

به نام آرامش بخش دل‌ها

دومین آزمون آزمایشی مرحله اول
المپیاد نجوم و اخترفیزیک

نهمین تیم جمهوری اسلامی ایران در
المپیاد جهانی نجوم و اخترفیزیک



وقت پیشنهادی: 180 دقیقه

تعداد سوالات: 35

تذکرات:

- استفاده از ماشین حساب مهندسی که قابل برنامه‌ریزی نباشد، مجاز است.
- استفاده از جدول‌های نجومی، تقویم‌های نجومی، اطلس‌ها و آنالماک‌ها به هر شکل که باشند، مجاز نیست.
- هر پاسخ درست سه نمره مثبت و هر پاسخ نادرست یک نمره منفی دارد.
- نتایج آزمون را می‌توانید از طریق سایت نهمین تیم المپیاد جهانی نجوم، 9thioaa.ir پیگیری کنید.

ثوابت فیزیکی و نجومی

$6.67 \times 10^{-11} m^3 kg^{-1} s^{-2}$	ثابت جهانی گرانش G
$5.67 \times 10^{-8} W m^{-2} K^4$	ثابت استفان بولتزمن σ
$1.38 \times 10^{-23} J k^{-1}$	ثابت بولتزمن k
$8.85 \times 10^{-12} kg m^3 s^{-2} C^{-2}$	ضریب گذردهی الکتریکی خلأ ϵ_0
$6.63 \times 10^{-34} Js$	ثابت پلانک h
$3 \times 10^8 ms^{-1}$	سرعت نور در خلأ c
$9.46 \times 10^{15} m$	سال نوری ly
$3.09 \times 10^{16} m$	پارسک pc
$1.5 \times 10^{11} m$	واحد نجومی AU
$6.96 \times 10^8 m$	شعاع خورشید R_{\odot}
$6.38 \times 10^6 m$	شعاع زمین R_{\oplus}
$1.99 \times 10^{30} kg$	جرم خورشید M_{\odot}
$5.97 \times 10^{24} kg$	جرم زمین M_{\oplus}
5777 K	دمای سطح خورشید T_{\odot}
$3.85 \times 10^{26} W$	درخشندگی خورشید L_{\odot}
$1362 W m^{-2}$	ثابت خورشیدی f_{\odot}
4.72	قدر مطلق بولومتریک خورشید
-26.7	قدر ظاهری خورشید
$68 km s^{-1} Mpc^{-1}$	ثابت هابل H_0
$1.67 \times 10^{-27} kg$	جرم پروتون m_p
$1.6 \times 10^{-19} C$	بار الکترون e
10^{11}	تعداد تقریبی ستارگان راه شیری

1- نمودار فاصله-زمان ستاره‌ای که با بردار سرعت ثابت نسبت به خورشید حرکت می‌کند به صورت کدام خم هندسی است؟

الف) خط راست ب) سهمی ج) هذلولی د) خم خاصی نیست

2- کدام اقدام در بهبود نسبت سیگنال به نویز در CCD ها موثرتر است؟

الف) افزایش قطر دهانه‌ی تلسکوپ

ب) کاهش دمای رصدخانه

ج) استفاده از تیغه تأخیر ربع موج

د) رصد در طول موج‌های فرورسرخ

3- روز اول پاییز زمین در ناحیه بارش شهابی شدید و بسیار بزرگ قرار گرفته است، در حدی که اندازه منطقه‌ای از فضا که توسط شهاب‌سنگ‌ها اشغال شده است از مرتبه قطر زمین است. در اینجا به جای اینکه همه شهاب‌ها از یک نقطه به نام کانون بارش بیایند، همه شهاب‌ها به سمت یک نقطه به نام کانون بارش معکوس حرکت می‌کنند. کانون بارش معکوس در میل 0 درجه و بعد $18h$ است. کمترین فاصله‌ای که یک سنگ دل‌خواه از این توده می‌تواند تا ناظری به عرض جغرافیایی 20 درجه که ساعت محلی او 6 عصر است داشته باشد، تقریباً چه قدر است؟ از تأثیر گرانشی زمین بر شهاب‌سنگ‌ها چشم‌پوشید.

الف) 384 کیلومتر ب) صفر کیلومتر ج) 6400 کیلومتر د) 4200 کیلومتر

4- کدام یک از موارد زیر نمی‌تواند باعث تغییر تکانه زاویه‌ای یک کهکشان شود؟

الف) اصطکاک کهکشان با گاز بین کهکشانی

ب) هسته‌های فعال کهکشانی و باد کهکشانی ($Wind$)

ج) قمرهای کهکشانی اطراف کهکشان بزرگ‌تر و برخورد آن‌ها

د) تابش کهکشانی

5- چه سرنوشتی در انتظار ابر ماژلانی بزرگ (LMC) خواهد بود؟

الف) فاصله‌ی آن از کهکشان راه شیری با گذر زمان افزایش خواهد یافت.

ب) تبدیل به یک کهکشان بیضوی کوتوله می‌شود.

ج) به تدریج درون کهکشان راه شیری سقوط می‌کند.

د) به آهستگی منبسط شده و جزئی از هاله‌ی ستاره‌ای راه‌شیری خواهد شد.

6- برای مشخص کردن مکان یک جسم روی سطح زمین به ترتیب به حداقل و حداکثر چند ماهواره نیاز است؟

الف) 2 و 3

ب) 3 و ∞

ج) 4 و ∞

د) 2 و 5

7- اگر زمین و خورشید کره‌هایی باردار بودند و گرانشی در کار نبود، بار خورشید (کولن) باید چه قدر می‌بود که زمین در مداری مثل مدار فعلی‌اش حرکت کند؟ خروج از مرکز مدار زمین را 0.017 بگیرید و بار زمین را آن قدری در نظر بگیرید که تمام اتم‌های زمینی الکترون‌هایشان را از دست داده باشند. زمین را ساخته شده از سیلیسیم تصور کنید، ${}_{14}^{28}\text{Si}$.

الف) -308 ب) -77 ج) -1.5×10^{10} د) -2×10^{10}

8- اگر داخل کدام صورت فلکی باشیم در ماه آذر زمین و خورشید را در تریب می‌بینیم؟

الف) سنبله ب) ثور ج) جدی د) دلو

9- فرض کنید مانند مدل بطلمیوسی تمام ستارگان آسمان به فلک‌الافلاک چسبیده‌اند. اگر قدر سطحی آسمان $22 \text{ mag arcsec}^{-2}$ و تعداد کل ستاره‌های آسمان 10^{15} باشد، شعاع فلک‌الافلاک چقدر است؟

الف) 1.23 Gpc ب) 904 Gpc ج) 756 Kpc د) 1.23 Mpc

10- نویز یک آشکارساز معمولاً برابر با جذر تعداد فوتون‌های آشکار شده است. اگر بازدهی آشکارساز مورد استفاده 50% باشد و با تلسکوپ به قطر 4 متر به مدت 30 دقیقه از ستاره‌ای با قدر 25 نورگیری کنیم، نسبت سیگنال به نویز را محاسبه کنید. سیگنال را همان تعداد کل فوتون‌های آشکار شده در نظر بگیرید.

الف) 285 ب) 162450 ج) 403 د) 81225

11- اگر میزان جرمی که سالانه خورشید به خاطر باد خورشیدی از دست می‌دهد 0.00001 جرم خورشید و سرعت خروج باد از سطح خورشید 700 کیلومتر بر ثانیه باشد، نیروی بادی وارد بر زمین را حساب کنید.

الف) $9.4 \times 10^{13} \text{ N}$ ب) $1.4 \times 10^{14} \text{ N}$

ج) $2.1 \times 10^{23} \text{ N}$ د) $6.6 \times 10^{30} \text{ N}$

12- 8400 سال بعد در چنین روزی خورشید در کدام صورت فلکی قرار خواهد داشت؟ (از چرخش حضيض مدار زمین صرف نظر کنید.)

الف) عقرب ب) ثور ج) جدی د) سنبله

13- در جدول زیر تاریخ و هنگام دو اعتدال اخیر و اعتدال بهاری پیش رو داده شده است. با توجه به اطلاعات داده شده و با علم بر این که خروج از مرکز مدار زمین $e = 0.016710$ است، شناسه‌ی حضيض مدار زمین را بر حسب درجه تخمین بزنید.

شناسه‌ی حضيض طبق تعریف، زاویه‌ی بین راستای حضيض مدار و راستای مبدأ بعد (γ) است. در این مسئله مدار زمین را به جای بیضی با خروج از مرکز e با دایره‌ای تخمین بزنید که خورشید به جای مرکز در فاصله‌ی e واحد نجومی از مرکز آن قرار دارد. قانون دوم کپلر هم‌چنان برقرار است.

شماره	تاریخ	ساعت
1	29 اسفند 92	20:27
2	1 مهر 93	05:59
3	1 فرودین 94	02:15

الف) 72 ب) 77 ج) 103 د) 108

14- اگر کره‌ای سوزان و داغ با دمای 1000 کلوین و شعاع 50 سانتی‌متر در فاصله‌ی 3 متری از خود داشته باشیم، انرژی رسیده به ما در یک سانتی‌متر مربع در یک ساعت دقیقاً از همان ناحیه‌ای از کره که با چشم می‌بینیم چند ژول خواهد بود؟ دقت کنید که انرژی‌ای را می‌خواهیم که فقط از ناحیه قابل رؤیت کره به ما می‌رسد.

الف) 236.25 ب) 0.1575 ج) 567 د) 5.7×10^6

15- اگر ضریب بازتاب مریخ 15 درصد باشد با توجه به این که شعاع آن تقریباً نصف شعاع زمین است و فاصله آن تا خورشید 1.52 واحد نجومی است. جرم آن حداقل چند کیلوگرم باشد تا بتواند در جو خود اکسیژن داشته باشد. فرض کنید مریخ سریع دور خود می‌چرخد به طوری که سرعت چرخش سیاره به دور خود بیشتر از سرعت حرکت انتقالی‌اش به دور خورشید است.

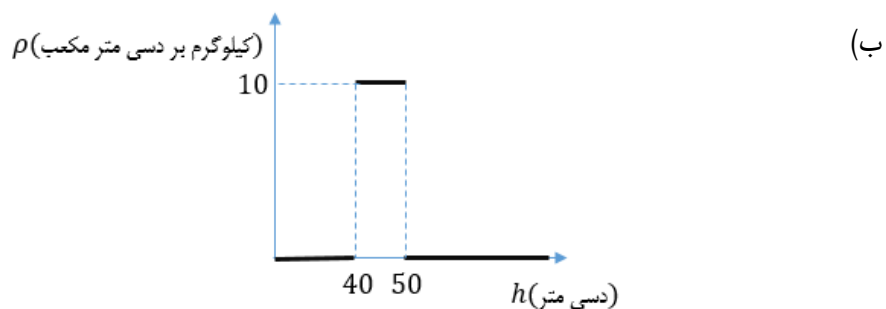
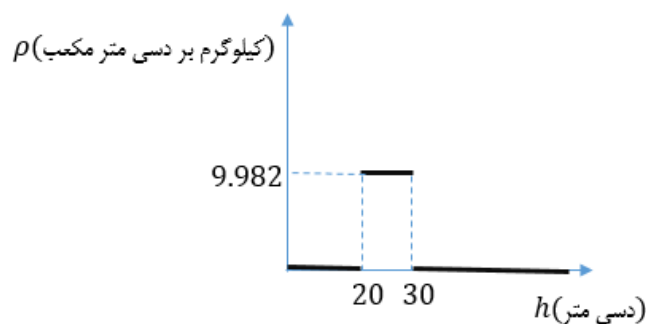
الف) 8×10^{21} ب) 10^{22} ج) 5×10^{21} د) 6×10^{21}

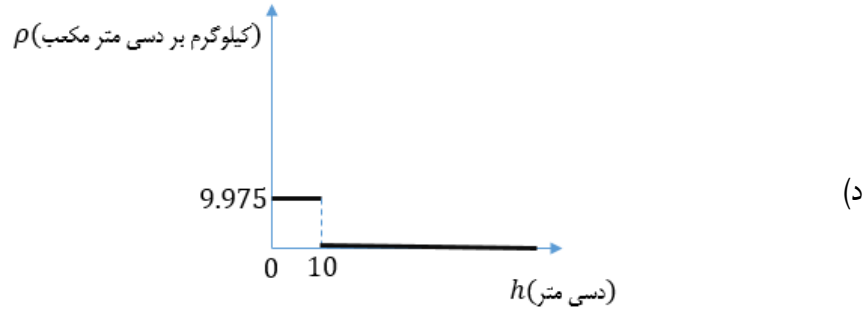
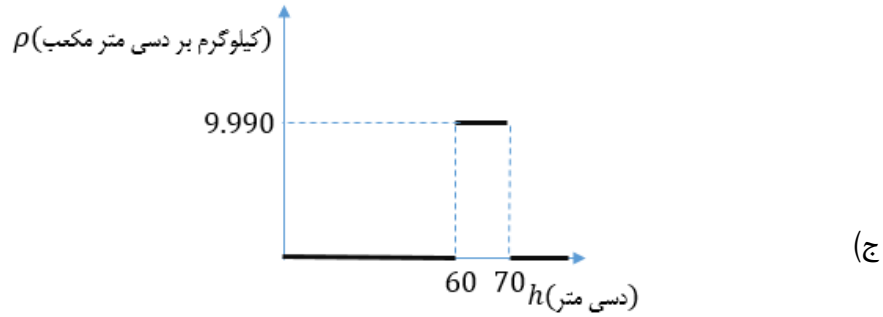
16- جهت فرضی P را برای تعریف سمت در قطب شمال انتخاب می‌کنیم. شرق را دست راست خود می‌نامیم وقتی رو به P می‌ایستیم و غرب را برعکس. اگر برای ناظری در قطب شمال خورشید در سمت 0 درجه شروع به غروب کند، در کدام سمت تقریبی غروب پایان می‌یابد؟
 الف) 127° شرقی (ب) 127° غربی (ج) 1.23° شرقی (د) 164° غربی

17- ستاره‌هایی داریم که در دو مخروط متقابل تابش پرتو X دارند. زاویه نیم‌رأس هر مخروط θ است و محور این مخروط‌های تابش با محور دوران و چرخش به حول خود ستاره زاویه β می‌سازد. با فرض موازی بودن همه‌ی محور دوران‌ها برای همه ستاره‌هایی از این نوع در کهکشان ما و این که به ازای هر 1000 ستاره یکی تابش کننده پرتو X است، آشکارساز زمینی چند میلیون ستاره از این نوع را می‌تواند آشکارسازی کند؟ $\theta = 15^\circ$ و $\beta = 30^\circ$ توزیع ستارگان را یکنواخت در نظر بگیرید.
 الف) 10 (ب) 16 (ج) 26 (د) 37

18- قدر ظاهری یک کهکشان نزدیک، 20 است. اگر تمام ستارگان آن خورشیدگون باشند قرمزگرایی کهکشان چه قدر باشد تا جرم کهکشان خورشید $10^{12} M$ باشد؟
 الف) 3.6 (ب) 3 (ج) 2.6 (د) 2

19- ناظری با مختصات $(110^\circ 0'E, 7^\circ 30'S)$ در کدام یک از جوهای پیشنهادی خیالی زیر می‌تواند ستاره‌ای با قدر مطلق 2 را که در ارتفاع 85 درجه مشاهده می‌کند، در قدر ظاهری بیشتر نسبت به بقیه گزینه‌ها ببیند؟ فرض کنید ضریب شکست جو 2 باشد. در نمودارهای زیر h ارتفاع از سطح زمین است و ρ چگالی جو است. و فرض کنید جنس ماده سازنده هر چهار جو برابر باشد.
 الف)





20- ستاره‌ای با مختصات کهکشانی $l = -25^\circ$ و $b = 0^\circ$ و مدول فاصله‌ی 12.5 درصد می‌شود. اگر سرعت چرخش ستاره‌ها به صورت خطی با فاصله از مرکز کهکشان تغییر کند، طول موج خط طیفی $H\alpha$ ی ستاره چند آنگستروم اندازه‌گیری می‌شود؟

مدار ستاره‌ها به دور مرکز کهکشان را دایروی در نظر بگیرید. طول موج $H\alpha$ در آزمایشگاه: 6561\AA فاصله‌ی خورشید از مرکز کهکشان $8kpc$ و سرعت حرکت انتقالی آن $220 \frac{km}{s}$ است.

- الف) 6561 ب) 6559 ج) 6558 د) 6563

21- کدام گزینه درست است؟

الف) دمای نوترینو از دمای CMB بیشتر است.

ب) در طی تحول کیهان ماده‌ی کیهانی زودتر از تابش زمینه کیهانی سرد می‌شود.

ج) منشأ تابش زمینه کیهانی، واکنش‌های هسته‌ای پس از مه‌بانگ است.

د) انبساط جهان به صورت یک فرآیند هم‌دما انجام می‌شود.

22- یکی از بخش‌های اصلی زمین لایه یون سپهر است که به دلیل داشتن چگالی بالای یونی باعث بازتاب امواج رادیویی در فرکانس‌های پایین می‌شود. با توجه به این خاصیت حداکثر به چند درصد از سطح زمین می‌توان از یک ایستگاه رادیویی سیگنال فرستاد؟ ارتفاع یون سپهر را ارتفاع جو در نظر بگیرید.

- الف) 4 درصد ب) 1 درصد ج) 3 درصد د) 5 درصد

23- ناظری زمینی مشاهده می کند که یکی از ستارگان هاله‌ی کهکشان راه‌شیری که تماماً در راستای خط دید او حرکت می کند نسبت به کهکشان‌های خوشه گیسو در طول یک سال، 0.005 ثانیه قوسی جابه‌جا می‌شود. فاصله‌ی این ستاره از ما چه قدر است؟

الف) $50 pc$ (ب) $100 pc$ (ج) $200 pc$ (د) $400 pc$

24- اول تیر علی می‌خواهد با اتوبوس از قم به مشهد برود. می‌خواهد ببیند در پایانه بلیط چه ساعتی را بگیرد که در توقف در سمنان بتواند نماز مغرب خود را اول وقت بخواند؟ فرض کنید جهاد سازندگی جاده‌های بین هر دو شهری را طوری ساخته که طول جاده بین دو شهر کمترین مقدار ممکن شود. فرض کنید ظهر شرعی در قم ساعت 12 ظهر است و سرعت مجاز در جاده $70 \frac{km}{h}$ است. از اثرات جوی زمین چشم‌پوشید و فاصله بین اذان مغرب و غروب آفتاب را در سمنان ربع ساعت بگیرید.

عرض و طول جغرافیایی سمنان: $\varphi = 35.33^\circ, l = 53.22^\circ E$

عرض و طول جغرافیایی قم: $\varphi = 34.64^\circ, l = 50.89^\circ E$

عرض و طول جغرافیایی مشهد: $\varphi = 36.19^\circ, l = 59.37^\circ E$

الف) $2:15$ (ب) $2:45$ (ج) $4:05$ (د) $4:55$

25- می‌توان نشان داد اندازه‌ی نیروی گرانشی وارد بر یک جسم به جرم m بالای صفحه کهکشان‌ی بی‌نهایت با چگالی سطحی ثابت (σ) به این صورت است:

$$F = 2\pi G\sigma m$$

ستاره‌ای نزدیک به مرکز کهکشان راه‌شیری را در نظر بگیرید که به دلیل فعل و انفعالات درون کهکشان‌ی با سرعت $50 \frac{km}{s}$ و با زاویه 30° نسبت به خط عمود بر صفحه از صفحه به بیرون پرتاب می‌شود. مدار ستاره چه شکلی است؟ پس از چه مدتی به صفحه کهکشان باز می‌گردد؟

الف) بیضی، 13 میلیون سال (ب) بیضی، 22 میلیون سال

ج) سهمی، 13 میلیون سال (د) سهمی، 22 میلیون سال

26- کدام یک از مشاهدات زیر علمی نیست؟

- الف) ماهواره‌ای از دید تمام ناظران زمینی ساکن به نظر می‌رسد.
- ب) پل‌های خورشیدی یک ماهواره بزرگ سبب گرفت کلی خورشید می‌شوند.
- ج) ماهواره‌ای با مدار بیضوی از دید ناظری زمین مرکز ساکن به نظر می‌رسد.
- د) بشقاب دریافت کننده سیگنال یک ماهواره در هر دقیقه پنج درجه می‌چرخد.

27- برای دو ناظر در دو شهر به مختصات زیر ستاره X هم‌زمان غروب می‌کند. میل ستاره X را بیابید.

ناظر اول $(30^\circ E, 50^\circ)$ ناظر دوم $(65^\circ E, -5^\circ)$
الف) 24.4° ب) 29.5° ج) -24.4° د) -29.5°

28- در کدام یک از اتفاقات زیر ستاره تابش شدید‌ترین خواهد داشت؟

الف) هنگام تبدیل شدن به کوتوله سفید
ب) گذر همجوشی از هیدروژن سوزی به هلیوم سوزی
ج) قبل از انفجار ابرنواختر
د) هنگام تشکیل ستاره

29- در ستارگان بسیار سنگین، عامل اصلی ناپایداری جوی چیست؟

الف) همرفت شدید در هسته
ب) برهم‌کنش با میدان مغناطیسی کهکشانی
ج) فشار تابشی زیاد
د) بستگی شدید آهنگ تولید انرژی به دما

30- اگر چگالی زمین ثابت بماند، شعاع آن را چند برابر کنیم که به یک سیاه‌چاله تبدیل شود؟ زمین را همواره کره‌ای همگن در نظر بگیرید.

الف) 38 هزار ب) 27 هزار ج) 700 میلیون د) 1.4 میلیارد

31- ستاره‌ای به جرم دو برابر جرم خورشید را در نظر بگیرید که به‌جای همجوشی هسته‌ای، انرژی خود را از فروپاشی اورانیوم به دست می‌آورد. فرض کنید فقط در هسته‌ی ستاره اورانیوم وجود دارد و هسته یک دهم جرم کل ستاره را دارد. مقیاس زمانی تقریبی عمر ستاره را بیابید. نیمه عمر اورانیوم 4.5 میلیارد سال است.

الف) 6 میلیون سال ب) 13 میلیارد سال
ج) 2 میلیارد سال د) 6.5 میلیارد سال

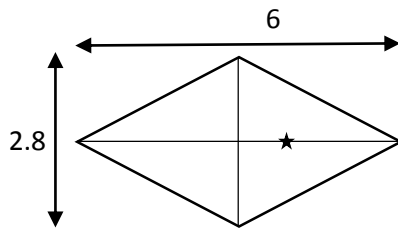
32- فرض کنید دمای CMB به صورت $aT = a_0 T_0$ تغییر می‌کند. در زمانی که $\frac{a_0}{a} = \frac{1}{4}$ است در هر مترمکعب از جهان تقریباً چند فوتون وجود دارد؟

الف) 6 میلیون ب) 15 میلیون ج) 26 میلیارد د) 100 میلیارد

33- میان تمامی سیارات زهره دایروی‌ترین مدار را دارد. در صورتی که کمترین فاصله‌ی عطارد از زهره $0.256 AU$ و بیشترین فاصله‌ی آن $1.190 AU$ باشد، خروج از مرکز مدار عطارد را محاسبه کنید. نیم‌قطر بزرگ مدار عطارد را $0.387 AU$ در نظر بگیرید.

الف) 0.266 ب) 0.243 ج) 0.229 د) 0.207

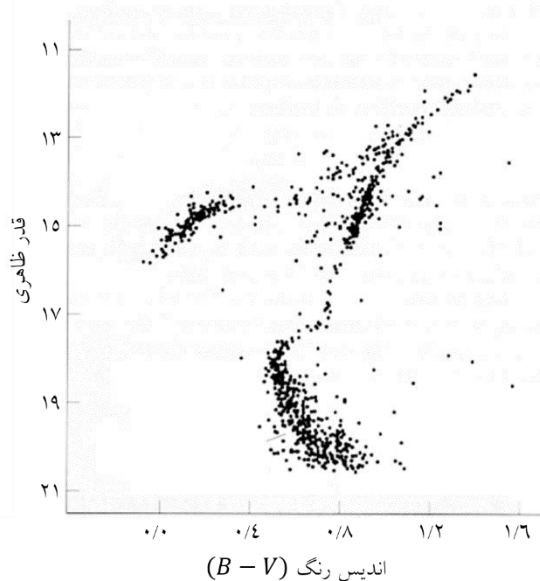
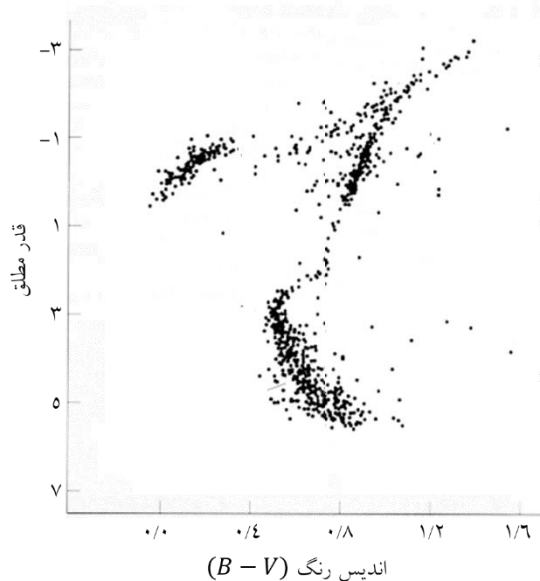
34- در یک جهان خیالی قانون گرانش به گونه‌ایست که مدار سیاره‌ای به دور ستاره‌ی مادر یک لوزی به شکل زیر است. اگر خروج از مرکز این سیاره (نسبت فاصله‌ی کانون تا مرکز به نیم قطر بزرگ) 0.3 و دوره تناوب آن یک سال باشد و با فرض صادق بودن قانون دوم کپلر چقدر طول می‌کشد تا سیاره از نزدیک‌ترین موقعیت به دورترین موقعیت نسبت به ستاره برسد؟



الف) 0.5 سال ب) 0.4 سال

ج) 0.7 سال د) 0.3 سال

35- 2 نمودار زیر متعلق به خوشه‌ی ستاره‌ای $M13$ هستند که در فاصله‌ی 25100 سال نوری از ما قرار دارد. نسبت تقریبی ضریب جذب میان ستاره‌ای در ناحیه‌ی آبی به ناحیه‌ی قرمز چه قدر است؟



الف) 1.8 ب) 1.3 ج) 1.0 د) 0.6

التماس دعا

یا علی