



سوالات و پاسخ مرحله اول چهارمین المپیاد نجوم و اختر فیزیک

ویرایش و پاسخ: کامبیز خالقی

تذکرات پیش از آزمون:

- این آزمون شامل ۲۹ 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

(1) IRYSC.COM کدامیک از اجرام زیر برای ناظری در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه شمالی زودتر غروب می‌کند؟

M۹۵ (ه)

M۳۱(د)

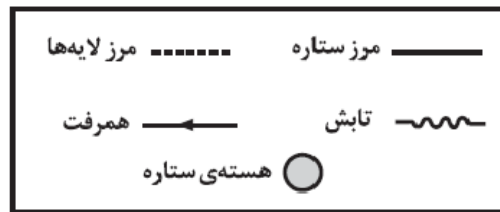
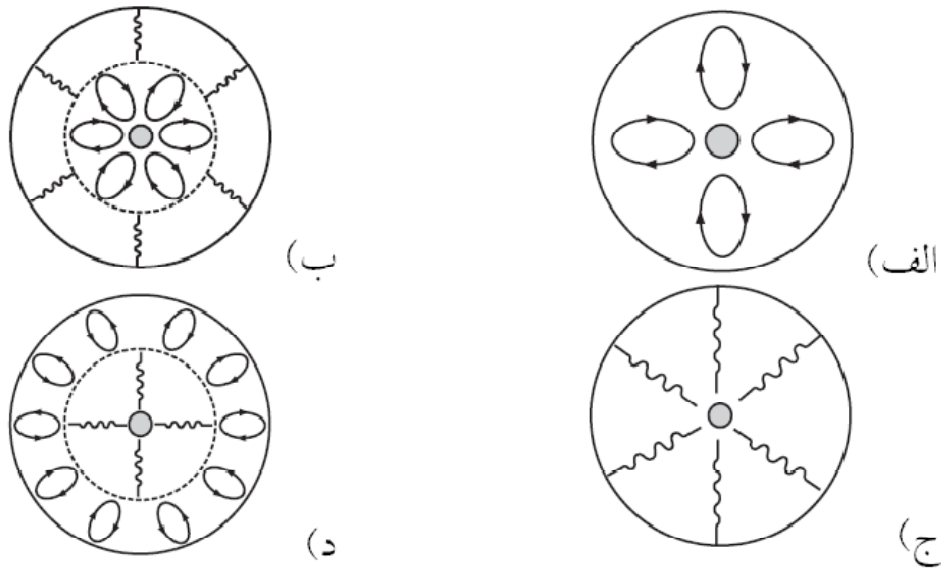
M۴۵ (ج)

M۴۱ (ب)

M۴۲ (الف)

(2) IRYSC.COM کدامیک از تصاویر زیر فرآیند غالب برای انتقال انرژی در ستاره‌های در رشته‌ی اصلی با جرم $0.4M_{sun}$ را به درستی

نمایش می‌دهد؟



(3) IRYSC.COM توزیع شدت بر حسب طول موج برای یک ستاره در بازه‌ی طول موجی ۶۶۰ تا ۶۶۶ نانومتر مقدار ثابت $C(Wm^{-2}(nm)^{-1})$

است. صفحه‌ای به مساحت $1cm^2$ را به طور عمودی در مقابل نور این ستاره قرار می‌دهیم. تعداد فوتون‌هایی که در یک ثانیه در بازه‌ی طول موج ذکر شده به این صفحه برخورد می‌کنند چقدر است؟

C/۲ × ۱۰^{۱۵} (ج)C/۳ × ۱۰^{۱۵} (ب)C/۳ × ۱۰^{۱۵} (الف)۲C × ۱۰^{۱۶} (و)C/۲ × ۱۰^{۱۶} (ه)C/۳ × ۱۰^{۱۶} (د)

(4) IRYSC.COM بیشترین ارتفاع یک ماهواره زمینی ۳۸۰۰km و کمترین ارتفاع آن ۵۰۰km است. وقتی این ماهواره نسبت به حوض

مدارش ۹۰ درجه بچرخد در چند کیلومتری از سطح زمین قرار می‌گیرد؟

۸۲۱۰(ه)

۱۹۷۰(د)

۱۸۳۰(ج)

۱۲۴۰(ب)

۸۸۰(الف)

(۵) IRYSC.COM فاصله‌ی زاویه‌ای یک ستاره از خورشید در اعتدال بهاری ۷۰ درجه است. اختلاف منظر این ستاره در اعتدال پاییزی و

اعتدال بهاری $۹/۴ \times ۱۰^{-۲}$ ثانیه‌ی قوسی است. فاصله‌ی این ستاره از زمین چند سال نوری است؟

الف) ۶۵ (ب) ۹۱ (ج) ۱۳۰ (د) ۲۲۰

(۶) IRYSC.COM فرض کنید در سیاره‌ای انقلاب زمستانی در زمانی رخ می‌دهد که آن سیاره در حضيض مداری خود قرار گرفته باشد. در

صورتی که خروج از مرکز مدار این سیاره ۰/۰۷ باشد، نسبت طول فصل پاییز به فصل بهار چقدر است؟

الف) ۱/۱۹ (ب) ۰/۸۴ (ج) ۰/۶۰ (د) ۰/۴۲

(۷) IRYSC.COM نسبت شتاب خطی نقطه‌ای روی استوای زمین ناشی از دوران زمین به دور خودش به شتاب خطی زمین که از حرکت

آن به دور خورشید ناشی می‌شود چقدر است؟ (مدار زمین را دایره‌ای فرض کنید.)

الف) $۱/۶ \times ۱۰^{-۲}$ (ب) $۱/۷ \times ۱۰^{-۱}$ (ج) ۵/۷ (د) ۶/۳

(۸) IRYSC.COM منشا چرخه‌ی ساروسی که برای پیش‌بینی گرفت‌های خورشید و ماه به کار می‌رود از چه تمدنی است؟

الف) مصر (ب) یونان (ج) بابل

د) هند (ه) چین (و) اینکا

(۹) IRYSC.COM کدام یک از تلسکوپ‌های زیر برای رصد پرتو X طراحی شده اند؟

الف) اسپیتزر (ب) هابل (ج) چاندرا (د) UKIRT (ه) JCMY

(۱۰) IRYSC.COM حدوداً چه مساحتی از کویر مرکزی ایران را با سلول‌های خورشیدی دارای بازده ۵ درصد پوشش دهیم تا مصرف

روزانه‌ی برق خانواده‌های ایرانی را تامین کند؟

الف) $۵ km^2$ (ب) $۵۰۰ km^2$ (ج) $۵۰۰۰ km^2$ (د) کل کویر کفایت نمی‌کند.

(۱۱) IRYSC.COM در شهری با عرض جغرافیایی ۴۰ درجه شمالی، حداقل سمت شرقی ماه در زمان طلوع آن چقدر است؟

الف) ۵۱/۵ (ب) ۵۸/۶ (ج) ۱۱۷/۱ (د) ۱۲۱/۳ (ه) ۱۲۸/۵

(۱۲) IRYSC.COM ماهواره‌ای با جرم $۳۰۰۰ kg$ در مداری بیضوی حول زمین در گردش است. کمترین ارتفاع این ماهواره از سطح زمین

$۱۰۰۰ km$ و بیشترین ارتفاع آن $۳۰۰۰ km$ است. انرژی تقریبی لازم برای قرار دادن این ماهواره در مدارش چند ژول بوده است؟

الف) $۱/۲ \times ۱۰^{۱۱}$ (ب) $۱/۲ \times ۱۰^{۱۴}$ (ج) $۱/۲ \times ۱۰^{۱۳}$ (د) $۱/۲ \times ۱۰^۸$

۱۳) IRYSC.COM چه کسری از جرم منظومه شمسی بیرون از خورشید است؟

- الف) ۵/۰ (الف) ب) ۲/۰ (ب) ج) ۲۰/۰ (ج) د) ۰۰۰۲/۰ (د)

۱۴) IRYSC.COM در سال ۱۷۲۵ جیمز برادلی با توجه به تاثیر سرعت مداری زمین و محدودیت سرعت نور بر موقعیت ظاهری ستاره‌ها

موفق به توضیح پدیده‌ی ابیراهی شد. موقعیت ظاهری ستاره‌ای در قطب شمال دایره‌البروجی در اثر این پدیده روی دایره‌ای با قطر ۴۰/۵ ثانیه‌ی قوس جابجا می‌شود. مقداری که با در نظر گرفتن پدیده‌ی ابیراهی برای سرعت نور اندازه‌گیری می‌شود، چند متر بر ثانیه است؟

(سرعت مداری زمین را $3/0 \times 10^4 m/s$ در نظر بگیرید.)

- الف) $1/4 \times 10^8$ (الف) ب) $1/5 \times 10^8$ (ب) ج) $1/6 \times 10^8$ (ج)
 د) $2/9 \times 10^8$ (د) ه) $3/1 \times 10^8$ (ه) و) $3/3 \times 10^8$ (و)

۱۵) IRYSC.COM کدام عدد به دوره‌ی حرکت وضعی ستاره‌ی نوترونی که درون ابر خرچنگ قرار دارد نزدیک‌تر است؟

- الف) یک سی ام ثانیه (الف) ب) یک ثانیه (ب) ج) سی ثانیه (ج)
 د) یک روز (د) ه) سه روز (ه) و) یک سال (و)

۱۶) IRYSC.COM دنباله‌داری در مدار سهمی برگرد خورشید حرکت می‌کند. این دنباله دار در دو نقطه‌ی که با راس خورشید زاویه‌ی ۱۲۰

درجه می‌سازند مدار زمین را قطع می‌کند. کمترین فاصله‌ی دنباله دار از خورشید بر حسب واحد نجومی چقدر می‌تواند باشد؟ (مدار زمین را دایره فرض کنید.)

- الف) ۱۳/۰ (الف) ب) ۲۵/۰ (ب) ج) ۳۷/۰ (ج) د) ۵/۰ (د)

۱۷) IRYSC.COM بررسی بی‌نظمی‌های حرکت سیارات در منظومه‌ی شمسی منجر به کشف مدار کدام یک از اجرام زیر گردید؟

- الف) پلوتو (الف) ب) نپتون و پلوتو (ب) ج) اورانوس (ج)
 د) اورانوس و پلوتو (د) ه) نپتون (ه) و) نپتون و اورانوس (و)

۱۸) IRYSC.COM کدام یک از اجرام زیر یکی از هشت قمر بزرگ منظومه‌ی شمسی نیست؟

- الف) کالیستو (الف) ب) تریتون (ب) ج) اروپا (ج)
 د) تیتان (د) ه) میراندا (ه) و) ماه (و)

۱۹) IRYSC.COM اگر L درخشندگی، I شدت نور، M قدر مطلق و M^{bol} قدر مطلق بولومتریکی ستاره باشد، برای دو ستاره‌ی ۱ و ۲ کدام

رابطه درست است؟

- الف) $M_1 - M_2 = -2/5 \log(L_1 / L_2)$ (الف) ب) $M_1^{bol} - M_2^{bol} = -2/5 \log(L_1 / L_2)$ (ب)
 ج) $M_1 - M_2 = -2/5 \log(I_1 / I_2)$ (ج) د) گزینه‌های ۱ و ۲ هر دو درستند. (د) ه) گزینه‌های ۱ و ۲ و ۳ هر سه صحیح‌اند. (ه)

۲۰) IRYSC.COM یک ستاره مقداری از جرمش را به صورت یک لایه‌ی کروی به فضا پرتاب می‌کند. پس از مدتی بخش دیگری از جرم این ستاره به شکل یک لایه‌ی کروی پرتاب می‌شود. سرعت و شعاع این دو لایه در زمان پرتاب شدن یکسان است و در فاصله‌ی بین این دو پرتاب جرم و شعاع ستاره تغییر نمی‌کند. در زمان پرتاب شدن دوم لایه‌ی اول هنوز در حال حرکت است. پس از پرتاب لایه‌ی دوم باقی مانده‌ی ستاره منقبض می‌شود. کدام گزینه درست است؟

الف) این دو لایه حتماً به هم برخورد می‌کنند.

ب) این دو لایه هرگز به هم برخورد نمی‌کنند.

ج) حالت‌هایی است که این دو لایه به هم برخورد می‌کنند و حالت‌هایی است که این دو لایه به هم برخورد نمی‌کنند. این را جرم ستاره پس از پرتاب شدن لایه‌ی دوم تعیین می‌کند.

د) حالت‌هایی است که این دو لایه به هم برخورد می‌کنند و حالت‌هایی است که این دو لایه به هم برخورد نمی‌کنند. این را سرعت پرتاب شدن لایه‌ها تعیین می‌کند.

ه) حالت‌هایی است که این دو لایه به هم برخورد می‌کنند و حالت‌هایی است که این دو لایه به هم برخورد نمی‌کنند. این را شعاع لایه‌ها هنگام پرتاب شدن تعیین می‌کند.

۲۱) IRYSC.COM پرچم‌ترین سیاه‌چاله‌هایی که در عالم یافت می‌شوند سیاه‌چاله‌های ابر پر جرم در هسته‌ی کهکشان‌ها هستند. نسبت پر جرم‌ترین این سیاه‌چاله‌ها به جرم خورشید به کدام عدد نزدیک‌تر است؟

الف) 10^3 (الف) ب) 10^6 (ب) ج) 10^9 (ج) د) 10^{11} (د) ه) 10^{15} (ه)

۲۲) IRYSC.COM مدار یکی از ماه‌های مشتری دایره‌ای به شعاع $10^5 \times 1/81$ است. این دایره در صفحه‌ی مداری مشتری است. این ماه طی هر گردش به دور مشتری به مدت T در حالت گرفت قرار می‌گیرد. T چند دقیقه است؟

الف) $46/0$ (الف) ب) $46/3$ (ب) ج) $85/8$ (ج) د) $92/6$ (د)

۲۳) IRYSC.COM ماهواره‌ای در کمترین ارتفاع خود از سطح زمین که برابر 300 km است قرار دارد. ماهواره در مدار بیضی با خروج از مرکز $0/6$ در حال گردش حول زمین است. چند ثانیه طول می‌کشد تا این ماهواره ربع مسیر حرکت خود بر گرد زمین را بپیماید.

الف) $31/6$ (الف) ب) $51/1$ (ب) ج) $3/32 \times 10^4$ (ج) د) $5/37 \times 10^2$ (د)

۲۴) IRYSC.COM سن عالم از طریق تطبیق شواهد رصدی مرتبط با دور شدن کهکشان‌ها با مدل‌های دینامیک انبساط به دست می‌آید. سن زمین با استفاده از روش‌های رادیو اکتیو سن‌یابی، تخمین زده می‌شود. طبق آخرین نتایج سن عالم حدوداً چند برابر سن زمین است؟

الف) ۱ (الف) ب) ۳ (ب) ج) ۵ (ج) د) ۷ (د)

۲۵) IRYSC.COM در یک سایت رصدی با عرض جغرافیایی $۲۵/۰$ درجه جنوبی دو ستاره به طور هم زمان در حال عبور مشاهده می‌شوند.

اگر ستاره‌ی اول دقیقاً در غرب ناظر و نیم ساعت زودتر از ستاره‌ی دوم غروب کند میل ستاره‌ی دوم چقدر است؟

- الف) $۶۴/۹$ درجه
ب) $۶۴/۹$ - درجه
ج) $۱۵/۶$ درجه
د) $۱۵/۶$ - درجه
ه) $۶/۸$ درجه
و) $۶/۸$ - درجه

۲۶) IRYSC.COM یک ستاره به شکل کره را در نظر بگیرید که منبسط می‌شود، چنانکه TV^α ثابت می‌ماند. V حجم ستاره، T دمای

سطح آن و α یک ثابت است. شرط لازم و کافی برای اینکه با انبساط این ستاره توان تابشی آن زیاد شود کدام است؟

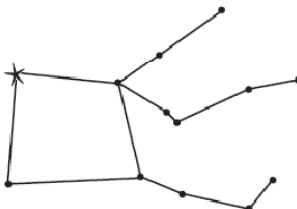
- الف) $\alpha < ۰$
ب) $\alpha < ۱$
ج) $۲\alpha < ۱$
د) $۳\alpha < ۱$
ه) $۴\alpha < ۱$
و) $۶\alpha < ۱$

۲۷) IRYSC.COM مقدار ثابت هابل اندازه‌گیری شده توسط ادوین هابل به کمک کهکشان‌های نزدیک چند برابر مقدار اندازه‌گیری شده‌ی

کنونی است؟

- الف) ۱
ب) $۳/۵$
ج) ۷
د) ۱۲
ه) ۱۲

۲۸) IRYSC.COM ستاره‌ای که در شکل زیر با علامت (*) مشخص شده‌است به کدام صورت فلکی تعلق دارد؟



- الف) اریابه‌ران
ب) آندرومدا
ج) حوت
د) دلفین
ه) کلاغ
و) هیچکدام

۲۹) IRYSC.COM حداقل و حداکثر مجموع زوایای یک مثلث کروی برابر است با:

- الف) $\pi, ۰$
ب) $۳\pi, \pi/۲$
ج) $۲\pi, ۳\pi/۲$
د) $۲\pi, \pi$
ه) $۳\pi, \pi$

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 با شعاع $670R_{sun}$ در فاصله ی ۴۲۷ سال نوری از زمین قرار گرفته است. در صورتی که قدر ظاهری این ستاره ۰/۴۵ باشد طول موجی که در آن ستاره بیشترین تابش خود را دارد چند میکرومتر است؟

(۲) **IRYSC.COM** ناظر A در حالی که روی زمین دراز کشیده ستاره‌ای را با مشخصات $\delta = 20^\circ N$ و $\alpha = 22h$ رصد می‌کند. دو دقیقه پس از غروب این ستاره از دید ناظر A، ناظر B در یکی از طبقات یک آسمان خراش که در نزدیکی ناظر A قرار دارد همان ستاره را در حال غروب مشاهده می‌کند. ناظر B در چه ارتفاعی بر حسب متر در حال رصد است؟ عرض و طول جغرافیایی هر دو ناظر به ترتیب ۳۰ درجه‌ی شمالی و ۵۰ درجه‌ی شرقی است.

(۳) **IRYSC.COM** ماهواره‌ای استوایی در مداری به دور زمین در گردش است. جهت گردش ماهواره هم جهت با دوران زمین به دور خودش است. ناظری در استوای زمین ماهواره را در یک لحظه درست بالای سرش می‌بیند. اگر حاصل ضرب سرعت‌های خطی ماهواره در نقطه‌ی اوج و حضيض $10 km^2 / s^2$ باشد پس از چند ثانیه ناظر دوباره ماهواره را در سمت الراس خود مشاهده خواهد کرد؟

(۴) **IRYSC.COM** یک ماشین ماه نورد که برای تحقیقات به ماه فرستاده شده است در روز اول ماه قمری در نقطه‌ای از سطح ماه قرار گرفته که بیشترین فاصله‌ی ممکن را از مرکز زمین دارد. این ماه نورد می‌خواهد با حرکت روی سطح ماه با سرعت $50 km/h$ در سریع‌ترین زمان ممکن شاهد طلوع زمین باشد. فاصله‌ی زمانی میان لحظه‌ی آغاز حرکت این ماه نورد تا لحظه‌ای که طلوع زمین از دید او آغاز می‌شود چند ثانیه است؟

(۵) **IRYSC.COM** یک باطری خورشیدی با استفاده از نور خورشید در حالی که خورشید در سمت الراس قرار دارد مقدار مشخصی انرژی تولید میکند. برای آنکه همان مقدار انرژی از ماه که در سمت‌الرأس قرار دارد بتوان تولید کرد، سطح جمع‌آوری باید چند برابر بزرگتر باشد؟ (ضریب بازتاب ماه را ۰/۰۸ فرض کنید).

(۶) **IRYSC.COM** چهار میلیارد سال پیش ماه در اثر برخورد یک پیش سیاره با زمین به وجود آمده. فرض کنیم در آن هنگام ماه در فاصله‌ی ۲۴ هزار کیلومتری از مرکز زمین بوده و پس از آن به واسطه‌ی اثرات جزر و مدی بین زمین و ماه با آهنگ تقریباً ثابتی از زمین دور شده است. قدر ماه بدر از دید دایناسورهایی که ۲۰۰ میلیون سال پیش زندگی می‌کرده‌اند چه قدر بوده است؟

(۷) **IRYSC.COM** چراغ یک فانوس دریایی منبعی نقطه‌ای با توان ۳۰۰۰W است. نور این فانوس هدایت‌کننده‌ی کشتی‌هایی است که به ساحل نزدیک می‌شوند تا مانع برخورد آن‌ها با صخره‌های ساحل شود. اگر فرض کنیم پدیده‌ی پراکندگی نور رخ نمی‌دهد و جذب نور در جو به گونه‌ای رخ می‌دهد که در هر ۱۰۰۰ متر ۱۰ درصد نور جذب می‌شود. دیده بان یک کشتی که در فاصله‌ی ۸ کیلومتری فانوس دریایی است و بر حسب اتفاق برای تخمین قدر آموزش دیده است، چه قدری به این فانوس دریایی نسبت می‌دهد؟

۸) IRYSC.COM ناظری استوایی در حالی که خورشید را در حال عبور می‌بیند به طیف سنجی خورشید در خط H_{α} می‌پردازد. اگر دوره‌ی تناوب وضعی استوایی خورشید ۲۵ روز باشد، حداکثر اختلاف بین طول موج‌های ثبت شده در این رصد برای این خط طیفی بر حسب متر چقدر است؟ طول موج آزمایشگاهی خط H_{α} ، ۶۵۶۵ آنگستروم است.

۱- IRYSC.COM گزینه د پاسخ صحیح است.



شارل مسیه ۲۶ ژوئن ۱۷۳۰ - ۱۲ آوریل ۱۸۱۷ ستاره‌شناس فرانسوی بود. شهرت او بخاطر فهرست کردن ۱۰۳ جرم آسمانی است که بنام خود او اجرام مسیه نامیده می‌شوند. همچنین گودالی در کره ماه به افتخار او نام‌گذاری شده است.

او در سال ۱۷۵۸ هنگامی که متصدی رصدخانه نیروی دریایی در پاریس بود، دنباله‌دار هالی را رصد کرد و گزارش رصد خود را به مرکز رصد دنباله‌دارها در پاریس ارسال کرد. یک رصدگر آلمانی یک‌ماه پیش از مسیه دنباله‌دار هالی را در شب کریسمس همان سال رصد کرده بود، اما گزارش رصد خود را به مرکز دنباله‌دارها در پاریس ارسال نکرده بود.

مسیه که با هدف کشف دنباله‌دارها در رصدخانه نیروی دریایی رصد می‌کرد در تاریخ ۲۸ اوت ۱۷۵۸ بطور کاملاً اتفاقی متوجه جرمی در آسمان شد که تصور کرد یک دنباله‌دار است، اما این جرم مه‌آلود اصلاً حرکت نداشت. این جرم سحابی خرچنگ در نزدیکی

ستاره زتا-ثور بود که به عنوان اولین جرم مسیه با عنوان M ۱ ثبت شد، با قدر مجموع ۸. مسیه برای این که چنین اجرام غیر ستاره‌ای را با دنباله‌دارها اشتباه نگیرد، شروع به یافتن و فهرست کردن اجرام غیرستاره‌ای کرد. مسیه در سال ۱۷۶۵ فهرستی از ۴۱ جرم غیرستاره‌ای را منتشر کرد که از این تعداد ۱۷ یا ۱۸ تای آن را خودش کشف کرده بود و بقیه را ستاره‌شناسانی دیگر کشف کرده بودند. در مارس ۱۷۶۵ دو سحابی M ۴۲ و M ۴۳ در جبار، خوشه کندوی عسل M ۴۴ در سرطان و خوشه پروین M ۴۵ در گاو با ثبت مسیه به عنوان جرم غیرستاره‌ای تعداد اجرام غیرستاره‌ای به عدد ۴۵ رسید. در ۱۷۷۴ این فهرست با تأیید فرهنگستان علوم فرانسه در پاریس منتشر شد.

تا سال ۱۷۸۳ مسیه با همکاری پیر مشن فرانسوی و همراهانش بارناباس اوربانی ایتالیایی و نیکلاوس لاسیا ۵۵ جرم غیرستاره‌ای دیگر را ثبت کردند. صدمین جرم فهرست مسیه یک ماه پیش از آنکه ویلیام هرشل سیاره اورانوس را کشف کند، ثبت شد. پیر مشین همکار مسیه در طول سال‌های ۱۷۸۳ تا ۱۷۸۴، سه جرم دیگر را به فهرست مسیه اضافه کرد. در حدود ۱۴۰ سال بعد ستاره‌شناس فرانسوی فلاماریون یک کپی از کاتالوگ ۱۰۳ جرم غیرستاره‌ای مسیه را بدست آورد و با رصد ۱۰۴ (M کهکشانی کلاه مکزیکی (در سنبله، تعداد اجرام مسیه را به عدد ۱۰۴ رساند. در ۱۹۴۷ هلن سایرهوگ ستاره‌شناس کانادایی M ۱۰۵ M ۱۰۶ و M ۱۰۷ را رصد کرد. این اجرام را پیش از آن پیر مشین رصد کرده بود اما برای او غیرستاره‌ای بودن این اجرام نامعلوم بود، برای همین آن‌ها را در فهرست مسیه ثبت نکرده بود. و اما در ۱۹۶۶ به فهرست اضافه کرد که این جرم M ۱۱۰، ماه کوچک‌تر کهکشانی آندرومدا M ۳۱ است.

M ۴۲ سحابی جبار در صورت فلکی جبار

M ۴۱ در کلب اکبر

M ۴۵ در ثور

M ۳۱ در آندرومدا ← بعد کمتر ← زمان غروب کوچکتر

M ۹۵ در اسد

توجه داشته باشید تنها، بعد ستاره در زمان طلوع آن تاثیر می‌گذارد. اما میل ستار مسیر ستاره و مکان طلوع آن در عرض‌های جغرافیایی مختلف را نشان می‌دهد.

۲- IRYSC.COM گزینه د پاسخ صحیح است.

در کوتوله‌های سرخ و ستارگان کوچکتر از حد چاندرازخار 0.3879 جرم خورشید انتقال انرژی به صورت همرفتی است (۹۹٪) و هر چه قدر جرم ستاره بیشتر می‌شود، درصد بیشتری نیز سهم انتقال تابشی و هسته‌ای می‌شود.

۳- IRYSC.COM گزینه ج پاسخ صحیح است.

$$\left. \begin{aligned} E &= hf \\ f &= \frac{c}{\lambda} \end{aligned} \right\} \Rightarrow E_0 = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{6.63 \times 10^{-7}} = 3 \times 10^{-19} \text{ J}$$

از طرفی طبق صورت مسئله داریم:

$$\Delta\lambda = (666 - 660) = 6 \text{ nm} = 6 \times 10^{-9} \Rightarrow A = \frac{E}{m} = \frac{6 \times 10^{-19}}{9.1 \times 10^{-31}} = 6.6 \times 10^{11} \text{ m}^2$$

$$E = b \times A = 6.6 \times 10^{-19} \times 6.6 \times 10^{11} \Rightarrow n = \frac{E}{E_0} = \frac{6.6 \times 10^{-19}}{3 \times 10^{-19}} = 2.2 \times 10^{15} \text{ c}$$

۴- IRYSC.COM گزینه ج پاسخ صحیح است.

$$r_p = a(1 - e) = 6880, r_A = a(1 + e) = 10180$$

$$\Rightarrow a = 8350 \text{ Km}$$

$$e = 0.1934,$$

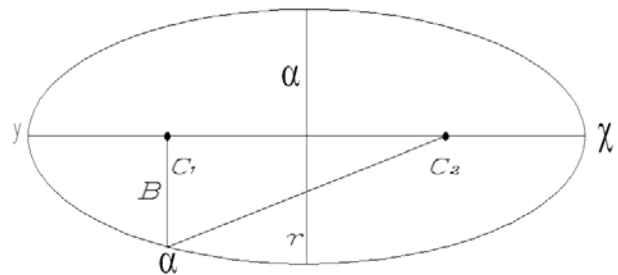
$$e = \frac{c}{a} \Rightarrow c = 1614.89 = c_1 c_2$$

$$\text{از طرفی } \alpha c_1 + \alpha c_2 = 2a$$

$$(\alpha c_1)^2 + (c_1 c_2)^2 = (\alpha c_2)^2$$

$$\Rightarrow (\alpha c_1)^2 + (c_1 c_2)^2 = (2a - \alpha c_1)^2 \Rightarrow \alpha c_1 = 8210 \text{ Km}$$

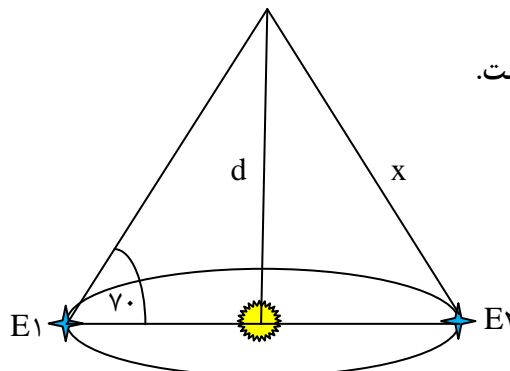
$$= \alpha c_1 = x + R_E \Rightarrow x = 1830 \text{ Km}$$



۵- IRYSC.COM گزینه الف پاسخ صحیح است.

$$\theta'' = \frac{2}{d(pc)} \Rightarrow d = 21 pc$$

$$\frac{\sin 0.94''}{2AU} = \frac{\sin \gamma}{x}$$



$$x = 4/124 \times 10^6 AU = 4/12 \times 10^6 \times \frac{1/5 \times 10^{11}}{9/46 \times 10^{15}} = 65/6 Ly$$

6- IRYSC.COM گزینه ب پاسخ صحیح است.

با توجه به قانون دوم کپلر، نسبت مساحت جاروب شده توسط شعاع سیاره در فصول بهار و پاییز را به دست می‌آوریم. در شکل مقابل نقاط α و β نمایانگر محل اعتدالین بهاری و پاییزی هستند.

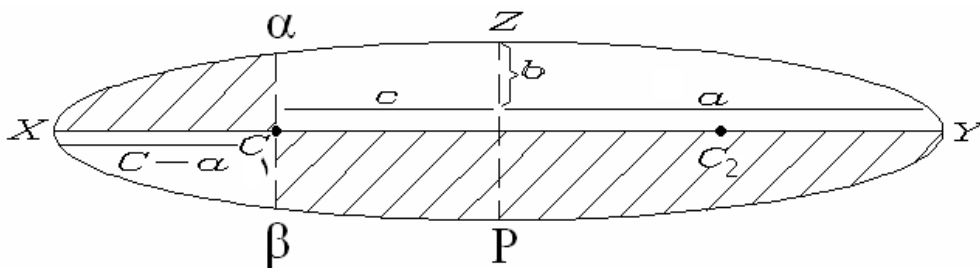
$$S_{\alpha x c_1} = \frac{\pi ab}{4} - 2 \times \frac{1}{2} abe$$

C = فاصله کانون تا مرکز بیضی

b = شعاع کوچک

a = شعاع بزرگ

از طرفی داریم:



$$S_{y c \beta} = \frac{\pi ab}{4} + 2 \times \frac{1}{2} abe$$

$$\Rightarrow \frac{S_{\alpha x c_1}}{S_{y c \beta}} = \frac{\frac{\pi}{4} - e}{\frac{\pi}{4} + e} = \frac{\pi - 4e}{\pi + 4e} \approx 0.84$$

7- IRYSC.COM گزینه ج پاسخ صحیح است.

$$a = \frac{v^2}{r} = r\omega^2 = r \frac{4\pi^2}{r^2} \Rightarrow$$

$$\frac{a}{a} = \frac{R_E}{a_E} \left(\frac{T}{T} \right) = 5/67$$

8- IRYSC.COM گزینه د پاسخ صحیح است.

بابلین حدود 4000 سال پیش به چرخه ساروس پی برده بودند

ساروس: نوعی گردش منظم برای گره‌های مداری ماه است که کسوف‌ها و خسوف‌های کاملاً مشابهی را بعد از 18 سال و 11 روز و 8

ساعت باعث می‌شود.

۹- **IRYSC.COM** گزینه الف پاسخ صحیح است.

رصد خانه پرتو X چاندرا

رصد خانه فروسرخ اسپتیرز

رصد خانه نورمرئی و فروسرخ هابل (غالباً نورمرئی).

۱۰- **IRYSC.COM** گزینه ب پاسخ صحیح است.

بیشترین میزان مصرف برق مربوط به یخچال است $\approx \frac{1KW}{h}$

تقریباً ۸ ساعت روز، مصرف زیاد است. ۸ ساعت شب همگی خواب هستند پی میزان مصرف ≈ 0 و ۸ ساعت شب که خورشید غروب کرده

$$\text{است و مصرف } \frac{2KW}{h} = 2 \times 8 + 24 \times 1 \Rightarrow P_o = \frac{40}{24} = \frac{10}{6} = \frac{5}{3} \times 10^2$$

تعداد اعضای خانواده ≈ 4 نفر و جمعیت کل کشور 7×10^7 نفر است که نتیجه می‌دهد:

$$P = \frac{7 \times 10^7}{4} \times \frac{5}{3} \times 10^2 = 3 \times 10^{10} W$$

$$P = R b_s A = \text{توان تولیدی سلول خورشیدی}$$

$$\Rightarrow 3 \times 10^{10} = \frac{5}{100} \times 1370 \times A \Rightarrow A = 438 Km^2$$

۱۱- **IRYSC.COM** گزینه الف پاسخ صحیح است.

$$\cos(90 - \delta) = \cos 90 \cdot \cos(90 - \varphi) + \sin 90 \cdot \sin(90 - \varphi) \cos x$$

$$\sin \delta = \cos \varphi \cos x$$

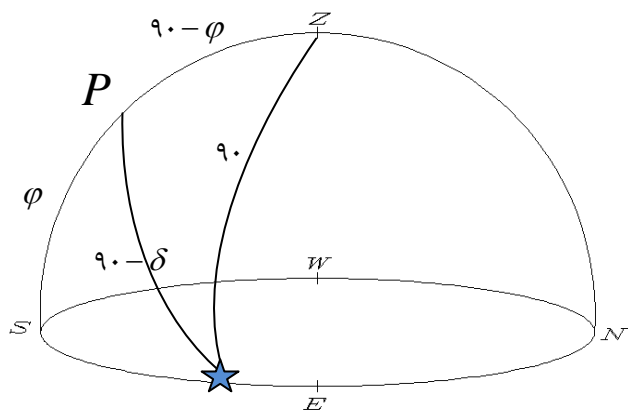
می‌دانیم همیشه ماه بین مثبت و منفی ۵ درجه بالا یا پایین خورشید

دیده می‌شود از طرفی بیشترین میل خورش ۲۳.۵+ است بنابراین

بیشترین میل ماه ۲۸.۵+ است. پس داریم:

$$\cos x = \frac{\sin \delta}{\cos \varphi} = \frac{\sin 28/5}{\cos 40}$$

$$\Rightarrow x \approx 51/5$$



۱۲- IRYSC.COM گزینه الف پاسخ صحیح است.

$$ra = a_p + a_A$$

$$\left. \begin{aligned} a_p &= R_E + h = 7380 \text{ Km} \\ a_A &= R_E + h = 9380 \text{ Km} \end{aligned} \right\} \Rightarrow ra = 1/676 \times 10^9 \text{ m}$$

$$E = \frac{-Gm_e m_s}{ra}, U = \frac{-Gm_e m_s}{R_e} \Rightarrow K = E - U = Gm_e m_s \left(\frac{1}{R_e} - \frac{1}{ra} \right) = 1/16 \times 10^{11} \text{ J} \cong 1/2 \times 10^{11}$$

۱۳- IRYSC.COM گزینه د پاسخ صحیح است.

$$\frac{m_{SOLSYS} - m_O}{m_{SOLSYS}} = \frac{28}{10000} = 0.0028$$

۱۴- IRYSC.COM گزینه ه پاسخ صحیح است.

$$2\theta = 40/5 \Rightarrow \theta = 20/25 \Rightarrow \tan 20/25 = \frac{VE}{C}$$

$$C = \frac{3 \times 10^4}{\tan 20/25} = 3/0.558 \times 10^4 = 3/1 \times 10^4 \text{ m/s}$$

۱۵- IRYSC.COM گزینه الف پاسخ صحیح است.

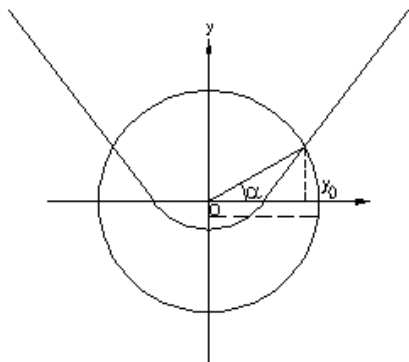
m_1 یا سحابی خرچنگ یک تپ اختر جوان است که دوره تناوب آن ۲۸ بار در ثانیه است.

۱۶- IRYSC.COM گزینه ب پاسخ صحیح است.

برای حل این تست به معلومات هندسه تحلیلی و جبر خطی در حد فصل ۲ کتاب های درسی پیش دانشگاهی نیاز است.

O را محل خورشید و دایره را مدار زمین و سهمی را مدار جرم سوم در نظر می گیریم، محل تلاقی معادله های دایره و سهمی محل تقاطع

دو جرم است.



$$\begin{aligned}
 \text{معادله سهمی} &\Rightarrow y = x^2 - h \\
 x_0 &= \sqrt{Au} \\
 y_0 &= \sqrt{Au} \\
 \alpha = 30^\circ \quad \left. \begin{aligned} \cos 30^\circ &= \frac{\sqrt{3}}{2} Au \\ \sin 30^\circ &= 0.5 Au \end{aligned} \right\} \Rightarrow
 \end{aligned}$$

$$\frac{1}{4} = \frac{3}{4} - h \Rightarrow h = \frac{1}{4} Au = 0.25 Au$$

گزینه ب پاسخ صحیح است. IRYSC.COM -17

پس از آنکه به طور کاملاً اتفاقی سیاره اورانوس کشف شد دانشمندان متوجه شدند نوعی اعوجاج مداری در گردش این سیاره شدند که آن را به سیاره دیگری که هنوز کشف نشده بود نسبت داده‌اند پس از کشف نپتون مشابه این اتفاق برای سیاره هشتم روی داد و در راستای کشف علت اختلال مدار این سیاره آخرین جرم منظومه شمسی یعنی پلوتو شناخته شد. توجه داشته باشید که پلوتو دیگری جزء سیاره های منظومه شمسی محسوب نمی شود و تنها یک سیاره کوتوله است.

گزینه ه پاسخ صحیح است. IRYSC.COM -18

غیر از چهار قمر گالیله ای مشتری یعنی یو ، گانیمد ، اروپا و کالیستو ، تیتان و تریتون و ماه (قمر زمین) جزء هفت قمر بزرگ منظومه شمسی هستند.

گزینه الف پاسخ صحیح است. IRYSC.COM -19

قدر مطلق که با M نمایش می‌دهیم ، مربوط به رصد در نور مرئی است و معیاری از درخشندگی در نور مرئی است . اما قدر مطلق بولومتریک که با M_{bol} نمایش داده می‌شود، نشانگر تابش ستاره در تمام طول موج های طیف الکترومغناطیس است و کل سطح زیر نمودار تابش جسم سیاه را در بر می‌گیرد از آن جایی که بیشترین انرژی ستارگان الزاماً در طول موج مرئی منتشر نمی‌شود ، نمی‌توان همانند

ویرایش و پاسخ: کامبیز خالقی

خورشید، درخشندگی مربی را با درخشندگی بولومتریک تقریب زد. بنابراین، رابطه درست درخشندگی و قدر مطلق را به این شکل

$$M_1^{bol} - M_2^{bol} = -2.5 \log \frac{L_1}{L_2} \quad \text{می‌نویسیم:}$$

در مورد گزینه ۳ هم باید گفت این رابطه تنها زمانی صادق است که دو ستاره در فاصله برابر از ما قرار گرفته باشند.

۲۰- **IRYSC.COM** گزینه الف پاسخ صحیح است.

اما سوال با مشکل علمی روبرو است.

قبل از انقباض ستاره شرایط فوران اول و سوم یکسان است اما بعد از برخورد دو لایه، لایه مرکزی زودتر تحت فشار و گرمای آزاد شده قرار

می‌گیرد و دوره تناوبش به دور مرکز ستاره به سرعت افزایش می‌یابد.

اما لزوماً در مورد تمام ستاره‌ها صدق نمی‌کند.

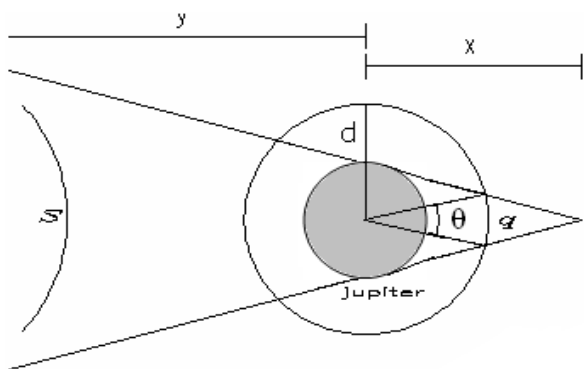
۲۱- **IRYSC.COM** گزینه ب پاسخ صحیح است.

این گونه سیاه‌چاله‌ها در مرکز کهکشان‌های بیضوی بزرگ یافت می‌شوند.

$$(m_{sun} + m_{galaxy}) = \frac{(r_{sun})^3}{(T_{sun})^3} \Rightarrow m_{galaxy} = \frac{(r_{sun})^3}{(T_{sun})^3} = \frac{(2 \times 10^9)^3}{(2 \times 10^8)^3} = 2 \times 10^{11}$$

که از این جرم، ۱ درصد آن متعلق به گازها و غبارهای میان ستاره‌ایست.

۲۲- **IRYSC.COM** گزینه د پاسخ صحیح است.



برای این کار کافیست مدت زمان ورود و خروج سیاره از درون سایه

مشتری به دست‌آوریم.

طبق قضیه تالس در مثلث حاصل داریم:

$$\frac{R_j}{R_s} = \frac{x}{x+y} \Rightarrow x = 0.595 AU$$

قطر مدار مشتری در مدار قمر مفروض:

$$\Rightarrow \frac{R_j}{\frac{q}{2}} = \frac{x}{x-d} \Rightarrow q = 1/4276 \times 10^6 m$$

$$\sin \frac{\theta}{2} = \frac{q}{2d} \Rightarrow \theta \approx 46/5$$

از طرفی دوره نجومی قمر از رابطه‌ی ذیل بدست می‌آید.

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 \theta^3}{Gm_j}}$$

$$\Rightarrow T = 716/32 \text{ دقیقه}$$

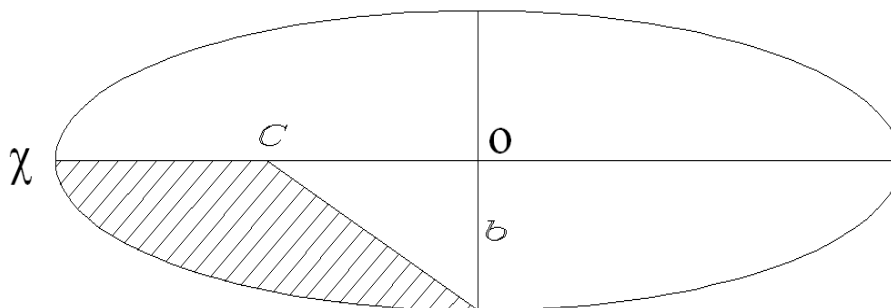
و مدت زمان گذر قمر از درون سایه رابطه $\frac{m}{T} = \frac{\theta}{360}$ بدست می‌آید، پس داریم:

$$\frac{m}{716/32} = \frac{46/5}{360} \Rightarrow t = 92/5 \text{ دقیقه}$$

۲۳- IRYSC.COM گزینه ج پاسخ صحیح است.

$$a_x = h + R_E = 6680 = a(1-e) \Rightarrow a = 16700 \text{ Km}$$

$$a^3 \pi^3 = \pi^3 Gm \Rightarrow T = 21480 \text{ s} \quad \text{دوره گردش}$$



$$\frac{m}{T} = \frac{\frac{\pi ab}{4} - \frac{1}{2} aeb}{\pi ab} = 0/154 \Rightarrow m = 3/22 \times 10^3 s$$

۲۴- IRYSC.COM گزینه ب پاسخ صحیح است.

$$X = \frac{15}{4/5} = 3 \quad \text{سن عالم ۱۵ میلیارد سال - سن زمین ۴/۵ میلیارد سال در نتیجه داریم:}$$

۲۵- IRYSC.COM گزینه د پاسخ صحیح است.

$$\cos \frac{\pi}{2} \cos \gamma / \delta = 0 = \frac{\sin \frac{\pi}{2} \sin 2\delta - \sin \gamma / \delta + \tan \left(\frac{\pi}{2} - \delta \right)}{\tan 2\delta \tan \left(\frac{\pi}{2} - \delta \right)}$$

$$\frac{1}{\tan(90 - \delta)} = \frac{\sin \gamma / \delta}{\tan 2\delta} \Rightarrow \delta = 15/64$$

چون ار دید ناظران نیمکره جنوبی این ستاره جزو ستاره‌های بالای افق است پس عدد میل بدست آمده زیر استوای سماوی بوده و باید به آن یک علامت منفی اضافه کنیم.

۲۶- IRYSC.COM گزینه د پاسخ صحیح است.

با توجه به فرض مسئله داریم:

$$TV^\alpha = K$$

$$\Rightarrow T \left(\frac{4}{3} \pi r^\gamma \right)^\alpha = K \Rightarrow$$

$$Tr^{\gamma\alpha} = K \left(\frac{3}{4\pi} \right)^\alpha \Rightarrow$$

$$r^{12\alpha} T^4 = K^4 \left(\frac{3}{4\pi} \right)^{4\alpha} \Rightarrow T^4 r^{12\alpha} = K'$$

$$\Rightarrow \sigma T^4 4\pi r^2 = \frac{4\pi K' \sigma r^2}{r^{12\alpha}} = l$$

از طرفی ستاره در حال انبساط است پس $\frac{l'}{l}$ مثبت است و $\left(\frac{R'}{R} \right)^x$ نیز مثبت می‌شود، پی خواهیم نوشت:

$$x = 2 - 12\alpha > 0 \Rightarrow \alpha < \frac{1}{6}$$

گزینه ج پاسخ صحیح است. IRYSC.COM -27

$$H_o = \sqrt{\frac{Km}{S_{mpc}}}$$

گزینه ب پاسخ صحیح است. IRYSC.COM -28

این صورت فلکی اسب بالدار است و ستاره مشخص شده در تصویر بین این صورت فلکی و صورت آندرومدا (زن به زنجیر کشیده) مشترک است اما در مرزبندی‌های استاندارد، ستاره متعلق به آندرومدا شناخته می‌شود.

گزینه ه پاسخ صحیح است. IRYSC.COM -29

دایره عظیمه بزرگترین زاویه‌ها را تشکیل می‌دهد (سه رأس مثلث روی دایره عظیمه باشند) $\leftarrow 540 = 3 \times 180$
اما کوچکترین زاویه متعلق به کمانی از دایره عظیمه است که دو سر کمان دو رأس مثلث و زاویه سوم وسط آن دو رأس قرار بگیرد در این صورت دو رأس اولیه و زاویه وسط 180 درجه می‌شود.

پاسخ های کوتاه

$$\left. \begin{aligned} m - m_s &= -2/5 \log \frac{b}{b_s} \Rightarrow \frac{b}{b_s} = 1/26 \times 10^{-11} \\ b &= R^v T^e d^v \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$

$$1/26 \times 10^{-11} = \frac{R^v T^e d_s^v}{R_s^v T_s^e d^v}$$

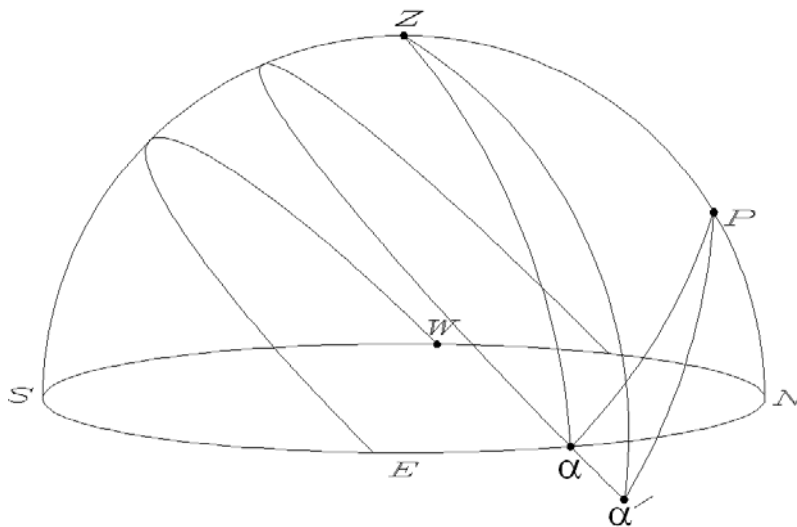
$$\frac{T}{T_s} = 0.754 \Rightarrow T = 4366/5$$

$$\lambda_{\max} = \frac{c}{T} = \frac{2/9 \times 10^7}{T} = 1/326 \times 10^{-6} m$$

$$\Rightarrow \lambda_{\max} = 1/33 \mu m$$

-1 IRYSC.COM

-2 IRYSC.COM



$\alpha\alpha'$ مسافتی است که ستاره دو دقیقه پس از غروب طی می کند

در مثلث αZP قضیه کسینوسها را می نویسیم

زاویه ساعتی

$$\cos z\alpha = 0 \Rightarrow \cos \delta \cos \varphi + \sin \delta \sin \varphi \cos H\alpha = 0$$

$$\text{Arc cos}(-\cot \delta \cot \varphi) = H\alpha \Rightarrow H\alpha = 102/1 = 0$$

$$H\alpha' = 102/6^\circ = \text{زاویه ساعتی جدید ستاره}$$

در مثلث $\alpha'zp$ قضیه کسینوسها را می نویسیم:

$$\cos z\alpha' = \cos \delta \cos \varphi + \sin \delta \sin \varphi \cos H\alpha' \Rightarrow Z\alpha' = 90.397$$

$$\frac{R_E + h}{R_E} = \frac{1}{\cos 0.397} \Rightarrow h = 1.53 \times 10^7$$

IRYSC.COM - ۳

سرعت جسم در اوج رابطه‌ای مطابق زیر ایجاد می کند.

$$v_x v_y = \frac{Gm}{a} = 1 \cdot \left(\frac{km}{s}\right)^2 = 1 \cdot \left(\frac{m}{s}\right)^2 \Rightarrow a = 3/98$$

دوره نجومی ماهواره :

$$4\pi^2 a^3 = GmT^2 \Rightarrow 79120S$$

$$\frac{1}{T_s} = \frac{1}{T} - \frac{1}{T_E} = \frac{1}{79120} - \frac{1}{86400} \Rightarrow TS = 9/39 \times 10^5 S$$

IRYSC.COM - ۴

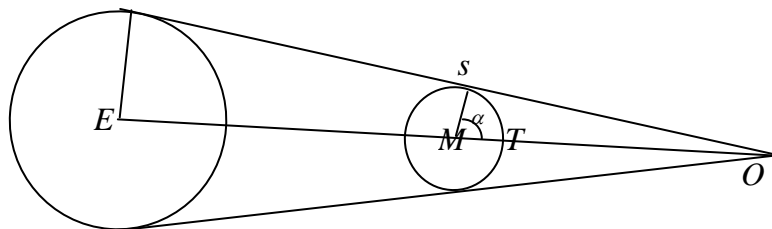
$$\frac{Rm}{RE} = \frac{OM}{OE} \Rightarrow OM = 0.375ME = 1/44 \times 10^6 m$$

$$\cos \alpha = \frac{Rm}{OM} = \frac{1/44 \times 10^6}{1/64 \times 10^6}$$

$$\alpha = 89/30.7^\circ$$

$$\frac{ST}{2\pi R_m} = \frac{\alpha}{360} \Rightarrow ST = 2/712 \times 10^5 \Rightarrow$$

$$t = \frac{ST}{v} = 54/2h \Rightarrow t = 1/953 \times 10^5 s$$



IRYSC.COM -۵

$$\left. \begin{aligned} L_m &= b_s \pi R_m^2 A \\ b_m &= \frac{Lm}{4\pi d_m^2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow b_m = \frac{b_s \pi R_m^2 A}{4\pi d_m^2} \Rightarrow$$

$$d_m = (a_m - R_e)^2$$

$$\frac{b_m}{b_s} = 4/246 \times 10^{-7}$$

$$b_s S_o = b_m S \Rightarrow \frac{S}{S_o} = \frac{b_{sum}}{b_m} = 4/35 \times 10^5$$

IRYSC.COM -۶

باید دور شدن را به صورت خطی در نظر بگیریم :

$$\text{معادله خام درجه اول} = y - y_o = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} (x - x_o) \Rightarrow$$

$$y = (2 \times 10^8) \frac{(24 - 384) \times 10^7}{4 \times 10^9} + 3/84 \times 10^5 = 3/6 \times 10^5 \text{ Km}$$

در نتیجه داریم:

$$\frac{b}{b_o} = \left(\frac{d_o}{d} \right)^2 \Rightarrow m - m_o = -2/\Delta \log \frac{b}{b_o} =$$

$$-2/\Delta \log \left(\frac{d_o}{d} \right)^2 = -\Delta \log \frac{d_o}{d} \Rightarrow m = -12/7 - 0/10^4 = -12/8.48 \approx -1/28$$

IRYSC.COM -۷

فانوس در شرایط خلأ در هر کیلومتر ۱۰٪ نور تلف می شود

$$b_o = \frac{L}{4\pi r^2} = \frac{3000}{4\pi (8000)^2} = 3/7 \times 10^{-6} \quad \text{روشنایی فانوس در حضور جو}$$

$$\frac{b}{b_o} = \left(1 - \frac{1}{100} \right)^8 = 0.43$$

$$b = 0.43 b_o \Rightarrow b = 3/7 \times 10^{-6} \times 0.43 = 1/60.5 \times 10^{-6} \frac{W}{m^2} \quad \text{روشنایی فانوس در حضور جو}$$

$$m - m_s = -2/\Delta \log \frac{b}{b_s} \Rightarrow$$

$$m = -26/8 - 2/\Delta \log \frac{1/60.5 \times 10^{-6}}{1370} = -4/47$$

ماکزیمم جا به جایی خطوط طیفی \equiv ماکزیمم سرعت خطی گردش وضعی خورشید.

$$v = r\omega = \frac{2\pi\lambda}{T} \Rightarrow v = 20.24 / 6m/s \Rightarrow$$

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = \frac{v}{c} \Rightarrow \Delta\lambda = 4/43 \times 10^{-12}$$

$$43 / 4 = \text{انتقال به آبی} = \text{انتقال به سرخ}$$

$$\rightarrow \text{ماکزیمم جا به جایی} = 2\Delta\lambda = 8/43 \times 10^{-12} m$$