنامه‌ی تشریحی این سوالات به همت آقای **کامبیز خالقی** تهیه شده است.

۱- برآیند نیروهای وارد بر ماهواره‌ای که به دور زمین می‌چرخد برابر است با:

- (الف) صفر (ب) mv^2 / r (ج) mg (د) بستگی به موقعیت ماهواره در مدار دارد.

۲- کدام عدد به جرم کوتوله سفید نزدیک‌تر است؟

- (الف) $0.1 M_{\odot}$ (ب) $10 M_{\odot}$ (ج) $3 M_{\odot}$ (د) $1 M_{\odot}$ (ه) $4 / 5 M_{\odot}$

۳- قطر آینه‌ی اصلی تلسکوپ فضایی هابل $2 / 4$ متر است. فاصله‌ی نزدیک‌ترین نقاطی که به کمک این تلسکوپ، در نور مرئی روی سیاره زحل قابل تمیز دادن است، چند کیلومتر است؟

- (الف) ۱۲۵۰ (ب) $73 / 3$ (ج) $15 / 6$ (د) $416 / 5$ (ه) $2914 / 2$

۴- سه تکه یخ هم‌اندازه و بزرگ، هر کدام در لیوانی کاملاً پر از آب که آن‌ها را A، B و C می‌نامیم غوطه‌ورند. در داخل قطعه یخ A حبابی از هوا دیده می‌شود. داخل قطعه B مقداری آب وجود دارد و در قطعه C میخ کوچکی قرار دارد. پس از آنکه یخ‌ها آب شدند:

(الف) تنها در C آب سر ریز می‌شود.

(ب) در C آب پایین می‌رود. در A و B آب لبال باقی می‌ماند (تغییر نمی‌کند).

(ج) در A آب تغییر نمی‌کند. در B و C آب سر ریز می‌شود.

(د) آب در هر سه ظرف سر ریز می‌شود.

(ه) آب در هیچ ظرفی تغییر نمی‌کند.

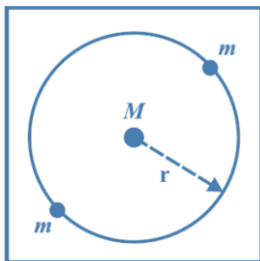
۵- اگر زمین در خلاف جهت فعلی به دور خودش می‌چرخید شبانه‌روز نجومی چقدر طول می‌کشید؟

- (الف) ۲۳:۵۶ (ب) ۲۴:۰۰ (ج) ۲۴:۰۴ (د) ۲۳:۵۲

۶- ستاره‌ای از نوع RR شلیاقی قدر ظاهری ۱۵+ دارد. فاصله این ستاره از خورشید چند پارسک است؟

- (الف) 10^3 (ب) 10^4 (ج) 10^5 (د) 10^6 (ه) 10^7 (و) 10^8

۷- یک منظومه‌ی ستاره‌ای سه‌تایی از یک ستاره‌ی مرکزی به جرم M و دو ستاره‌ی دیگر هر کدام به جرم m که روی مدار دایره‌ای و یکسان می‌چرخند، تشکیل شده است. هر سه ستاره مطابق شکل همواره روی یک خط قرار می‌گیرند. دوره تناوب مداری برابر است با:



(الف) $\sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{G(M+m)}}$ (ب) $\sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{G(M+2m)}}$ (ج) $\sqrt{\frac{16\pi^2 r^3}{G(4M+m)}}$

(د) $\sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{G(M+3m)}}$ (ه) $\sqrt{\frac{16\pi^2 r^3}{G(M+4m)}}$



۸- فاصله‌ی زمین تا خورشید را در روز اول بهار r_1 و در اول تابستان r_2 می‌نامیم. اگر فرض کنیم خط‌المکزی زمین و خورشید در بهار زاویه‌ی ۴۵ درجه با محور اصلی بیضی مدار زمین بسازد، خروج از مرکز مدار زمین عبارت است از:

$$\text{الف) } \frac{\sqrt{2}(r_2 - r_1)}{2(r_2 + r_1)} \quad \text{ب) } \frac{\sqrt{2}(r_1 - r_2)^2}{(r_1 + r_2)^2} \quad \text{ج) } \frac{\sqrt{2}(r_1 - r_2)}{2(r_1 + r_2)} \quad \text{د) } \frac{\sqrt{2}(r_2 - r_1)}{(r_2 + r_1)}$$

۹- اگر دوره تناوب خورشید به دور مرکز کهکشان دویست میلیون سال باشد، خورشید از لحظه‌ی تولد تاکنون چند بار به دور مرکز کهکشان چرخیده است؟

الف) ۵ (ب) ۱۰ (ج) ۲۵ (د) ۱۰۰ (ه) ۱۲۵

۱۰- رده طیفی ستاره‌ای که حداکثر شدت نور آن در طول موج $cm \times 10^{-5} \times 9/2$ است کدام است؟

الف) B (ب) O (ج) F (د) G (ه) A

۱۱- کدام یک از سیاره‌های منظومه شمسی کمترین دوره تناوب هلالی را دارد؟

الف) عطارد (ب) زهره (ج) مریخ (د) مشتری (ه) زحل

۱۲- نسبت نیروی گرانش خورشید به ماه به نیروی گرانش زمین به ماه برابر است با:

الف) ۰/۰۰۰۲ (ب) ۰/۰۰۲ (ج) ۰/۲ (د) ۲ (ه) ۲/۰

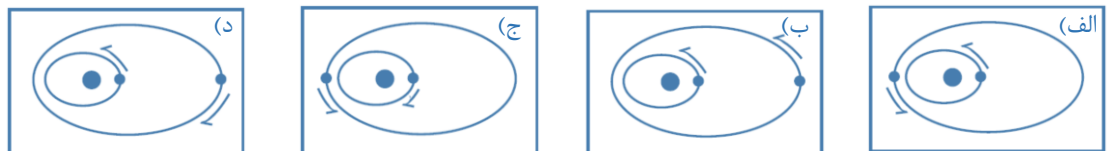
۱۳- کدام یک از سیارات منظومه شمسی کمترین چگالی را نسبت به بقیه دارد؟

الف) زحل (ب) نپتون (ج) مشتری (د) عطارد (ه) اورانوس

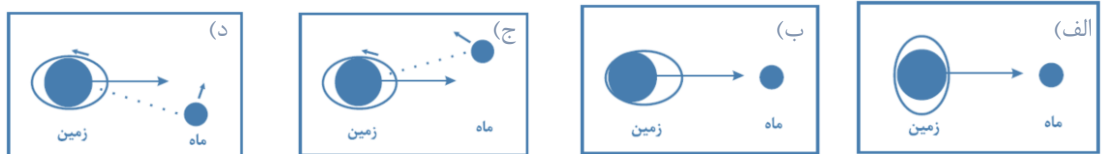
۱۴- جرم زمین چند برابر جرم ماه است؟

الف) ۲۰ (ب) ۸۱ (ج) ۷۵ (د) ۹۵ (ه) ۶۰

۱۵- کدام یک از منظومه‌های دو سیاره‌ای زیر پایدارتر از بقیه بوده و احتمال مشاهده شدن آن در طبیعت بیشتر است؟



۱۶- کدام یک از شکل‌های زیر برداشت درستی از تغییر شکل آب‌های زمین در اثر نیروهای جزر و مد است؟



۱۷- کم‌نورترین ستاره‌ای را که می‌توان با تلسکوپ رصدخانه ابوریحان بیرونی دانشگاه شیراز با قطر آینه‌ی اصلی ۵۱ سانتیمتر در شرایط ایده‌آل رصدی دید از چه قدری است؟

الف) ۱۲/۶ (ب) ۱۰/۷ (ج) ۱۶/۵ (د) ۹/۴ (ه) ۱۸/۵

۱۸- یک دیسک آهنی را که سوراخی در وسط آن است به آرامی گرم می‌کنیم تا منبسط شود در این حالت قطر سوراخ: (الف) کم می‌شود (ب) زیاد می‌شود (ج) تغییر نمی‌کند

۱۹- خورشیدگرفتگی حلقوی هنگامی رخ می‌دهد که: (الف) ماه در حضيض و زمین در اوج باشد. (ب) ماه در اوج و زمین در حضيض باشد. (ج) ماه در حضيض و زمین در گره صعودی باشد. (د) ماه نو و زمین در اوج باشد.

۲۰- وقتی زمین در آسمان ماه در حداکثر روشنایی خود است، از روی زمین ماه در چه حالتی دیده می‌شود؟ (الف) هلال (ب) تربیع اول (ج) تربیع آخر (د) بدر (ه) ماه نو

۲۱- آیا امشب (۸۴/۱/۲۶) سیاره مشتری در آسمان دیده خواهد شد؟ اگر جواب مثبت است در کدام صورت فلکی (برج) است؟ (الف) در برج سنبله دیده می‌شود. (ب) در برج اسد دیده می‌شود. (ج) در برج عقرب دیده می‌شود. (د) در برج میزان دیده می‌شود. (ه) دیده نخواهد شد.

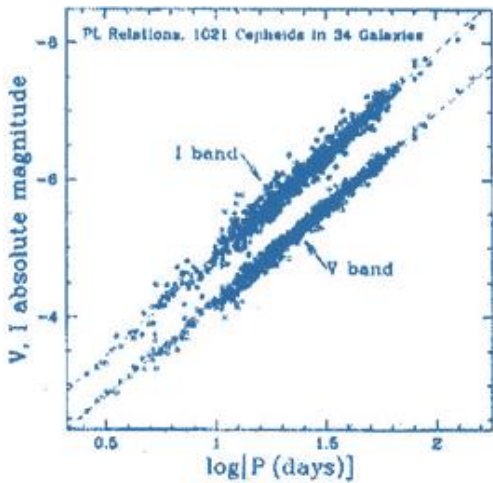
۲۲- فرض کنید ستاره‌ای با جرم 10^{31} kg و $1/6$ و درخشندگی مطلق $2 \times 10^{29} \text{ Js}^{-1}$ در طول عمر خود در حدود یک‌دهم جرم هیدروژنی خود را به هلیوم تبدیل کند؛ عمر ستاره چند سال خواهد بود؟

(الف) $3/7 \times 10^7$ (ب) $1/3 \times 10^{10}$ (ج) $1/8 \times 10^8$ (د) $4/1 \times 10^6$ (ه) $9/6 \times 10^9$ (و) $7/3 \times 10^{11}$

۲۳- بارش شهابی اسدی در چه زمانی رخ می‌دهد؟ (الف) ۲۲ آذر ۱۳۸۴ (ب) ۲۶ آبان ۱۳۸۴ (ج) ۱۳ دی ۱۳۸۴ (د) ۲۱ مرداد ۱۳۸۴

۲۴- کدام یک از مکان‌های زیر برای پرتاب سفینه‌ی فضایی مناسب‌تر است؟ (الف) هاوانا - پایتخت کوبا (ب) استکهلم - پایتخت سوئد (ج) سیدنی - شهری در استرالیا (د) مسکو - پایتخت روسیه (ه) تهران

۲۵- درخشندگی مطلق ستاره‌ای ۱۰۰۰ برابر درخشندگی مطلق خورشید است. جرم این ستاره چند برابر جرم خورشید است؟ (الف) ۱۰ (ب) ۳/۲۰ (ج) ۲/۴۵ (د) ۲/۳۲ (ه) ۰/۰۰۹۴



۲۶- ماه متغیرهای قیفاووسی ستاره‌هایی تپنده هستند که از آن‌ها برای اندازه‌گیری فاصله در کیهان استفاده می‌شود. در شکل زیر، نمودار کالیبراسیون متغیرهای قیفاووسی داده شده است. فرض کنید یک متغیر قیفاووسی با دوره تناوب 50° روز و قدر ظاهری $2^\circ+$ در ناحیه مری طیف رصد شده است. فاصله‌ی این ستاره از ما چند پارسک است؟
(در شکل: ناحیه مری = V Band و ناحیه مادون قرمز = I Band)

- (الف) ۴۰۰ Mpc
(ب) ۲۵ Mpc
(ج) ۲/۵ Mpc
(د) ۱۷۰ Mpc
(ه) ۸۵۳ Mpc

۲۷- ماه قدر ظاهری ستاره‌ای در نور آبی $5/10^\circ$ اندیس رنگی و تصحیح بولومتريک برای این ستاره به ترتیب $5/1^\circ-$ و $8/0^\circ-$ و اختلاف منظر آن $001/0^\circ$ ثانیه است. درخشندگی مطلق آن چند برابر درخشندگی مطلق خورشید است؟

- (الف) $3/4 L_\odot$
(ب) $1250 L_\odot$
(ج) $135 L_\odot$
(د) $27 L_\odot$
(ه) $0/01 L_\odot$

۲۸- ماه کدام یک از اجزای منظومه شمسی اتمسفر آمونیاکی دارد؟

- (الف) زهره
(ب) تایتان
(ج) عطارد
(د) اوبرون
(ه) وستا

۲۹- ماه کدام یک از ستاره‌های زیر جزو ده ستاره پرنور آسمان نیستند؟

- (الف) شعرای بمانی
(ب) سماک رامج
(ج) نسر واقع
(د) عیوق
(ه) قلب العقرب

۳۰- ماه عمر رشته‌ی اصلی ستاره‌ای که جرم آن 5° برابر جرم خورشید است چند برابر کمتر از خورشید خواهد بود؟

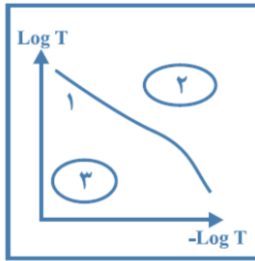
- (الف) $5/6 \times 10^5$
(ب) $5/6 \times 10^{-5}$
(ج) $3/2 \times 10^3$
(د) $4/2 \times 10^6$
(ه) $3/2 \times 10^{-3}$

۳۱- ماه اگر ناظری که بر روی ماه زندگی می‌کند زمین را در سمت الرأس خود مشاهده کند، چقدر طول می‌کشد تا زمین برای این ناظر غروب کند؟

- (الف) یک شبانه‌روز خورشیدی (۲۴ ساعت)
(ب) یک چهارم شبانه‌روز (۶ ساعت)
(ج) ۲۷/۳ شبانه‌روز
(د) ۲۹/۵ شبانه‌روز
(ه) هیچ‌وقت زمین غروب نمی‌کند.

۳۲- ماه بزرگ‌ترین قمر منظومه شمسی کدام است؟

- (الف) ماه
(ب) گانیمد
(ج) تایتان
(د) تایتانیا
(ه) کالیستو



نام قسمت‌های مشخص‌شده در شکل به ترتیب شماره از راست به چپ در کدام گزینه آمده است؟

- (الف) رشته اصلی - غول سرخ - ابر غول آبی
 (ب) رشته اصلی - کوتوله سفید - سیاه‌چاله
 (ج) رشته اصلی - غول سرخ - کوتوله سفید
 (د) نواختر - سیاه‌چاله - ابر غول آبی

۳۳- ماه

اگر اختلاف قدر مطلق و قدر ظاهری دو ستاره یکسان باشد:

- (الف) دو ستاره هم‌دما هستند.
 (ب) دو ستاره هم‌اندازه هستند.
 (ج) نور دو ستاره یکسان است.
 (د) دو ستاره هم فاصله هستند.

۳۴- ماه

شتاب جسمی که به دور دایره می‌چرخد:

- (الف) حتماً به سمت مرکز است.
 (ب) اندازه سرعت را تغییر نمی‌دهد.
 (ج) جهت و اندازه آن ثابت است.
 (د) در خلاف جهت حرکت است.
 (ه) هیچ‌کدام

۳۵- ماه

اگر در اثر وجود ماده میان‌سیاره‌ای نور ستاره‌ای 10° درصد کاهش باید در اندازه‌گیری فاصله ستاره چقدر خطا خواهیم داشت؟

- (الف) ۱۵٪ (ب) ۱۲٪ (ج) ۵٪ (د) ۱٪ (ه) ۲۰٪

۳۶- ماه

طبق قانون تیتوس-بُده (Titius - Bode) فاصله سیارات منظومه شمسی تا خورشید از رابطه‌ی تجربی $(2^j) / 3 + 0 / 4 = d$ به دست

می‌آید که در آن $j = -\infty - 0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8$ است. در این رابطه d برحسب واحد نجومی است. به ازای $j=3$ سیاره

نداریم ولی از این رابطه فاصله سیاره‌ی به نام (ceres) تا خورشید به دست می‌آید. طبق این فرمول فاصله‌ی زحل تا خورشید چند برابر فاصله مریخ تا خورشید است؟

- (الف) ۷ (ب) ۷/۵ (ج) ۵/۵ (د) ۸/۲۵ (ه) ۶/۲۵

۳۷- ماه

کدام‌یک از اجرام غیر ستاره‌ای زیر را در فصل بهار به‌راحتی در نیمه‌شب و در وسط آسمان می‌توان دید؟

- (الف) M1 (ب) M45 (ج) M33 (د) M51 (ه) M42

۳۸- ماه

کدام‌یک از ستاره‌های زیر پرنورتر است؟

- (الف) β دباکبر (ب) γ دباکبر (ج) δ دباکبر
 (د) ζ دباکبر (ه) ϵ دباکبر (و) η دباکبر

۳۹- ماه

نزدیک‌ترین خورشیدگرفتگی به تاریخ امتحان (۱۳۸۴/۱/۲۶) که در ایران قابل‌مشاهده است در چه زمانی رخ داده یا رخ خواهد داد؟

- (الف) ۱۹ فروردین ۱۳۸۴ (ب) ۴ اردیبهشت ۱۳۸۴ (ج) ۱۱ مهر ۱۳۸۴
 (د) ۲۷ شهریور ۱۳۸۴ (ه) ۱۱ آبان ۱۳۸۴

۴۰- ماه

« مسئله‌های کوتاه »

پیش از شروع مسئله‌های کوتاه توضیح زیر را به‌دقت بخوانید.

پاسخ در این قسمت نمره منفی ندارد.

در این مسئله‌ها باید پاسخ را برحسب واحدی که در صورت مسئله خواسته شده (مثلاً ثانیه درجه پارسک و غیره) به دست آورید. سپس رقم یکان را در قسمت مربوط به رقم یکان و رقم دهگان را در قسمت مربوط به دهگان در پاسخ‌نامه علامت بزنید. فرض کنید در صورت مسئله قدر ستاره‌ای خواسته شده است و شما عدد $۱۲ / ۶۹۵$ را به دست آورید. جوابی که باید در پاسخ‌نامه زده شود عدد ۱۲ است یعنی باید ۱ را در ستون دهگان و ۲ را در ستون یکان سیاه کنید. از گرد کردن اعداد خودداری کنید. از علامت اعداد صرف‌نظر کنید. فقط دو رقم یکان و دهگان مهم است. جدول زیر چند نمونه از اعداد به‌دست آمده و آنچه باید در پاسخ‌نامه زده شود را نشان می‌دهد.

عددی که باید در پاسخ‌نامه وارد شود	عدد به‌دست آمده
۴۳	$۴۳ / ۹۹۶۵۴$
۴۳	$۴۳ / ۰۰۱۲۳۶۵$
۰۱	$۱ / ۸۶۶$
۹۹	$۹۹ / ۹۹۹۹$
۰۰	$۰ / ۰۰۰۱$
۰۲	۲

۱- ستاره‌ای هنگام چرخش به‌طور ناگهانی نصف جرمش را در راستای محور دوران به بیرون پرتاب می‌کند و شعاعش نصف مقدار اولیه می‌شود. در این حالت سرعت زاویه‌ای جدید چند برابر سرعت زاویه‌ای قبل است؟

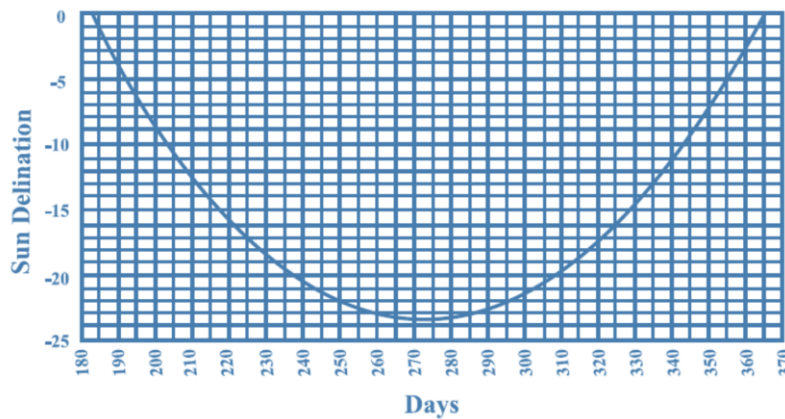
ماه

۲- قدر ظاهری یک منظومه ستاره‌ای که شامل دو ستاره با قدرهای ظاهری $11/2$ و 13 باشد چقدر است؟

ماه

۳- خورشید است. تغییر میل خورشید در طول سال باعث تغییر طول شب و روز می‌شود. به کمک این نمودار حساب کنید که در چه عرض جغرافیایی شب یلدا 60° شبانه‌روز کامل طول می‌کشد؟

ماه



۴- دمای سطحی ستاره‌ای ۲ برابر دمای سطحی خورشید و درخشندگی مطلق آن 1600 برابر درخشندگی مطلق خورشید است. نسبت شعاع این ستاره به خورشید را حساب کنید.

ماه

۵- اندیس رنگی ستاره‌ای متعلق به یک خوشه ستاره‌ای صفر است ($B - V = 0$). بر مبنای نمودار HR این خوشه قدر مطلق ستاره‌هایی با اندیس رنگی صفر باید $+1$ باشد. اگر فاصله این خوشه 10000 پارسک باشد قدر ظاهری این ستاره در آسمان چقدر خواهد بود؟

ماه

۶- در اثر گشتاوری که خورشید ماه و سیارات منظومه شمسی به زمین وارد می‌کنند محور دوران زمین به آرامی به دور خط عمود بر صفحه دایره‌البروج می‌چرخد. به این حرکت تقدیمی گفته می‌شود که دوره تناوب آن حدود 26000 سال است. در اثر این حرکت اعتدال بهاری روی استوای سماوی به سمت غرب حرکت می‌کند. حرکت تقدیمی باعث می‌شود طول سال شمسی (فاصله بین دو اعتدال بهاری متوالی) با سال نجومی (زمان لازم برای 2π رادیان دوران زمین به دور خورشید) یکسان نباشد. اختلاف این دو سال چند ثانیه است؟

ماه

۷- فرض کنید $GM_\odot = 1$ که در آن G ثابت جهانی جاذبه و M_\odot جرم خورشید است. اگر سرعت خطی زهره را با v_p و سرعت خطی مشتری

ماه

را با v_j نشان دهیم نسبت $(\frac{v_j}{v_p})^2$ را حساب کنید.

۸- فرض کنید که کهکشان به شکل کره‌ای و خورشید در مرکز آن باشد. شعاع کهکشان را 1 Kpc بگیرید. فرض کنید که چگالی توزیع ستاره‌های کهکشانی که همه آن‌ها مثل خورشید است 10° ستاره بر پارسک مکعب باشد. در این صورت قدر ظاهری یک درجه مربع از آسمان

ماه

نزدیک استوایی سماوی چقدر خواهد بود؟

کلید سؤالات

۱	هـ د ج ب الف	۲۱	هـ د ج ب	۴۱	هـ د ج ب الف
۲	هـ د ج ب الف	۲۲	هـ د ب الف	۴۲	هـ د ج ب الف
۳	هـ د ج ب الف	۲۳	هـ د ج ب الف	۴۳	هـ د ج ب الف
۴	هـ د ج ب الف	۲۴	هـ د ج ب	۴۴	هـ د ج ب الف
۵	هـ د ج ب	۲۵	هـ د ج ب	۴۵	هـ د ج ب الف
۶	هـ د ج ب الف	۲۶	هـ د ب الف	۴۶	هـ د ج ب الف
۷	هـ د ب الف	۲۷	هـ د ج ب الف	۴۷	هـ د ج ب الف
۸	هـ د ج ب الف	۲۸	هـ د ج ب الف	۴۸	هـ د ج ب الف
۹	هـ د ب الف	۲۹	هـ د ج ب الف	۴۹	هـ د ج ب الف
۱۰	هـ د ج ب الف	۳۰	هـ د ج ب الف	۵۰	هـ د ج ب الف
۱۱	هـ د ج ب	۳۱	هـ د ج ب الف	۵۱	هـ د ج ب الف
۱۲	هـ د ج ب الف	۳۲	هـ د ج ب الف	۵۲	هـ د ج ب الف
۱۳	هـ د ج ب	۳۳	هـ د ب الف	۵۳	هـ د ج ب الف
۱۴	هـ د ج ب الف	۳۴	هـ د ج ب الف	۵۴	هـ د ج ب الف
۱۵	هـ د ج ب	۳۵	هـ د ج ب	۵۵	هـ د ج ب الف
۱۶	هـ د ب الف	۳۶	هـ د ب الف	۵۶	هـ د ج ب الف
۱۷	هـ د ب الف	۳۷	هـ د ج ب الف	۵۷	هـ د ج ب الف
۱۸	هـ د ج ب الف	۳۸	هـ د ب الف	۵۸	هـ د ج ب الف
۱۹	هـ د ج ب الف	۳۹	هـ د ج ب الف	۵۹	هـ د ج ب الف
۲۰	هـ د ج ب الف	۴۰	هـ د ب الف	۶۰	هـ د ج ب الف

سؤالات تشریحی

۱۱	-۲	۸	-۱
۱۰	-۴	۷۰	-۳
۱۲۱۰	-۶	۱۶	-۵
-۳/۹	-۸	۷	-۷

۱- گزینه ب پاسخ صحیح است.

سرعت حرکت مماس بر مسیر است و شتاب عمود بر سرعت و در جهت مرکز دایره است.

۲- گزینه د پاسخ صحیح است.

جرم کوتوله سفید تقریباً بین ۰/۹ تا ۱/۴۴ برابر جرم خورشید است.

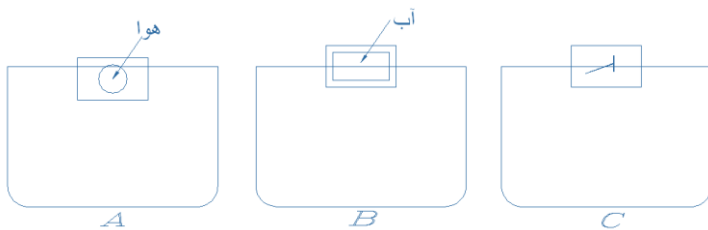
۳- گزینه د پاسخ صحیح است.

$$\tan \alpha = \frac{D}{d} \Rightarrow D = \tan \alpha \times d = 345000m = 345km$$

از طرفی با استفاده از رابطه تیتوس - بده، فاصله زمین تا خورشید و فاصله زحل تا زمین را تخمین می‌زنیم که به ترتیب برابر ۱ و ۹ واحد نجومی خواهد شد؛ بنابراین فاصله زحل از سیاره مابین ۸ تا ۱۰ واحد نجومی خواهد بود؛ که از تبدیل آن به کیلومتر مقدار تقریبی زیر حاصل می‌شود: $9 \times 10^{11} m$

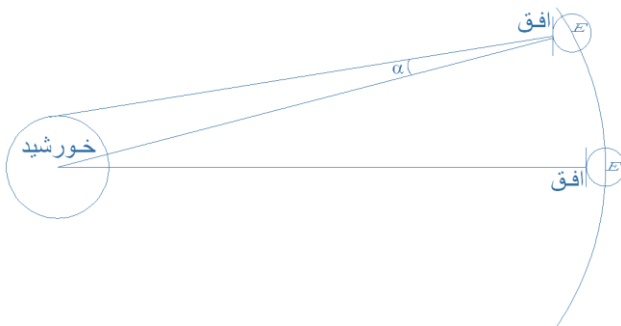
$$\tan \alpha = \frac{D}{d} \Rightarrow D = \tan \alpha \times d = 345000m = 345km$$

۴- گزینه ب پاسخ صحیح است.



در ظرف دوم و اول قطعه یخ به اندازه‌ی جرمش آب ایجاد می‌کند، چه داخل آن آب باشد چه هوا فرقی نمی‌کند؛ اما در حالت سوم، از آنجاکه حجم میخ بسیار کمتر از آب و یخ هم جرم آن است، بعد از ذوب شدن یخ حجم آب موجود در ظرف اندکی کاهش می‌یابد.

۵- گزینه الف پاسخ صحیح است.



هنگامی که زمین یک دور به دور محورش می‌چرخد، در حال گردش به دور خورشید نیز هست بنابراین وقتی در یک‌زمان مشخص، خورشید را در بالای سرخودمان فرض کنیم و زمین را بدون حرکت وضعی در نظر بگیریم یک روز بعد خورشید کمی از سرس و فاصله می‌گیرد. این مقدار برابر است با:

$$\frac{360 \text{ deg}}{365 \text{ day}} = 0.986^\circ$$

این زاویه برابر ۴ دقیقه است که به زمان گردش وضعی زمین

اضافه می‌شود و عدد ۲۴ را حاصل می‌کند حال اگر فرض کنیم زمین خلاف جهت عادی به دور خودش بچرخد نه تنها این ۴ دقیقه به زمان گردش وضعی اضافه نمی‌شود بلکه خلاف حالت معمول همین مقدار کم می‌شود پس خواهیم داشت:

$$23h 52m = 24h - 4 \text{ دقیقه} - 4 \text{ دقیقه} = 24 \text{ ساعت}$$

اما از آنجاکه شبانه‌روز نجومی مدت زمان برگشت مجدد ستاره‌ها به مکان اولیه‌شان است، این مقدار برابر ۲۳ ساعت و ۵۶ دقیقه می‌شود.



۶- گزینه ب پاسخ صحیح است. ماه

می‌دانیم با هر واحد افزایش قدر، میزان درخشندگی ستاره ۲ / ۵ برابر می‌شود. از طرفی می‌دانیم ستارگان RR شلیاقی هر قدر دوره گردششان سریع یا کند باشد فرقی نمی‌کند و در مجموع ستارگان RR شلیاقی، قدر مطلق حدود عدد ۵/۰ خواهند داشت، پس:

$$\text{قدر مطلق} - \text{قدر ظاهری} = \log d - 5 = \log d = \frac{19/5}{5} \Rightarrow d = 8000 pc$$

۷- گزینه ج پاسخ صحیح است. ماه

برای در نتیجه برای $F = f_m + f_M$ با توجه به آنکه حرکت دایره‌ای است، خواهیم داشت:

$$F = \frac{Gm}{r^2} \left[\frac{m + 4M}{(2r)^2} \right] = mr\omega^2$$

و خواهیم داشت:

$$G \left[\frac{m + 4M}{4} \right] = r^2 \frac{4\pi^2}{T^2} \Rightarrow T = \sqrt{\frac{16\pi^2 r^3}{G(m + 4M)}}$$

۸- گزینه د پاسخ صحیح است. ماه

می‌دانیم: $r = \frac{a(1 - e^2)}{(1 + e \cos \theta)}$ از طرفی زاویه‌ی بین خط‌المرکزین و محور اصلی در بهار ۴۵ درجه و در تابستان ۴۵+۹۰ درجه است؛ پس داریم:

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{2 - \sqrt{2}e}{2 + \sqrt{2}e} \Rightarrow e = \sqrt{2} \frac{(r_2 - r_1)}{(r_2 + r_1)}$$

۹- گزینه ج پاسخ صحیح است. ماه

عمر تقریبی خورشید ۴ / ۵ میلیارد سال است. اگر خورشید هر ۲۰۰ میلیون سال یک‌دور به دور مرکز کهکشان بچرخد، خواهیم داشت:

$$n = \frac{5/4 \times 10^9}{200 \times 10^6} = 27 \approx 25$$

۱۰- گزینه هـ پاسخ صحیح است. ماه

$$T_{\text{حدود}} = \frac{2/9 \times 10^{-2}}{\lambda_{\text{max}}} \rightarrow T_{\text{حدود}} = 10000 \text{ کلونین}$$

۲۰۰۰ - ۳۵۰۰	M
۳۵۰۰ - ۴۵۰۰	K
۴۵۰۰ - ۶۰۰۰	G
۶۰۰۰ - ۸۰۰۰	F
۸۰۰۰ - ۱۱۰۰۰	A
۱۰۰۰۰ - ۲۵۰۰۰	B
۲۵۰۰۰ - ۵۰۰۰۰	O

با توجه به دما، رده طیفی ستاره A است.

۱۱- گزینه الف پاسخ صحیح است.

دوره تناوب هلالی همان ماه نجومی است.

عطارد	۸۷ / ۹۶	} برحسب روز
زهره	۲۲۴ / ۷	
زمین	۳۶۵ / ۲۶	
مریخ	۶۸۷	
مشتری	۱۱ / ۸۶	} برحسب سال
زحل	۲۹ / ۴۶	
اورانوس	۸۴	
نپتون	۱۶۴ / ۷۹	

بنابراین عطارد کمترین دوره تناوب هلالی را دارا بوده.

۱۲- گزینه هـ پاسخ صحیح است.

$$\frac{F_i}{F_r} = \frac{\frac{Gm_m m_s}{r_{ms}^2}}{\frac{Gm_m m_E}{r_{me}^2}} = \frac{r_{me}^2 m_s}{r_{ms}^2 m_E} = \frac{(3 / 84 \times 10^5)^2 \times 1 / 99 \times 10^{30}}{(1 / 5 \times 10^8)^2 \times 5 / 97 \times 10^{24}} = 2 / 18$$

۱۳- گزینه الف پاسخ صحیح است.

به‌طور کلی سیارات گازی کمترین چگالی را دارند. اما در این میان چگالی زحل از همه کمتر است و چگالی مشتری و اورانوس تقریباً برابرند. از طرفی بیشترین چگالی در میان سیارات با عدد ۵ / ۵ متعلق به زمین است.

۱۴- گزینه ب پاسخ صحیح است.

$$\frac{M_{\oplus}}{M_{moon}} = \frac{5 / 97 \times 10^{24}}{7 / 35 \times 10^{22}} = 0 / 812 \times 10^2 = 81 / 2$$

۱۵- گزینه الف پاسخ صحیح است.

سؤال با مشکل علمی روبروست زیرا گزینه‌های الف و ب هم‌جهت و ج و د نیز هم‌جهت حرکت می‌کنند و جرم‌ها و طول مدار در گزینه‌های نظیر برابر است. اگر جهت دوران دو جسم به دور جسم مرکزی هم‌جهت باشند، سامانه پایدارتر است. چراکه جهت تکانه‌ها هم‌راستا دیده می‌شود اما اگر جهت تکانه‌ها در خلاف جهت هم باشند، به‌مرور به‌مانند اصطکاک برای یکدیگر رفتار کرده و به کند شدن دوره‌ها می‌انجامد. در مورد گزینه‌های هم‌جهت هم آن دوتایی که در یک خط نیستند، (صرفاً کمی) پایدارتر خواهند بود.

در مدتی که ماه طی $\frac{1}{3}$ روز یک دور به گرد زمین می‌چرخد در این مدت یک دور نیز به دور محورش چرخش می‌نماید، در نتیجه یک‌طرف آن همیشه از زمین قابل‌رؤیت است. برابر دوره‌های حرکت وضعی و حرکت انتقالی آن به دور زمین، نتیجه اثر جزر و مد زمین بر روی ماه است. چون جرم ماه فقط $\frac{1}{80}$ جرم زمین است، اثر جزر و مد زمین بر روی آن از اثر جزر و مد ماه بر روی زمین به مراتب بیشتر است. منجمین عقیده دارند که زمین و ماه از یک ماده اصلی جداگانه به وجود آمده‌اند و در زمان‌های اولیه و خیلی پیش از زمان حال، به یکدیگر نزدیک بوده‌اند.

در ابتدا ماه با سرعت زیادتری به دور محورش چرخش می‌نموده است. بعدها نیروی جاذبه زمین باعث ایجاد جزر و مد در روی ماه گردید و این امر سبب کشیده شدن شکل ماه شد. اصطکاک جزر و مد به تدریج از سرعت چرخش ماه به دور محورش کاسته و دوره‌ی این چرخش‌ها را افزایش داد. تا حدی که با دوره حرکت انتقالی آن به دور زمین برابر گردید. ماه، به‌مرور زمان در شکل کشیده شده و امروزی خود جامد گردید.

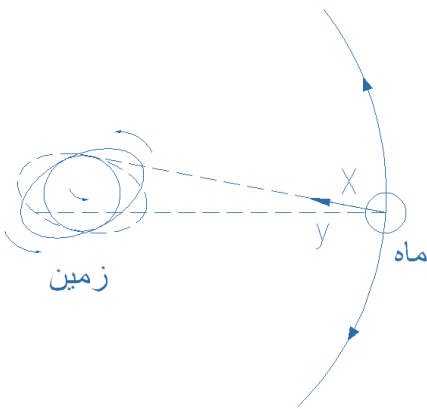
به علت این‌که ماه به روی زمین جزر و مد ایجاد می‌نماید روزهای زمینی طولانی گردیده تا وقتی که دوره چرخش زمین و ماه با دوره حرکت انتقالی ماه برابر گردند. در همین زمان جزر و مد بر روی زمین، تأثیر اندکی بر روی حرکت مداری ماه می‌گذارد.

در شکل دو شتاب X و Y اگر دقیقاً بررسی شود باهم مؤلفه‌ای در جهت حرکت ماه به دست می‌دهند (یک مؤلفه دیگر نیز در جهت مرکز زمین وجود دارد). این نیروی شتاب‌دهنده در تمام مدتی که زمین سریع‌تر از ماه می‌چرخد اثر نموده و باعث می‌شود که برآمدگی‌های جزر و مدی زمین به مقدار کمی به سوی شرق به‌طرف خارج از خط واصل به ماه تغییر مکان دهد. اگر ماه به‌طور کامل در مدارش ساکن می‌شد به‌طرف زمین سقوط می‌نمود. برعکس چون ماه در مدارش دارای شتاب است در یک مدار مارپیچی از زمین دور می‌شود.

بنابراین تا زمانی که زمین به دور خودش سریع‌تر از چرخش ماه به دور آن می‌چرخد فاصله بین این دو افزایش یافته و دوره حرکت مداری طولانی‌تر می‌شود. مشاهدات نشان می‌دهند که شکل فعلی ماه کشیده‌تر از حالتی است که در ابتدا دارا می‌بود؛ بنابراین در موقع که برآمدگی جزر و مدی به‌صورت اجسام سخت درآمده و جامد شده، ماه در فاصله نزدیک‌تری از زمین قرار داشته است. محاسبات نشان می‌دهد که ماه حرکت مارپیچی دور شونده خود را ادامه خواهد داد تا دوره مداری آن به 5° روز برسد و در این صورت پریود چرخش زمین و ماه نیز 5° روز فعلی ما خواهد بود.

شتاب ماه که به علت اصطکاک جزو مدی زمین ایجاد شده است. حرکت چرخشی سریع زمین مایل است که برآمدگی جزو مدی را در جهت پیکان‌ها جابجا نماید. این به‌نوبه خود باعث می‌شود که شتاب حاصل از یک برآمدگی X بیش از شتاب حاصل از برآمدگی دیگر Y باشد این دو شتاب ترکیب شده و مؤلفه کوچکی در امتداد حرکت ماه ایجاد می‌نمایند.

سیر تکامل جزو مد در اثر جاذبه خورشید با یک مقیاس زمانی فوق‌العاده کوچک‌تر ادامه دارد. اصطکاک جزر و مد دوره حرکت چرخشی زمین را زیاد می‌کند تا در انتها برابر دوره گردش زمین به دور خورشید گردد. چنین حالتی در حال حاضر در مورد سیاره عطارد وجود دارد. طولانی شدن تدریجی روز، در اثر جزر و مد خورشیدی، حرکت ماه را نیز تحت تأثیر قرار خواهد داد و چنانچه اثرهای دیگری غالب نگردند، ماه با حرکت مارپیچی شروع به نزدیک شدن به زمین می‌نماید.



۱۷- گزینه ج پاسخ صحیح است.

می‌دانیم حد قدری قابل مشاهده با چشم غیرمسلح ۶/۵ است؛ چشم این میزان روشنایی را با سطح آشکارساز مردمک چشم که قطر آن ۸ میلی‌متر است، آشکار می‌کند.

$$\Rightarrow m_{\gamma} - m_{\lambda} = 2 / 5 \log\left(\frac{D_{\gamma}}{D_{\lambda}}\right)^2 = 5 \log\left(\frac{D_{\gamma}}{D_{\lambda}}\right) \Rightarrow m_{\gamma} - 6 / 5 = 5 \log \frac{51^{\circ}}{8} = 9 / 0.2$$

۱۸- گزینه ب پاسخ صحیح است.

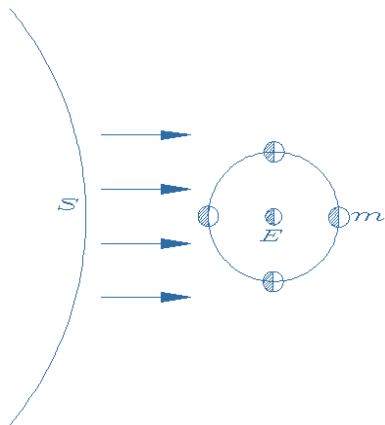
توجه داشته باشید که عده‌ای گزینه (کم می‌شود) را انتخاب می‌کنند و توجیه آن‌ها فشار وارده از مولکول‌ها در هنگام انبساط در تمام جهات است اما می‌دانیم که انبساط یک تجانس است و در شکل جسم اولیه تغییری ایجاد نمی‌کند و همه چیز با یک تناسب خاص چند برابر می‌شود اگر استدلال فوق درست بود شکل حلقه نیز تغییر می‌کرد اما می‌دانیم چنین نیست.

۱۹- گزینه ب پاسخ صحیح است.

ماه باید از زمین دورتر باشد تا کوچک‌تر به نظر برسد خورشید باید به زمین نزدیک‌تر باشد تا بزرگ‌تر به نظر برسد بنابراین باید ماه در اوج و زمین در حضیض باشد.

۲۰- گزینه ه پاسخ صحیح است.

از شکل نتیجه می‌گیریم، هر بخشی از ماه که از دید ناظر زمینی تاریک است قرینه بخشی است که از دید ناظر روی ماه تاریک است.

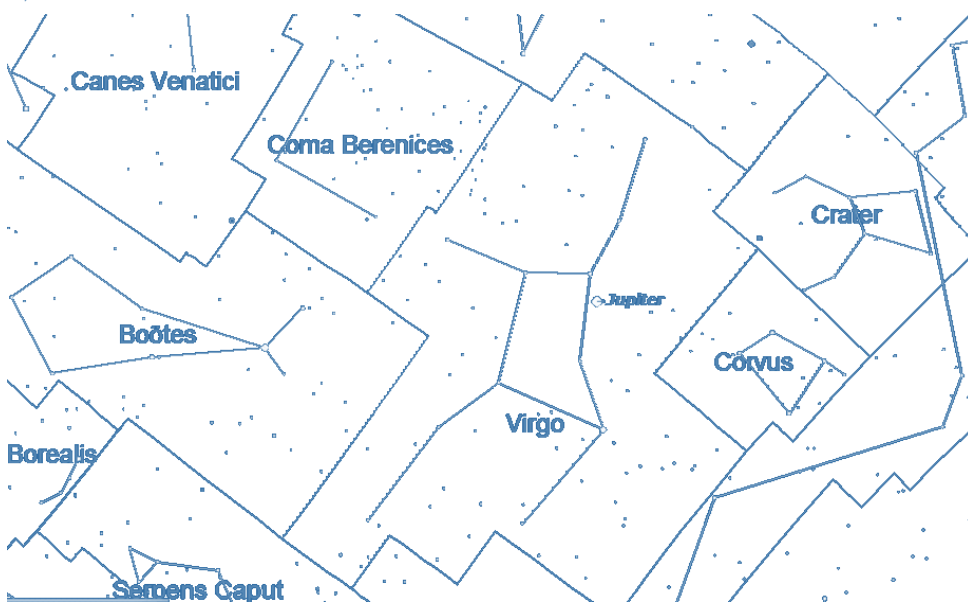


زمین تربیع آخر → ماه تربیع اول

زمین بدر → ماه نو

ماه بدر → زمین نو

۲۱- گزینه الف پاسخ صحیح است.



۲۲- گزینه ج پاسخ صحیح است.

$$\frac{m(^4\text{H} - \text{He})}{m(^4\text{H})} = \frac{0.028}{4.002} = 0.0071 \approx 0.7\%$$

می‌دانیم نرخ سوزاند ماده از قانون نسبیتی پیروی می‌کند، لذا داریم: $E = mc^2$

$$E = 0.0071 \times (0.1 \times 10^6 \times 10^3)^2 = 10 / 22 \times 10^{45} \text{ J}$$

$$Lt = E \Rightarrow t = \frac{E}{L} = \frac{10 / 22 \times 10^{45}}{2 \times 10^{29}} = 5 / 112 \times 10^{15}$$

طول هر سال بر حسب ثانیه معادل است با: $3 \times 10^7 \text{ sec} \approx 31622400 \text{ sec} = 60 \times 60 \times 24 \times (6 \times 30 + 6 \times 31)$ در نتیجه:

$$x = \frac{5 / 112 \times 10^{15}}{3 \times 10^7} = 1 / 6 \times 10^8$$

۲۳- گزینه ب پاسخ صحیح است.

زمان مهم‌ترین بارش‌های شهابی سالانه:

نام بارش	زمان اوج	بازه فعالیت
شلیاکی	۲ اردیبهشت	۲۷ فروردین - ۵ اردیبهشت
اتادلوی	۱۶ اردیبهشت	۳۰ اردیبهشت - ۷ خرداد
دلتا دلوی جنوبی	۶ مرداد	۲۱ تیر - ۲۸ مرداد
دلتا دلوی شمالی	۲۱ مرداد	۲۴ تیر - ۳ شهریور
برساووشی	۲۲ مرداد	۲۶ تیر - ۲ شهریور
تنینی	۱۷ مهر	۱۴ مهر - ۱۸ مهر
جباری	۳۰ مهر	۱۰ آبان - ۱۶ آبان
ثوری جنوبی	۱۴ آبان	۹ مهر - ۴ آذر
ثوری شمالی	۲۱ آبان	۹ مهر - ۴ آذر
اسدی	۲۶ آبان	۱۴ آبان - ۳۰ آبان
جوزایی	۲۳ آذر	۱۶ آذر - ۲۶ آذر
دبی	۱ دی	۲۶ آذر - ۵ دی
ربعی	۱۴ دی	۱۱ دی - ۱۵ دی

۲۴- گزینه الف پاسخ صحیح است.

باید از مناطق مسکونی دور باشد - شرایط جوی پایدار و نسبتاً خشکی داشته باشد. به خط استوا نزدیکتر باشد تا در هنگام پرتاب از چرخش زمین بیشترین انرژی اولیه را دریافت کند. حال باید عرض جغرافیایی شهرها را باهم مقایسه کنیم.

نام شهر	عرض جغرافیایی
هاوانا	۲۳ درجه و ۸ دقیقه
استکهلم	۵۹ درجه و ۲۰ دقیقه
سیدنی	۳۳ درجه و ۵۸ دقیقه
مسکو	۵۵ درجه و ۴۵ دقیقه
تهران	۳۵ درجه و ۴۱ دقیقه

هاوانا با عرض جغرافیایی کمتر به استوا نزدیکتر است.

۲۵- گزینه الف پاسخ صحیح است.

$$\frac{L}{L_{\odot}} = \left(\frac{M}{M_{\odot}}\right)^{3/5} \Rightarrow \frac{M}{M_{\odot}} = \sqrt[5/3]{\frac{L}{L_{\odot}}} = 7/2 \approx 10$$

۲۶- گزینه ج پاسخ صحیح است.

دوره تناوب متغیرهای قیفاووسی حدود ۵ روز است بنابراین: $1/7 \approx 1/69 = \log 5^{\circ}$ ؛ در روی نمودار نقطه‌ی متناظر با عدد ۱/۷ روی محور افقی برابر با عدد ۶- برای قدر مطلق مریی روی محور عمودی است.

$$m_v - M_v = 5 \log d - 5 \Rightarrow \frac{20 + 6 + 5}{5} = \log d \Rightarrow d \approx 2 \text{ Mpc}$$

۲۷- گزینه د پاسخ صحیح است.

ابتدا با داشتن اندیس رنگی، قدر ستاره را در طول موج مریی حساب می‌کنیم:

$$m_B - m_V = cl$$

$$10/5 - m_V = -1/5 \Rightarrow m_V = 12$$

حال برای تصحیح تابش‌سنجی داریم: $BC = m_{bol} - m_V \Rightarrow m_{bol} = 11/2$ ؛ از طرفی می‌دانیم تقریباً $d = \frac{1}{\theta''} = 1000 \text{ pc}$ پس:

$$m_{bol} - M_{bol(S_2)} = 5 \log d - 5 \Rightarrow M_{bol(S_2)} = 11/2 - 10 = 1/2$$

از طرف دیگر: $M_{bol(S_1)} - M_{bol(S_2)} = 2/5 \log\left(\frac{L_{S_2}}{L_{S_1}}\right)$ در نتیجه داریم $2/5 \log\left(\frac{L_{S_2}}{L_{S_1}}\right) = 4/8 - 1/2 = 2/5$ پس $L_{S_2} = 27/53 L_{S_1}$

۲۸- ماه گزیننه ب پاسخ صحیح است.

عطارد تقریباً جو ندارد اما زهره دارای جو گلخانه‌ای است و جو این سیاره شامل آب، CO_2 و آمونیاک می‌شود. جو تیتان شامل ۹۸/۴ درصد آمونیاک و ۱/۶ درصد متان است. البته گازهایی نظیر اتان، دی‌اکتیلین، پروپان هیدروژن، سیانید کربن دی‌اکسید، کربن، مونوکسید کربن، آرگون و هلیوم نیز در جو آن دیده می‌شود. جو اوپرون شامل ۸۳ درصد هیدروژن، ۱۵ درصد هلیوم و ۲ درصد متان است. (تایتان تنها قمر دارای جو است.)

۲۹- ماه گزیننه هـ پاسخ صحیح است.

با توجه به جدول ستارگان درخشان، قلب‌العقرب شانزدهمین ستاره پرنور آسمان است.

۳۰- ماه گزیننه ب پاسخ صحیح است.

$$\frac{t}{t_{\odot}} = \left(\frac{m}{m_{\odot}}\right)^{-2/5} = 5 / 6 \times 10^{-5}$$

۳۱- ماه گزیننه هـ پاسخ صحیح است.

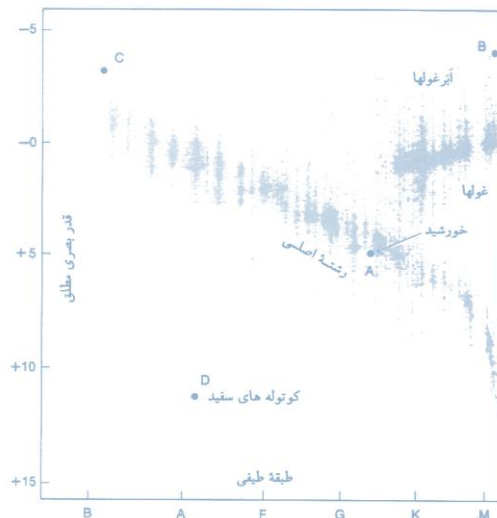
می‌دانیم همواره یک روی ماه به سمت ماست پس زمین مانند یک ستاره ثابت به نظر می‌رسد و از هر نقطه‌ای روی ماه سمت و ارتفاع زمین همواره ثابت خواهد بود.

۳۲- ماه گزیننه ب پاسخ صحیح است.

گانیمد با قطر ۵۲۷۰ کیلومتر قطورترین قمر است؛ چند قمر بزرگ منظومه شمسی به ترتیب بر حسب قطرشان در جدول ذیل آمده‌اند:

گانیمد	۵۲۷۰
کالیستو	۴۸۴۰
یو	۳۶۴۰
ماه	۳۴۷۶
اروپا	۳۱۳۰

۳۳- ماه گزیننه ج پاسخ صحیح است.



۳۴- ماه گزینۀ د پاسخ صحیح است.

	قدر مطلق	قدر ظاهری	} اختلاف قدر هر دو ستاره ۵ واحد است
A ستاره	- ۲۰	- ۱۵	
B ستاره	۸	۱۲	

از قدر مطلق متفاوت نتیجه می‌گیریم دما و اندازه متفاوت است. نور دو ستاره هم که یکسان نیست پس دو ستاره هم فاصله‌اند.

۳۵- ماه گزینۀ الف پاسخ صحیح است.

اگر جسم با سرعت یکنواختی روی دایره حرکت کند مؤلفه‌ی شتاب همواره در جهت مرکز خواهد بود ولی در مورد ثابت یا متغیر بودن شتاب حرفی به میان نیامده پس حالت کلی با سرعت متغیر را در نظر می‌گیریم ولی در مورد جهت شتاب باید گفت، چون شتاب همواره برسرعت عمود است پس شتاب در جهت مرکز دایره قرار می‌گیرد.

۳۶- ماه گزینۀ ج پاسخ صحیح است.

$$L_v = L_1 - 0/1L_1 = 0/9L_1 \Rightarrow \frac{L_v}{L_1} = \left(\frac{d_v}{d_1}\right)^2 \Rightarrow d_v = 1/05d_1$$

۳۷- ماه گزینۀ ه پاسخ صحیح است.

عطارد	-∞
زهره	۰
زمین	۱
مریخ	۲
مشتری	۴
زحل	۵

(۳) محل حضور سیارک‌ها ←

$$\frac{0/4 + 0/3 \times 2^5}{0/4 + 0/3 \times 2^2} = \frac{10}{1/6} = \frac{100}{16} = \frac{25}{4} = 6/25$$

۳۸- ماه گزینۀ ج پاسخ صحیح است.

M۱ سحابی خرچنگ در ثور فصل پاییز؛ M۴۲ سحابی جبار فصل پاییز و زمستان؛ M۳۳ در صورت فلکی مثلث فصل پاییز؛ M۵۱ کهکشان گرداب در تازی در بهار و تابستان؛ M۴۵ خوشه پروین ثور در پاییز

۳۹- ماه  گزینه هـ پاسخ صحیح است.

قدر ستاره‌های این صورت فلکی به قرار زیر است.

نام ستاره	قدر ظاهری
η	۱/۸۴
α	۱/۷۸
β	۲/۳۱
γ	۲/۲۱
ε	۱/۷۵

در نتیجه داریم: $\beta < \zeta < \eta < \alpha < \varepsilon$

۴۰- ماه  گزینه ج پاسخ صحیح است.

۱۱ مهر ۱۳۸۴

« مسائل پاسخ کوتاه »

-۱ ماف: پاسخ: ۸

می‌دانیم تکانه‌ی زاویه‌ای همواره ثابت است پس داریم:

$$r_1 m_1 v_1 = r_2 m_2 v_2 \quad ; \quad v = r\omega \Rightarrow \omega_1 m_1 r_1^2 = \omega_2 m_2 r_2^2 \Rightarrow \frac{\omega_2}{\omega_1} = 8$$

-۲ ماف: پاسخ: ۱۱

$$m_a - m_b = 2 / 5 \log \frac{d_b}{d_a} \Rightarrow 13 - 11 / 2 = 2 / 5 \log \frac{d_b}{d_a} \Rightarrow d_b = 5 / 25 d_a$$

$$M_T - m_b = 2 / 5 \log \frac{L_b}{L_T} \Rightarrow M_T - 11 / 2 = 2 / 5 \log \frac{5 / 25 L_a}{6 / 25 L_a} \Rightarrow M_T = 11 / 2 - 0 / 2 = 11$$

-۳ ماف: پاسخ: ۷۰

عملاً باید در آن بازه، خورشید طلوع نکند و از روی نمودار می‌فهمیم این اتفاق بین روزهای ۲۴۵ تا ۳۰۵ روی می‌دهد و میل خورشید در این مدت ۲۰° - درجه است

 پس داریم: $\varphi = 90 - 20 = 70$

-۴ ماف: پاسخ: ۱۰

$$L = 4\pi r^2 \sigma T^4 \Rightarrow \frac{r}{R} = \left(\frac{T}{T_s}\right)^2 \sqrt{\frac{1600L}{L}} \Rightarrow \frac{r}{R} = \frac{40}{4} = 10$$

-۵ ماف: پاسخ: ۱۶

$$m - M = 5 \log d - 5 \Rightarrow m - 1 = 5 \log 10^4 - 5 \Rightarrow m = 20 - 5 + 1 = 16$$

-۶ ماف: پاسخ: ۱۲۱۰

اعتدال بهاری در هر ۲۶۰۰۰ سال یک دور روی استوای سماوی جابجا می‌شود؛ از این‌رو در مدت یک سال ۱/۲۶۰۰۰ دور به سمت غرب جابجا می‌شود. بنابراین طول سال خورشیدی یعنی بین دو اعتدال بهاری متوالی کمتر از طول سال نجومی باشد. طول یک سال اعتدالی برابر است با ۳۶۵/۲۴۲۲ روز، پس برای سال نجومی خواهیم داشت:

$$\text{روز سال اعتدالی} = 365 / 25862 \times \frac{360^\circ}{360^\circ - 26000} = \text{سال نجومی}$$

پس اختلاف این دو سال برابر است با:

$$\Delta t = 365 / 25862 - 365 / 24222 \text{ day} = 0 / 014 \text{ day} = 0 / 336 \text{ hour} = 1210 \text{ sec}$$



$$\frac{mv^2}{r} = \frac{GmM}{r^2} \Rightarrow \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^2 = \frac{r_2}{r_1}$$

از رابطه‌ی تیتوس-بده نیز می‌توانیم فاصله‌ها را به دست آوریم؛ جواب نهایی تقریباً برابر ۷ می‌شود.

ستارگانی که در فاصله‌ی برابر نسبت به ناظر قرار دارند، با روشنایی‌های یکسانی می‌درخشند. پس می‌توان تعداد ستارگان در یک فضای خاص را از رابطه‌ی مقابل به دست آورده (ضریب حجم پوسته ضربدر تعداد ستارگان در واحد حجم): $n = 4\pi r^2 (\Delta r) \times 10^6$ از طرفی روشنایی ستارگان درون پوسته چنین به دست می‌آید؛

$$b_{Total} = 10^5 L_S = 4 \times 10^{-7} Wm^{-2} \text{ جمع کنیم: } b = 4\pi r^2 (\Delta r) \times 10^6 \times \frac{L_S}{4\pi r^2} = 10^5 L_S (\Delta r)$$

حال از تناسب استفاده می‌کنیم:

$$b_{deg} = b_{Total} \times \frac{(2\pi R)^2}{4\pi R^2} = 9 / 67 \times 10^{-7} Wm^{-2}$$

و در نهایت روشنایی ستاره را با روشنایی خورشید مقایسه می‌کنیم:

$$-26 / 8 - m_{deg} = 2 / 5 \log \frac{b_{deg}}{b_S} = \frac{9 / 67 \times 10^{-7}}{1370} = -22 / 9 \Rightarrow m_{deg} = -3 / 9$$