



# سوالات و پاسخ مرحله اول نخستین المپیاد فیزیک و اختر فیزیک

ویرایش و پاسخ: کامبیز خالقی

تذکرات پیش از آزمون:

- این آزمون شامل ۴۰ سوال چند گزینه‌ای و ۸ سوال تشریحی است و مدت زمان پیشنهادی آن ۲۴۰ دقیقه است.
- نمره هر سوال 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، آلمانک‌ها و سایر اطلسهای ستاره‌ای، در این آزمون تخلف محسوب می‌شود.

تکثیر این سوالات تنها بدون دریافت وجه و فقط برای افزایش سطح علمی دانش آموزان بلا مانع است.

ویرایش و پاسخ: کامبیز خالقی

(۱) [IRYSC.COM](http://IRYSC.COM) 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) [IRYSC.COM](http://IRYSC.COM) کدام عدد به جرم کوتوله سفید نزدیک تر است؟

(الف)  $0.1 M_{sun}$  (ب)  $10 M_{sun}$  (ج)  $3 M_{sun}$  (د)  $1 M_{sun}$  (ه)  $4.5 M_{sun}$

(۳) [IRYSC.COM](http://IRYSC.COM) قطر آینه اصلی تلسکوپ فضایی هابل ۲.۴ متر است. فاصله نزدیک‌ترین نقاطی که به کمک این تلسکوپ در نور مرئی

روی سیاره زحل قابل تمیز دادن است، چند کیلومتر است؟

(الف) ۱۲۵۰ (ب) ۷۳.۳ (ج) ۱۵.۶ (د) ۴۱۶.۵ (ه) ۲۹۱۴.۲

(۴) [IRYSC.COM](http://IRYSC.COM) سه تکه یخ هم اندازه 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 لبالب باقی می‌ماند (تغییر نمی‌کند).

(د) آب در هر سه ظرف سر ریز می‌شود.

(ه) آب در هیچ ظرفی تغییر نمی‌کند.

(۵) [IRYSC.COM](http://IRYSC.COM) اگر زمین در خلاف جهت فعلی به دور خودش می‌چرخید شبانه روز نجومی چقدر طول می‌کشید؟

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

(۶) [IRYSC.COM](http://IRYSC.COM) ستاره‌ای از نوع RR شلیاکی قدر ظاهری ۱۵+ دارد. فاصله این ستاره از خورشید چند پارسک است؟

(الف)  $10^2$  (ب)  $10^4$  (ج)  $10^5$

(د)  $10^6$  (ه)  $10^7$  (و)  $10^8$

(۷) [IRYSC.COM](http://IRYSC.COM) یک منظومه ستاره‌ای سه تایی از یک ستاره مرکزی به جرم M و دو ستاره دیگر هر کدام به جرم m که روی مدار

دایره‌ای و یکسان به دور ستاره مرکزی می‌چرخند تشکیل شده است. هر سه ستاره مطابق شکل همواره روی یک خط قرار می‌گیرند. دوره

تناوب مدار برابر است با:

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

۸) [IRYSC.COM](http://IRYSC.COM) اگر دوره تناوب چرخش خورشید به دور مرکز کهکشان دویست میلیون سال باشد، خورشید از لحظه تولد تا کنون چند بار به دور مرکز کهکشان چرخیده است؟

الف) ۵ (ب) ۱۰ (ج) ۲۵ (د) ۱۰۰ (ه) ۵۲

۹) [IRYSC.COM](http://IRYSC.COM) فاصله زمین تا خورشید را در اول بهار  $r_1$  و در اول تابستان  $r_2$  می‌نامیم. اگر فرض کنیم خط مرکز زمین و خورشید در بهار زاویه ۴۵ درجه با محور اصلی بیضی مدار زمین بسازد خروج از مرکز مدار زمین عبارت است از:

$$\begin{aligned} & \sqrt{2} \frac{(r_1 - r_2)^2}{(r_1 + r_2)^2} \quad (ب) & \frac{\sqrt{2}(r_1 - r_2)}{2(r_1 + r_2)} \quad (الف) \\ & \sqrt{2} \frac{(r_1 - r_2)}{(r_1 + r_2)} \quad (د) & \frac{\sqrt{2}(r_1 - r_2)}{2(r_1 + r_2)} \quad (ج) \end{aligned}$$

۱۰) [IRYSC.COM](http://IRYSC.COM) رده طیفی ستاره‌ای که حداکثر شدت نور آن در طول موج  $2/9 \times 10^{-5} \text{ cm}$  است کدام است؟

الف) B (ب) O (ج) F (د) G (ه) A

۱۱) [IRYSC.COM](http://IRYSC.COM) کدام یک از سیاره‌های منظومه شمسی کمترین دوره تناوب هلالی را دارد؟

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

۱۲) [IRYSC.COM](http://IRYSC.COM) نسبت نیروی گرانش خورشید به ماه به نیروی گرانش زمین به ماه برابر است با:

الف) ۰.۰۰۰۲ (ب) ۰.۰۰۲ (ج) ۰.۰۲ (د) ۰.۲ (ه) ۲.۰

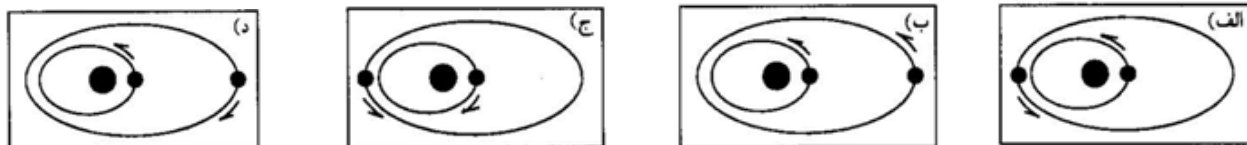
۱۳) [IRYSC.COM](http://IRYSC.COM) کدام یک از سیارات منظومه شمسی کمترین چگالی را نسبت به بقیه دارد؟

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

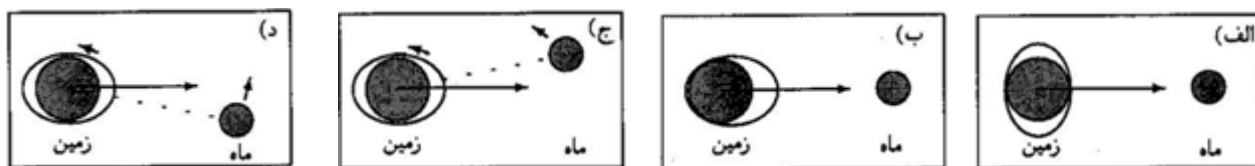
۱۴) [IRYSC.COM](http://IRYSC.COM) جرم زمین چند برابر جرم ماه است؟

الف) ۲۰ (ب) ۸۱ (ج) ۷۵ (د) ۹۵ (ه) ۶۰

۱۵) IRYSC.COM کدامیک از منظومه های دو سیاره ای زیر پایدار تر از بقیه بوده و احتمال مشاهده شدن آن در طبیعت بیشتر است؟



۱۶) IRYSC.COM کدامیک از شکل های زیر برداشت درستی از تغییر شکل آب های زمین در اثر نیروهای جذر و مد است؟



۱۷) IRYSC.COM کم نورترین ستاره ای را که می توان با تلسکوپ رصدخانه ابوریحان بیرونی دانشگاه شیراز با قطر آینه ای اصلی ۵۱ سانتیمتر در شرایط ایده آل رصدی دید از چه قدری است؟

الف) ۱۲.۶

ب) ۱۰.۷

ج) ۱۶.۵

د) ۹.۴

ه) ۱۸.۵

۱۸) IRYSC.COM یک دیسک آهنی را که سوراخی در وسط آن است به آرامی گرم می کنیم تا منبسط شود در این حالت قطر سوراخ:

الف) کم می شود

ب) زیاد می شود

ج) تغییر نمی کند

۱۹) IRYSC.COM خورشید گرفتگی حلقوی هنگامی رخ می دهد 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 گرهِ صعودی باشد.

د) ماه نو و زمین در اوج باشد.

۲۰) IRYSC.COM وقتی زمین در آسمان ماه در حداکثر روشنایی خود است، از روی زمین ماه در چه حالتی دیده می شود؟

الف) هلال

ب) تربیع اول

ج) تربیع آخر

د) بدر

ه) ماه نو

۲۱) IRYSC.COM 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 می شود.

ب) در برج اسد دیده می شود.

ج) در برج عقرب دیده می شود.

د) در برج میزان دیده می شود.

ه) دیده نخواهد شد.

۲۲) IRYSC.COM فرض کنید ستاره‌ای با جرم  $1/6 \times 10^{31} \text{ kg}$  و درخشندگی مطلق  $2 \times 10^{29} \text{ Js}^{-1}$  در طول عمر خود در حدود یک دهم 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) IRYSC.COM بارش شهابی اسدی در چه زمانی رخ می دهد؟

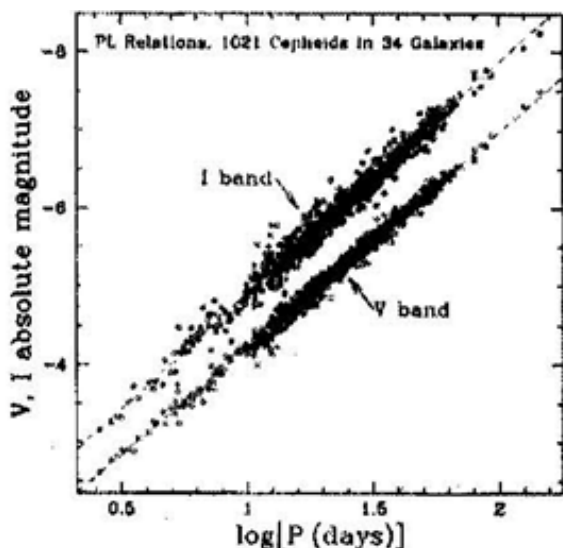
- الف) ۲۲ آذر ۱۳۸۴ (ب) ۲۶ آبان ۱۳۸۴  
 ج) ۱۳ دی ۱۳۸۴ (د) ۲۱ مرداد ۱۳۸۴

۲۴) IRYSC.COM کدام یک از مکان‌های زیر برای پرتاب سفینه فضایی مناسب‌تر است؟

- الف) هاوانا - پایتخت کوبا  
 ب) استکهلم - پایتخت سوئد  
 ج) سیدنی - شهری در استرالیا  
 د) مسکو - پایتخت روسیه  
 ه) تهران

۲۵) IRYSC.COM درخشندگی مطلق ستاره ای ۱۰۰۰ برابر درخشندگی مطلق خورشید است. جرم این ستاره چند برابر جرم خورشید است؟

- الف) ۱۰ (ب) ۲۰.۳ (ج) ۴۵.۲ (د) ۳۲.۲ (ه) ۰.۰۴۹



۲۶) IRYSC.COM 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 ۵۰ روز و قدر ظاهری +۲۰ در ناحیه مرئی طیف رصد شده است. فاصله‌ی این ستاره از ما چند پارسک است؟

(در شکل: ناحیه مرئی = 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) IRYSC.COM قدر ظاهری ستاره‌ای در نور آبی ۱۰.۵ اندیس رنگی و تصحیح بولومتریک برای این ستاره به ترتیب ۱.۵- و ۰.۸- و اختلاف منظر آن ۰.۰۰۱ ثانیه است. درخشندگی مطلق آن چند برابر درخشندگی مطلق خورشید است؟

- الف)  $4.3 L_{sun}$  (الف)  $125.0 L_{sun}$  (ب)  $135 L_{sun}$  (ج)  $27 L_{sun}$  (د)  
 $0.01 L_{sun}$  (ه)

۲۸) IRYSC.COM کدام یک از اجزای منظومه شمسی اتمسفر آمونیاکی دارد؟

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

۲۹) IRYSC.COM کدام یک از ستاره‌های زیر جزو ده ستاره پر نور آسمان نیستند؟

- الف) شعرای یمانی (الف) سماک راح (ب) نسر واقع (ج) عیوق (د)  
 (ه) قلب العقرب (ه) رجل الجبار (و)

۳۰) IRYSC.COM عمر رشته‌ی اصلی ستاره‌ای که جرم آن ۵۰ برابر جرم خورشید است چند برابر کمتر از خورشید خواهد بود؟

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

۳۱) IRYSC.COM اگر ناظری که بر روی ماه زندگی می‌کند زمین را در سمت الراس 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)

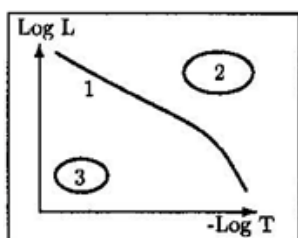
ج) ۲۷.۳ شبانه روز

د) ۲۹.۵ شبانه روز

ه) هیچ وقت زمین غروب نمی‌کند.

۳۲) IRYSC.COM بزرگترین قمر منظومه شمسی کدام است؟

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



۳۳) IRYSC.COM نام قسمت‌های مشخص شده 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 - سیاه چاله

ج) رشته اصلی - غول سرخ - کوتوله سفید

۳۴) **IRYSC.COM** اگر اختلاف قدر مطلق و قدر ظاهری دو ستاره یکسان باشد:

الف) دو ستاره هم دما هستند.

ب) دو ستاره هم اندازه هستند.

ج) نور دو ستاره یکسان است.

د) دو ستاره هم فاصله هستند.

۳۵) **IRYSC.COM** 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

۳۶) **IRYSC.COM** اگر در اثر وجود ماده میان - ستاره‌ای نور ستاره‌ای ۱۰ درصد کاهش یابد در اندازه‌گیری فاصله ستاره چقدر خطا

خواهیم داشت؟

الف) ۱۵٪

ب) ۱۲٪

ج) ۵٪

د) ۱٪

ه) ۲۰٪

۳۷) **IRYSC.COM** طبق قانون تیتوس - بده (Titius - Bode) فاصله سیارات منظومه شمسی تا خورشید از رابطه تجربی

$d = 0.4 + 0.3(2^j)$  به دست می‌آید که در آن  $j = -\infty - 0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8$  است. در این رابطه  $d$  بر حسب

واحد نجومی است. به ازای  $j=3$  سیاره نداریم ولی از این رابطه فاصله سیارکی 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

۳۸) **IRYSC.COM** کدام یک از اجرام غیرستاره‌ای زیر را در فصل بهار براحتی در نیمه شب و در وسط آسمان می‌توان دید؟

الف)  $M_1$

ب)  $M_{45}$

ج)  $M_{33}$

د)  $M_{51}$

ه)  $M_{42}$

۳۹) **IRYSC.COM** کدام یک از ستاره‌های زیر پر نورتر است؟

الف)  $\beta$  دب اکبر

ب)  $\gamma$  دب اکبر

ج)  $\delta$  دب اکبر

د)  $\epsilon$  دب اکبر

ه)  $\eta$  دب اکبر

و)  $\zeta$  دب اکبر

۴۰) **IRYSC.COM** نزدیکترین خورشید گرفتگی به تاریخ امتحان (۱۳۸۴/۱/۲۶) که در ایران قابل مشاهده 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

### مسئله‌های کوتاه

پیش از شروع مسئله‌های کوتاه توضیح زیر را به دقت بخوانید.

#### پاسخ در این قسمت نمره منفی ندارد.

در این مسئله‌ها باید پاسخ را بر حسب 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 پاسخ نامه علامت بزنید.

فرض کنید در صورت مسئله قدر ستاره ای خواسته شده است و شما عدد ۱۲.۶۹۵ را به دست آورید. جوابی که باید در پاسخ نامه 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 صرف نظر کنید. فقط دو رقم یکان و دهگان مهم است. جدول زیر چند نمونه از اعداد به دست آمده و آن چه باید در پاسخ نامه زده شود را نشان می‌دهد.

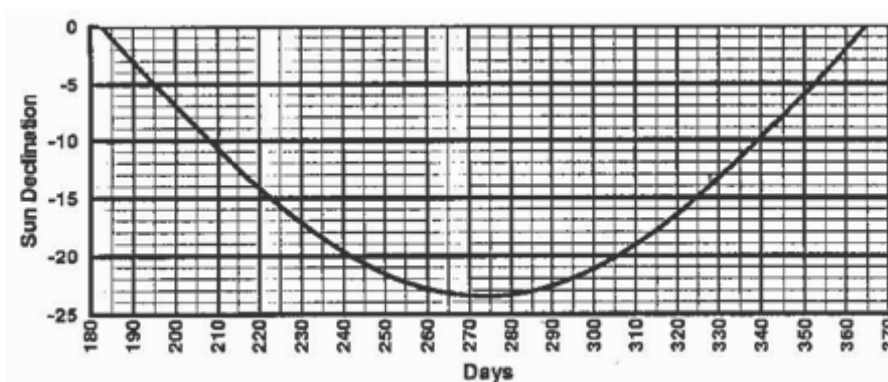
عددی که باید در پاسخ نامه وارد شود	عدد به دست آمده
۴۳	۴۳.۹۹۶۵۴
۴۳	۴۳.۰۰۱۲۳۶۵
۰۱	۱.۸۶۶
۹۹	۹۹.۹۹۹۹
۰۰	۰.۰۰۰۱
۰۲	۲



(۱) IRYSC.COM ستاره‌ای هنگام چرخش به طور 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؟

(۲) IRYSC.COM قدر ظاهری یک منظومه ستاره‌ای که شامل دو ستاره با قدرهای ۱۱.۲ و ۱۳ باشد چقدر است؟

(۳) IRYSC.COM شکل زیر نمودار تغییرات میل خورشید را در فصل زمستان نشان می‌دهد. محور افقی تعداد روزهای گذشته از ابتدای سال و محور عمودی زاویه میل 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 ۶۰ شبانه روز کامل طول می‌کشد؟



(۴) IRYSC.COM دمای سطحی ستاره‌ای ۲ برابر دمای سطحی خورشید و درخشندگی مطلق آن ۱۶۰۰ برابر درخشندگی مطلق خورشید است. نسبت شعاع این ستاره به خورشید را حساب کنید.

(۵) IRYSC.COM 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 +۱ باشد. اگر فاصله این خوشه ۱۰۰۰۰ پارسک باشد قدر ظاهری این ستاره در آسمان چقدر خواهد بود؟

(۶) IRYSC.COM 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 دایره البروج می‌چرخد. به این حرکت حرکت تقدیمی گفته می‌شود که دوره تناوب آن حدود ۲۶۰۰۰ 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  $2\pi$  رادیان دوران زمین به دور خورشید) یکسان نباشد. اختلاف این دو سال چند ثانیه است؟

(۷) IRYSC.COM فرض کنید  $GM_{sun} = 1$  که در آن  $G$  ثابت جهانی جاذبه و  $M_{sun}$  جرم خورشید است. اگر سرعت خطی زهره را با  $V_1$  و سرعت خطی مشتری را با  $V_2$  نشان دهیم نسبت  $(\frac{V_1}{V_2})^2$  را حساب کنید.

۸) **IRYSC.COM** فرض کنید که کهکشان به شکل کروی و خورشید در مرکز آن باشد. شعاع کهکشان را  $10 \text{ KPC}$  بگیرید. فرض کنید که چگالی توزیع ستاره های کهکشانی که همه آنها مثل خورشید است  $10$  ستاره بر پارسک مکعب باشد. در این صورت قدر ظاهری یک درجه مربع از آسمان نزدیک استوایی سماوی چقدر خواهد بود؟

۱ - IRYSC.COM گزینه ب پاسخ صحیح است.

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

۲ - IRYSC.COM گزینه د پاسخ صحیح است.

جرم کوتوله سفید تقریباً  $44 / 1$  برابر جرم خورشید است.

۳ - IRYSC.COM گزینه د پاسخ صحیح است.

$$\text{قطر دهانه بر حسب اینچ} = a \quad \text{و} \quad r.p = \frac{5/6}{a} = \text{توان تفکیک}$$

$$99\text{cm} \approx 39\text{inch} \quad \text{می دانیم}$$

$$\Rightarrow 2/4\text{m} \approx 94/54\text{inch}$$

از طرفی با استفاده از رابطه تیتوس - بده، فاصله زمین تا خورشید و فاصله ی زحل تا زمین را تخمین می‌زنیم که به ترتیب برابر ۱ و ۹ واحد نجومی خواهد شد. بنابراین فاصله ی زحل از سیاره ما بین ۸ تا ۱۰ واحد نجومی خواهد بود. که از تبدیل آن به کیلومتر مقدار تقریبی

$$\text{زیر حاصل می شود: } 10 \times \frac{3}{2} \times 10^8 \text{ km}$$

$$\text{قطر زحل} = 120540 \text{ Km}$$

$$\text{قطر ظاهری زحل} = 206265 \times \frac{D}{d} = 206265 \times \frac{120540}{1/5 \times 10^9}$$

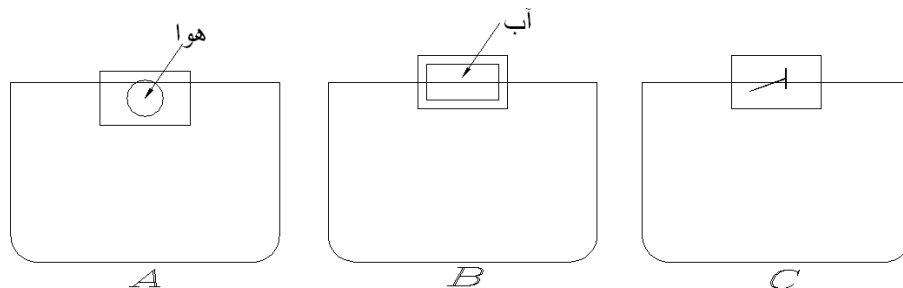
با استفاده از تناسب ذیل مقدار مطلوب حاصل می شود:

قطر واقعی	قطر ظاهری
توان تفکیک بر حسب ثانیه قوس	توان تفکیک بر حسب کیلوگرم

$$x = \frac{0.5923 \times 120540}{1/5 \times 10^9} \Rightarrow x = 430/7$$

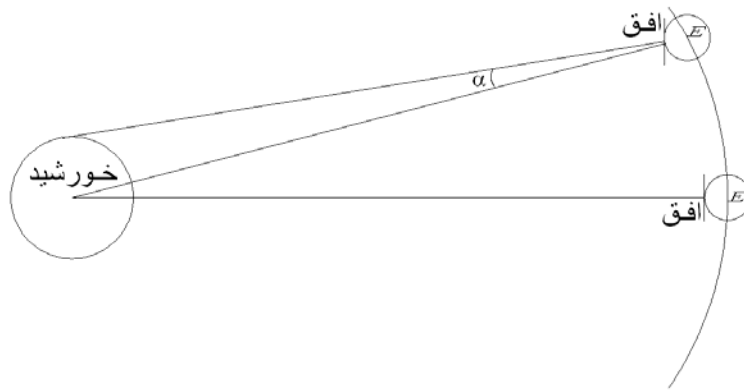
۴ - IRYSC.COM گزینه ب پاسخ صحیح است.

در ظرف دوم و اول قطعه یخ به اندازه ی جرمش آب ایجاد می‌کند، چه داخل آن آب باشد چه هوا فرقی نمی‌کند.



اما در حالت سوم، از آنجا که 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- [IRYSC.COM](http://IRYSC.COM) 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 یک زمان مشخص، خورشید را در بالای سر خودمان فرض کنیم و زمین را بدون حرکت وضعی در نظر بگیریم یک روز بعد خورشید کمی از سراسو فاصله می‌گیرد. این مقدار برابر است با:

$$\frac{360 \text{ درجه}}{365 \text{ روز}} = 0.986^\circ$$

این زاویه برابر ۴ دقیقه می‌شود 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:

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

اما از آنجا که شبانه روز نجومی مدت زمان برگشت مجدد ستاره‌ها به مکان اولیه‌شان است، این مقدار برابر ۲۳ ساعت و ۵۶ دقیقه می‌شود.

۶- [IRYSC.COM](http://IRYSC.COM) گزینه ب پاسخ صحیح است.

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 ۰/۵ خواهند داشت، پس:

$$-5 = \log d - 14.5 = 14.5 - 0.5 = 15 - 0.5 = \log d - 0.5$$

$$\log d = \frac{19.5}{5} \Rightarrow d = 8000 pc$$

۷- [IRYSC.COM](http://IRYSC.COM) گزینه ج پاسخ صحیح است.

$$f_m = \frac{Gm^2}{(2r)^2} \text{ و } f_M = \frac{GmM}{r^2} \text{ در نتیجه برای } F = f_m + f_M \text{ خواهیم داشت:}$$

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

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

و خواهیم داشت:

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

۸- [IRYSC.COM](http://IRYSC.COM) گزینه ج پاسخ صحیح است.

تعداد گردش = نسبت عمر خورشید به دوره گردش آن پیش داریم:

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

توجه: عمر تقریبی خورشید ۵ / ۴ میلیارد سال است.

عمر باقی مانده خورشید ۷ / ۶ میلیارد سال است.

پس کل عمر خورشید ۱۳ میلیارد سال خواهد بود.

۹- [IRYSC.COM](http://IRYSC.COM) گزینه د پاسخ صحیح است.

$$r = \frac{a(1 - e^2)}{(1 + e \cos \theta)}$$

می دانیم:

از طرفی زاویه‌ی بین خط‌المرکزین و محور اصلی در بهار ۴۵ درجه و در تابستان ۴۵+۹۰ درجه است:

پس داریم:

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

۱۰- [IRYSC.COM](http://IRYSC.COM) گزینه ه پاسخ صحیح است.

$$T_{\text{حدود}} = \frac{2/9 \times 10^{-3}}{\lambda_{\text{max}}} \rightarrow T_{\text{حدود}} = 10000$$

ستاره‌های نوع m ۲۰۰۰ - ۳۵۰۰

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 - IRYSC.COM گزینه الف پاسخ صحیح است.

دوره تناوب هلالی = ماه نجومی

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	

بنابر این عطارد کمترین دوره تناوب هلالی را دارا بوده.

۱۲ - IRYSC.COM گزینه ه پاسخ صحیح است.

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

۱۳ - IRYSC.COM گزینه الف پاسخ صحیح است.

به طور کلی سیارات گازی کمترین چگالی را دارا هستند.

اما در این میان چگالی زحل از همه کمتر است و چگالی مشتری و اورانوس تقریباً برابرند.

از طرفی بیشترین چگالی (۵ / ۵) متعلق به زمین است.

۱۴ - IRYSC.COM گزینه ب پاسخ صحیح است.

جرم زمین

جرم ماه

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

۱۵ - IRYSC.COM گزینه الف پاسخ صحیح است.

سؤال با مشکل علمی روبروست زیرا گزینه های الف و ب هم جهت و ج و د نیز هم جهت حرکت می کنند و جرم ها و طول مدار در گزینه های نظیر برابر است. اگر جهت دوران دو جسم به دور جسم مرکزی هم جهت باشند، سامانه پایدار تر است. چرا که جهت تکانها هم راستا دیده می شود اما اگر جهت تکانها در خلاف جهت هم باشند، به مرور به مانند اصطکاک برای یکدیگر رفتار کرده و به کند شدن دورانها می انجامد. در مورد گزینه های هم جهت هم آن دو تایی که در یک خط نیستند، (صرفاً کمی) پایدارتر خواهند بود.

۱۶ - IRYSC.COM گزینه ج پاسخ صحیح است.

در مدتی که ماه طی  $\frac{1}{3}$  روز یک دور به گرد زمین می چرخد در این مدت یک دور نیز به دور محورش چرخش می نماید، در نتیجه یک طرف آن همیشه از زمین قابل رویت است. برابر دوره های 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 جزرومد ماه بر روی زمین به مراتب بیشتر است. منجمین عقیده دارند که زمین و ماه از یک ماده اصلی جداگانه به وجود آمده اند و در زمان های اولیه و خیلی پیش از زمان حال، به یکدیگر نزدیک بوده اند.

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

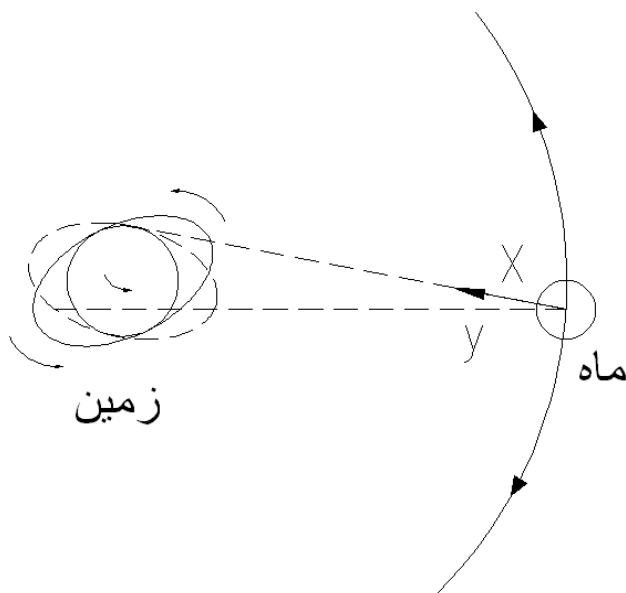
به علت این که ماه به دور زمین جزر و مد ایجاد می نماید روزهای زمینی طولانی گردیده تا وقتی که دوره چرخش زمین و ماه با دوره حرکت انتقالی ماه برابر گردند. در همین زمان جزر و مد بر روی زمین، تاثیر اندکی بر روی حرکت مداری ماه می گذارد.

در شکل دو شتاب X و Y اگر دقیقاً بررسی شود با هم مؤلفه ای در جهت حرکت ماه به دست می دهند (یک مؤلفه دیگر نیز در جهت مرکز زمین وجود دارد). این نیروی شتاب دهنده در تمام مدتی که زمین سریع تر از ماه می چرخد اثر نموده و باعث می شود که برآمدگی های جزرومدی زمین به مقدار کمی به سوی شرق به طرف خارج از خط و اصل به ماه تغییر مکان نماید. اگر ماه به طور کامل در مدارش ساکن می شد به طرف زمین سقوط می نمود. برعکس چون ماه در مدارش دارای شتاب است در یک مدار مارپیچی از زمین دور می شود.

بنابراین تا زمانی که زمین به دور خودش سریع تر از چرخش ماه به دور آن می چرخد فاصله بین این دو افزایش یافته و دوره حرکت مداری طولانی تر می شود. مشاهدات نشان می دهند که شکل فعلی

ماه کشیده تر از حالتی است که در ابتدا دارا می بود. بنابراین در موقعی که برآمدگی جزر و مدی به صورت اجسام سخت در آمده و جامد

ویرایش و پاسخ: کامبیز خالقی



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 ۵۰ روز برسد و در این صورت پریود چرخش زمین و ماه نیز ۵۰ 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 به نوبه 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 فوق العاده کوچکتر ادامه دارد. اصطکاک جزو 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 - IRYSC.COM گزینه ج پاسخ صحیح است.

$$\left. \begin{aligned} m_r - m_1 &= 2 / \Delta \log \frac{b_1}{b_r} \\ \frac{b_1}{b_r} &= \left( \frac{D_r}{D_1} \right)^2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow m_r - m_1 = 2 / \Delta \log \left( \frac{D_r}{D_1} \right)^2$$

$$7 < 6 / 5$$

$$\Rightarrow m_r - m_1 = \Delta \log \left( \frac{D_r}{D_1} \right) \Rightarrow$$

$$m_r - 6 / 5 = \Delta \log \frac{510}{8} = 9 / 0.2$$

۱۸ - IRYSC.COM گزینه ب پاسخ صحیح است.

توجه داشته باشید که عده ای گزینه ( کم می شود) 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 ۱ 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.

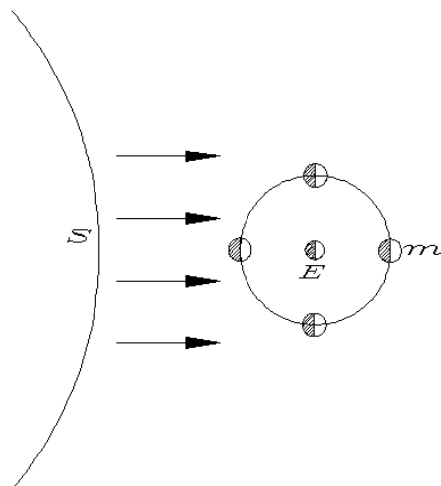
۱۹ - IRYSC.COM گزینه ب پاسخ صحیح است.

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 - IRYSC.COM گزینه ه پاسخ صحیح است.

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

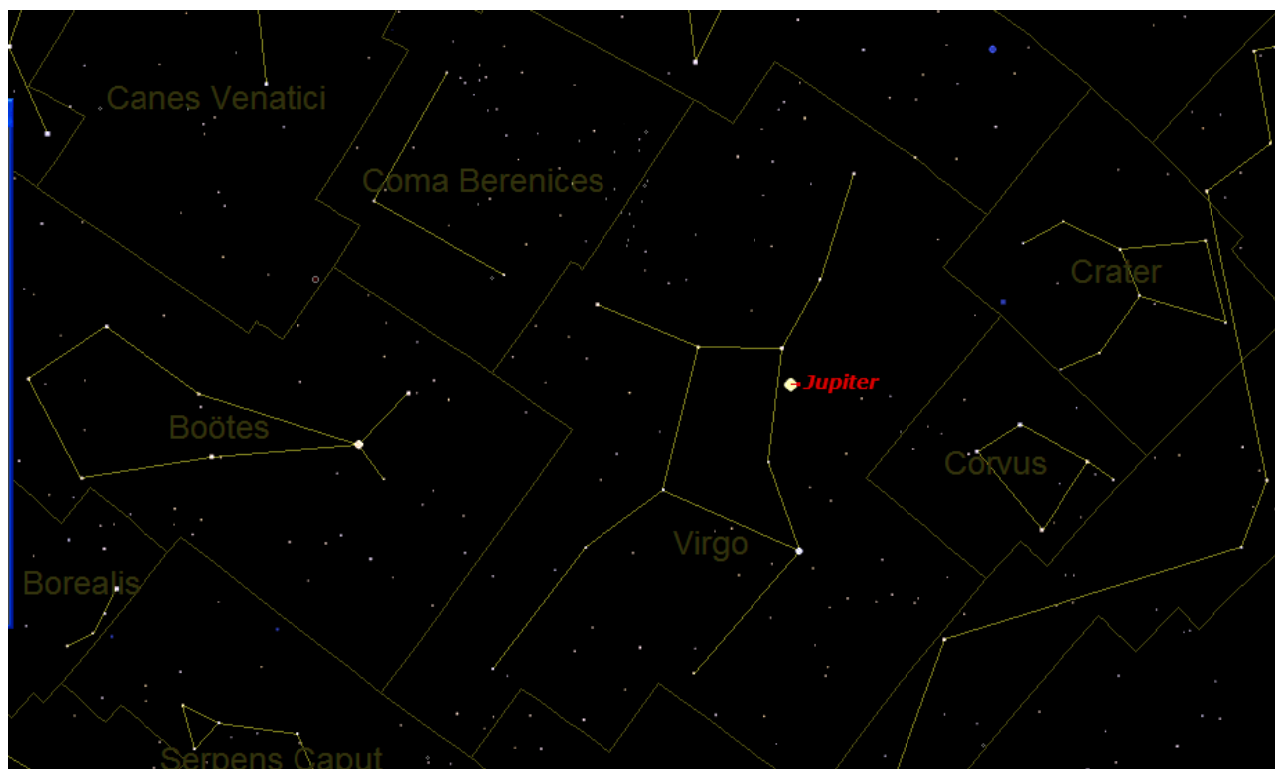


زمین تربیع آخر → ماه تربیع اول

زمین بدر → ماه نو

ماه بدر → زمین نو

۲۱ - IRYSC.COM گزینه الف پاسخ صحیح است.



۲۲- IRYSC.COM گزینه ج پاسخ صحیح است.

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

$$E = mc^2$$

$$E = 0.0071 \times (0.1 \times 10^6 \times 10^3) (3 \times 10^8)^2 = 10.22 \times 10^{45} \text{ J}$$

$$Lt = E \Rightarrow t = \frac{E}{L} = \frac{10.224 \times 10^{45}}{2 \times 10^{29}} = 5.112 \times 10^{15}$$

$$60 \times 60 \times 24 \times (6 \times 30 + 6 \times 31) = 3162240 \text{ s} \approx 3 \times 10^7 \text{ هر سال معادل}$$

$$x = \frac{5.112 \times 10^{15}}{3 \times 10^7} = 1.7 \times 10^8$$

۲۳- IRYSC.COM گزینه ب پاسخ صحیح است.

زمان مهمترین بارش های شهابی سالیانه

نام بارش	زمان اوج	بازه فعالیت
شلیاقی	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- IRYSC.COM 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 با هم مقایسه کنیم.

۲۳°	۸'	هاوانا
۵۹°	۲۰'	استکهلم
۳۳°	۵۸'	سیدنی
۵۵°	۴۵'	مسکو
۳۵°	۴۱'	تهران

← هاوانا با عرض جغرافیایی کمتر به استوا نزدیکتر است.

۲۵- IRYSC.COM گزینه الف پاسخ صحیح است.

می دانیم قدر مطلق خورشید ۴/۶ است و درخشندگی مطلق ستاره مد نظر را X در نظر می گیریم.

$$t = \left( \frac{L_{sun}}{L} \right)^{\frac{1}{4}} \times 10^7 \cdot \frac{L}{L_{sun}} = \left( \frac{m}{m_{sun}} \right)^{3/5}$$

$$\Rightarrow \frac{m}{m_{sun}} = 7/19 \Rightarrow \frac{t}{t_s} = 5/6 \times 10^{-5}$$

۲۶- IRYSC.COM گزینه ج پاسخ صحیح است.

دوره تناوب متغیرهای قیفاووسی حدود ۵۰ روز است بنابراین

$$\log 50 = 1/69 \approx 1/7$$

$$\rightarrow \text{absolute magnitade} \equiv \text{قدر مطلق} \equiv -6$$

$$m_v - M_v = 5 \log d - 5$$

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

۲۷- IRYSC.COM گزینه د پاسخ صحیح است.

$$m_B - m_v = cl$$

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

$$BC = m_{bol} - m_v \Rightarrow m_{bolometric} = 11/2$$

$$d = \frac{1}{\theta''} = 1000 \text{ pc}$$

از طرفی می دانیم تقریباً

$$m_{bol} - M_{bol(s_2)} = \Delta \log d - \Delta$$

$$M_{bol} = 11/2 - 10 = 1/2$$

$$M_{bol}(s_1) - M_{bol}(s_2) = 2/\Delta \log \left( \frac{l_{s_2}}{l_{s_1}} \right)$$

$$4/8 - 1/2 = 2/\Delta \log \frac{l_{s_2}}{l_{s_1}}$$

$$l_{s_2} = 27/53 l_{s_1}$$

۲۸ - [IRYSC.COM](http://IRYSC.COM) گزینه 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 و گازهایی نظیر اتان، دی‌اکتیلین، پروپان هیدروژن، سیانید کربن دی‌اکسید، کربن، مونوکسید کربن و آرگون و هلیوم می‌شود جو اوبرون شامل ۸۳ درصد هیدروژن، ۱۵ درصد هلیوم و ۲ درصد متان است. (تایتان تنها قمر دارای جو است.)

۲۹ - [IRYSC.COM](http://IRYSC.COM) گزینه ه پاسخ صحیح است.

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

۳۰ - [IRYSC.COM](http://IRYSC.COM) گزینه ب پاسخ صحیح است.

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

۳۱ - [IRYSC.COM](http://IRYSC.COM) گزینه ه پاسخ صحیح است.

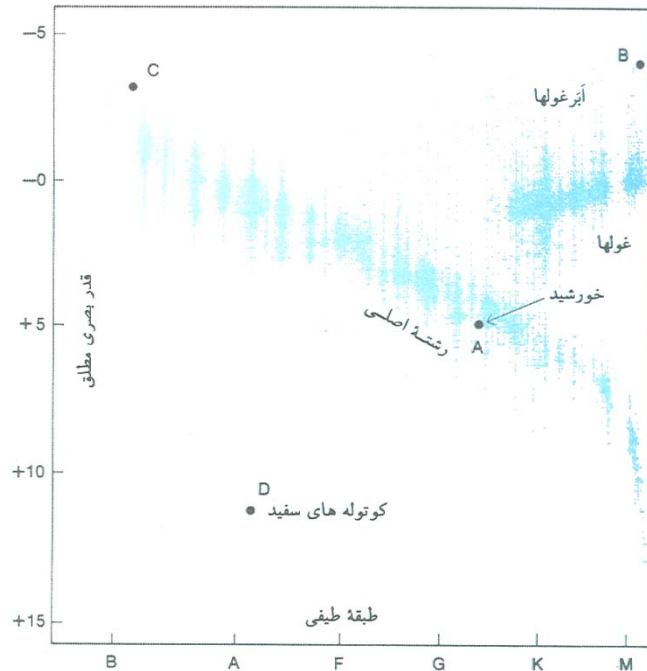
می‌دانیم همواره یک روی ماه به سمت ماست پس زمین مانند یک ستاره ثابت به نظر می‌رسد و از هر نقطه‌ای روی ماه سمت و ارتفاع زمین همواره ثابت خواهد بود.

۳۲ - [IRYSC.COM](http://IRYSC.COM) گزینه ب پاسخ صحیح است.

گانیمد با قطر ۵۲۷۰ کیلومتر قطورترین قمر و لذا با ۱۵ کیلومتر بزرگترین قمر (با توجه به کتاب های مرجع المپیاد) چند قمر بزرگ منظومه شمسی به ترتیب:

۵۲۷۰	گانیمد
۴۸۴۰	کالستیو
۳۶۴۰	یو
۳۴۷۶	ماه
۳۱۳۰	اروپا

۳۳ - IRYSC.COM گزینه ج پاسخ صحیح است.



۳۴ - IRYSC.COM گزینه د پاسخ صحیح است.

	قدر مطلق	قدر ظاهری	$\left. \begin{array}{l} \text{اختلاف قدر هر دو ستاره} \\ \text{۵ واحد است} \end{array} \right\}$
ستاره A	- ۲۰	- ۱۵	
ستاره B	۸	۱۲	

از قدر مطلق متفاوت نتیجه می گیریم دما و اندازه متفاوت است. نور دو ستاره هم که یکسان نیست پس دو ستاره هم فاصله اند.

۳۵ - IRYSC.COM گزینه الف پاسخ صحیح است.

اگر جسم با سرعت یکنواختی روی دایره حرکت کند مولفه‌ی 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 می گیریم ولی در مورد جهت شتاب باید گفت، چون شتاب همواره برسرعت عمود است پس شتاب در جهت مرکز دایره قرار می گیرد.

۳۶ - IRYSC.COM گزینه ج پاسخ صحیح است.

$$l_r = l_1 - 0.1l_1 = 0.9l_1 \quad \Rightarrow \quad \frac{l_r}{l_1} = \left(\frac{d_r}{d_1}\right)^2 \Rightarrow d_r = 0.95d_1$$

گزینه ه پاسخ صحیح است. **IRYSC.COM** - ۳۷

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

← (۳) محل حضور سیارکها

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

گزینه ج پاسخ صحیح است. **IRYSC.COM** - ۳۸

- $m_1$  سحابی خرچنگ در ثور فصل پاییز
- $m_{42}$  سحابی جبار فصل پاییز و زمستان
- $m_{33}$  در صورت فلکی مثلث فصل پاییز
- $m_{51}$  کهکشان گرداب در تازی در بهار و تابستان
- $m_{45}$  خوشه پروین ثور در پاییز

گزینه ه پاسخ صحیح است. **IRYSC.COM** - ۳۹

$\eta$	۱ / ۸۴
$\alpha$	۱ / ۷۸
$\beta$	۲ / ۳۱
$\gamma$	۲ / ۴۰
$\xi$	۲ / ۲۱
$\epsilon$	۱ / ۷۵

$$\beta < \xi < \eta < \alpha < \epsilon$$

گزینه ج پاسخ صحیح است. **IRYSC.COM** - ۴۰

۱۱ مهر ۱۳۸۴

## "مسائل پاسخ کوتاه"

-۱ IRYSC.COM

می‌دانیم تکانه‌ی زاویه‌ای همواره ثابت است پس داریم :

$$r_1 m_1 v_1 = r_2 m_2 v_2$$

$$v = r\omega$$

$$\omega_1 m_1 r_1^2 = \omega_2 m_2 r_2^2$$

$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = 8$$

-۲ IRYSC.COM

$$m_a - m_b = \frac{2}{5} \log \frac{d_b}{d_a}$$

$$13 - 11/2 = \frac{2}{5} \log \frac{d_b}{d_a}$$

$$d_b = 5/25 d_a$$

$$M_T - m_b = \frac{2}{5} \log \frac{l_b}{l_T}$$

$$M_T - 11/2 = \frac{2}{5} \log \frac{5/25 l_a}{6/25 l_a}$$

$$M_T = 11/2 - 0/2 = 11$$

-۳ IRYSC.COM

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:  $\varphi = 90 - 20$

-۴ IRYSC.COM

$$l = 4\pi r^2 \sigma T^4$$

$$\frac{r}{R} = \left(\frac{T}{2T}\right)^2 \sqrt{\frac{160 \cdot l}{l}}$$

$$\frac{r}{R} = \frac{40}{4} = 10$$

-۵ IRYSC.COM

$$m - M = 5 \log d - 5$$

$$m - 1 = 5 \log 1.4 - 5$$

$$m = 20 - 5 + 1 = 16$$

-۶ IRYSC.COM

$$\frac{360}{26000} = 5.0''$$

$$5.0'' \cos 23/5^\circ = 45/7$$

و برای تبدیل به زمان، عدد بدست آمده را بر ۱۵ تقسیم می‌کنیم:  $3/0.55$

-۷ IRYSC.COM

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{GmM}{r^2}$$

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

از رابطه نیتوس بده فاصله را بدست می‌آوریم، جواب نهایی تقریباً برابر ۷ می‌شود.

-۸ IRYSC.COM

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 ذیل بدست آورد (ضریب حجم پوسته ضربدر تعداد ستارگان در واحد حجم):

$$n = 4\pi r^2 (\Delta r) \times 10$$

روشنایی ستارگان درون پوسته چنین بدست می‌آید:

$$b = 4\pi r^2 (\Delta r) \times 10 \times \frac{L_S}{4\pi r^2} = 10 L_S (\Delta r)$$

برای بدست آوردن  $b$  کل، باید این جملات را با هم جمع کنیم:

$$b_{Total} = 10^5 L_S = 4 \times 10^{-2} \frac{W}{m^2}$$

$$b_{deg} = b_{Total} \times \frac{\left(\frac{2\pi R}{360}\right)^2}{4\pi R^2} = 9/67 \times 10^{-7} \frac{W}{m^2}$$

حال از تناسب استفاده می‌کنیم:

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

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