

## ثوابت فیزیکی و نجومی

| مقدار   | کمیت                         |
|---|------------------------------|
| $6.67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2} \text{ kg}^{-1}$ | $G$ ثابت جهانی گرانش         |
| $3.00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$                               | $c$ سرعت نور                 |
| $5.67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$             | $\sigma$ ثابت استفان-بولتزمن |
| $1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$                                  | $eV$ الکترون ولت             |
| $1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$                                  | $e$ بار الکترون              |
| $9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$                                 | $m_e$ جرم الکترون            |
| $1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$                                 | $m_p$ جرم پروتون             |
| $6.02 \times 10^{23}$   | $N_A$ عدد آووگادرو           |
| ۱۶  | عدد جرمی اکسیژن              |
| $9.46 \times 10^{15} \text{ m}$                                   | ly سال نوری                  |
| $3.09 \times 10^{16} \text{ m}$                                   | pc پارسک                     |
| $1.50 \times 10^{11} \text{ m}$                                   | AU واحد نجومی                |
| $1.99 \times 10^{30} \text{ kg}$                                  | $M_{\odot}$ جرم خورشید       |
| $6.96 \times 10^8 \text{ m}$                                      | $R_{\odot}$ شعاع خورشید      |
| $3.85 \times 10^{26} \text{ W}$                                   | $L_{\odot}$ درخشندگی خورشید  |
| $1362 \text{ W m}^{-2}$   | $F_{\odot}$ ثابت خورشیدی     |
| ۴/۸۳  | قدر مطلق خورشید              |
| -۲۶/۸   | قدر ظاهری خورشید             |
| ۰/۳۹ AU   | نیم‌قطر بزرگ مدار عطارد      |
| ۰/۷۲ AU   | نیم‌قطر بزرگ مدار زهره       |
| $5.97 \times 10^{24} \text{ kg}$                                  | $M_{\oplus}$ جرم زمین        |
| ۶۳۸۰ km   | $R_{\oplus}$ شعاع زمین       |
| ۲۳°/۴   | $\epsilon$ تمایل محوری زمین  |
| ۲۵۸۰۰ yr  | دوره‌ی تناوب حرکت تقدیمی     |
| ۳۶۵/۲۴ day  | سال اعتدالی                  |
| ۲۹/۵۳ day   | دوره تناوب هلالی ماه         |



تعداد ۳۵ سؤال به همراه جدول ثوابت در ۱۱ صفحه تنظیم شده است.  
 کد دفترچه‌ی خود را از روی جلد دفترچه خوانده و آن را در قسمت مشخص شده  
 در پاسخ‌برگ، علامت بزنید؛ در غیر این صورت پاسخ‌برگ شما تصحیح نخواهد شد.

۱- کدام یک از سیارات زیر، قمر ندارد؟

- |             |           |         |
|-------------|-----------|---------|
| (۱) مریخ    | (۲) مشتری | (۳) زحل |
| (۴) اورانوس | (۵) عطارد |         |

۲- اختلاف شبانه‌روز خورشیدی و شبانه‌روز نجومی برابر است با:

- |                     |              |               |
|---------------------|--------------|---------------|
| (۱) ۲۳۶ ثانیه       | (۲) ۴۵ ثانیه | (۳) ۱۲۵ ثانیه |
| (۴) حداکثر ۱۶ دقیقه | (۵) صفر      |               |

۳- کدام یک از صورت‌های فلکی زیر، در مسیر دایره البروج قرار ندارد؟

- |          |          |         |
|----------|----------|---------|
| (۱) عقاب | (۲) عقرب | (۳) قوس |
| (۴) حوا  | (۵) جوزا |         |

۴- درخشان‌ترین ستاره‌ی آسمان زمین در نور مرئی کدام ستاره است؟

- |                            |                     |                 |
|----------------------------|---------------------|-----------------|
| (۱) شباهنگ                 | (۲) نسر واقع        | (۳) شعرای یمانی |
| (۴) ابط الجوزا (ید الجوزا) | (۵) گزینه‌های ۱ و ۳ |                 |

۵- بیشترین کشیدگی سیاره‌ی عطارد از دید ناظری روی سیاره‌ی زهره چند درجه است؟

- |         |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|---------|
| (۱) ۲۳° | (۲) ۳۳° | (۳) ۴۳° | (۴) ۵۳° | (۵) ۶۳° |
|---------|---------|---------|---------|---------|

۶- به دلیل حرکت تقدیمی، میل ستاره‌ها چه تغییری می‌کند؟

- (۱) ثابت می‌ماند. (۲) همواره کاهش می‌یابد.  
(۳) همواره افزایش می‌یابد. (۴) گاهی افزایش و گاهی کاهش می‌یابد.  
(۵) قدر مطلق میل ستاره‌ها کاهش می‌یابد.

۷- از دید ناظری که در فاصله‌ی ۱۰ پارسیکی از ما قرار دارد، بیشترین فاصله‌ی زاویه‌ای بین زمین و خورشید چه قدر است؟

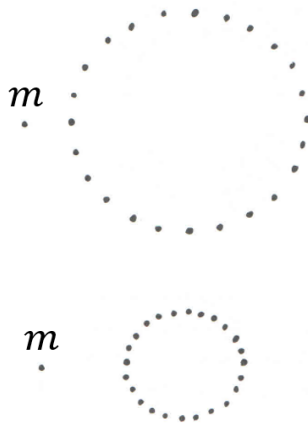
- (۱) ۲ درجه (۲) ۲ ثانیه‌ی قوسی (۳) ۰/۱ ثانیه‌ی قوسی  
(۴) ۰/۵ ثانیه‌ی قوسی (۵) اطلاعات کافی نیست

۸- چند سال بعد، به دلیل حرکت تقدیمی، میل نقطه‌ی انقلاب تابستانی کنونی صفر خواهد شد؟

- (۱) ۳۲۶۰ (۲) ۶۴۵۰ (۳) ۱۲۹۰۰  
(۴) ۱۹۳۵۰ (۵) هرگز این اتفاق نمی‌افتد.

۹- در سال ۱۳۰۷ هجری شمسی، کتابی با نام «اصول علم هیئت» از احمد آرام منتشر شد. این کتاب برای مدتی به عنوان کتاب درسی نجوم، در مدارس متوسطه‌ی دوم تدریس می‌شد. در صفحه‌ی ۶۴ این کتاب آمده است: «در اوایل ماه دی، قطر ظاهری آفتاب به انتها درجه‌ی بزرگی خود یعنی  $۳۶/۲''$  ۳۲' رسیده، از این موقع تا اواخر خرداد تنزل کرده به حداقل خود  $۳۰/۳''$  ۳۱' می‌رسد». با توجه به این مقادیر، خروج از مرکز مدار زمین را به دست آورید.

- (۱) ۰/۰۴۷ (۲) ۰/۰۳۵ (۳) ۰/۰۲۹  
(۴) ۰/۰۲۲ (۵) ۰/۰۱۷



۱۰- این پرسش سال‌ها ذهن نیوتن را به خود مشغول کرده بود. آن را با اندکی تغییر در این جا ذکر می‌کنیم.  
جرم کوچک  $m$  در فاصله‌ی معینی از یک خوشه‌ی کروی از اجرام قرار دارد. نیروی گرانش معینی از طرف خوشه‌ی اجرام بر این جرم وارد می‌شود و آن را به طرف مرکز خوشه می‌کشاند. فرض کنید که نه جرم  $m$  حرکت می‌کند و نه خوشه‌ی اجرام. اما خوشه‌ی اجرام به طور یک‌نواخت منبسط می‌شود. بر اثر این انبساط، بعضی قسمت‌های خوشه به جرم  $m$  نزدیک و بعضی دیگر از آن دور می‌شوند؛ اما جرم هم‌چنان خارج از خوشه قرار دارد. بعد از انبساط، نیروی گرانش وارد بر جرم  $m$  چگونه تغییر می‌کند؟

- (۱) افزایش می‌یابد.  
(۲) بستگی به آهنگ انبساط دارد.  
(۳) تغییر نمی‌کند.  
(۴) بستگی به فاصله‌ی جرم  $m$  از خوشه دارد.  
(۵) بستگی به جرم کل خوشه دارد.

۱۱- نقطه‌ی انقلاب تابستانی با چه سمتی در استوا طلوع می‌کند؟

- (۱)  $۲۳/۵^\circ$  شرقی  
(۲)  $۶۶/۵^\circ$  شرقی  
(۳)  $۱۱۳/۵^\circ$  شرقی  
(۴)  $۱۵۶/۵^\circ$  شرقی  
(۵) بستگی به طول جغرافیایی ناظر دارد.

۱۲- سالی به نام «میلادی قمری» تعریف می‌کنیم که ابتدای آن میلاد حضرت مسیح (ع) و شیوه‌ی سال‌شماری آن قمری باشد. امسال چه سالی در تقویم میلادی قمری است؟

- (۱) ۲۰۴۳  
(۲) ۲۰۸۱  
(۳) ۲۱۱۲  
(۴) ۲۱۶۲  
(۵) ۲۲۸۳

۱۳- دو ستاره که دمای یکسان دارند، حتماً

- (۱) شعاع یکسان دارند.  
(۲) درخشندگی یکسان دارند.  
(۳) در یک‌جای نمودار  $H-R$  هستند.  
(۴) جرم یکسان دارند.  
(۵) هیچ کدام

۱۴- میرزا عبدالغفار نجم‌الدوله در سال ۱۲۹۸ قمری کتابی در خصوص دنباله‌دارها نوشت و آن را به ناصرالدین‌شاه قاجار تقدیم کرد. در صفحه‌ی ۵ این کتاب آمده است:

«... گاه این دنباله‌دارها بسیار طویل می‌شوند. چنانچه ذو‌ذنب سال ۱۰۹۱ هجری در طول ۷۰ درجه، صفحه‌ی آسمان را پوشیده بود و حکیم نیوطن انگلیسی، به قواعد نجومی طولش را استخراج نمود. بیست و هشت هزارهزار فرسنگ یافت.»

با توجه به این توضیح، بیشترین فاصله‌ی ممکن این دنباله‌دار (ذو‌ذنب) از ما چند هزارهزار فرسنگ می‌تواند باشد؟

- (۱) ۴ (۲) ۱۰ (۳) ۱۵ (۴) ۲۲ (۵) ۴۲

۱۵- کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

- (۱) اختلاف منظر کهکشان آندرومدا از روی زمین قابل اندازه‌گیری است.  
(۲) ابیراهی نور ستاره‌ها به دلیل حرکت زمین به دور خورشید است.  
(۳) جو زمین به گونه‌ای است که هرگز نمی‌توان از روی زمین ستاره‌ای با قدر بیش از ۷ را مشاهده کرد.  
(۴) تلسکوپ‌های سمتی-ارتفاعی بهترین ابزارهای اپتیکی برای عکاسی بلندمدت از اجرام سماوی هستند.  
(۵) هر چه ستاره پرجرم‌تر باشد، طول عمر آن بیشتر است.

۱۶- بُعد ستاره‌های دَبّه و مِراق تقریباً  $۱۱^h$  است. زمان نجومی را در تصویر زیر تخمین بزنید؟



- (۱) .h (۲) ۶h (۳)  $۱۲^h$  (۴)  $۱۸^h$  (۵)  $۲۲^h$

۱۷- آونگ ساده‌ای را به سمتی منحرف و سپس رها می‌کنیم. آونگ به نوسان در می‌آید. ضمن نوسان آونگ:

- (۱) تکانه‌ی زاویه‌ای و خطی پایسته می‌مانند.
- (۲) فقط تکانه‌ی زاویه‌ای پایسته می‌ماند.
- (۳) فقط تکانه‌ی خطی پایسته می‌ماند.
- (۴) انرژی مکانیکی (مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل) پایسته می‌ماند.
- (۵) هیچ کدام پایسته نمی‌مانند.

۱۸- اگر اختلاف قدر مطلق و قدر ظاهری ( $m - M$ ) برای دو ستاره یکسان باشد،

- (۱) دو ستاره هم‌دما هستند. (۲) دو ستاره هم‌اندازه هستند. (۳) نور دو ستاره یکسان است.
- (۴) دو ستاره هم‌فاصله هستند. (۵) دو ستاره هم‌جرم هستند.

۱۹- ناظری در عرض جغرافیایی  $45^\circ N$  دو ستاره با میل  $20^\circ$  را بالای افق، مشاهده می‌کند. بیشترین فاصله‌ی زاویه‌ای این دو ستاره چه قدر می‌تواند باشد؟

- (۱)  $20^\circ$       (۲)  $45^\circ$       (۳)  $83^\circ$       (۴)  $122^\circ$       (۵)  $156^\circ$

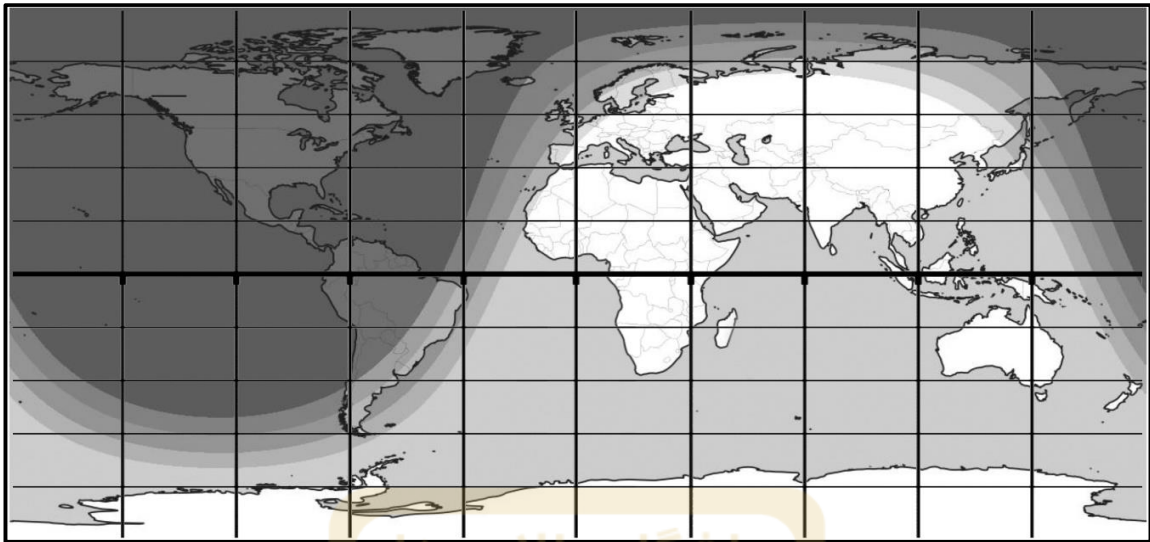
۲۰- پدیده‌ی همرفت در کدام منطقه‌ی خورشید روی می‌دهد؟

- (۱) نزدیک سطح
- (۲) نزدیک مرکز
- (۳) در تاج
- (۴) فقط در نزدیکی لکه‌ها
- (۵) خورشید همرفت ندارد

۲۱- می‌دانیم ایستگاه فضایی بین‌المللی (*ISS*) تقریباً در فاصله‌ی  $407 \text{ km}$  از سطح زمین، یعنی داخل سپر حفاظتی کمربند ون آلن قرار دارد. ارتفاع این سپر حفاظتی بر فراز ناحیه‌ای از اقیانوس اطلس جنوبی تا حدود  $200 \text{ km}$  کاهش می‌یابد. بنابراین ایستگاه فضایی در این ناحیه با پروتون‌هایی از باد خورشیدی برخورد می‌کند که انرژی جنبشی‌شان بیش از  $10$  مگاالکترون‌ولت است. تکانه‌ی این پروتون‌ها هنگام برخورد با ایستگاه فضایی چه قدر است؟

- (۱)  $10^{-27} \frac{\text{kg m}}{\text{s}}$
- (۲)  $10^{-20} \frac{\text{kg m}}{\text{s}}$
- (۳)  $10^{-15} \frac{\text{kg m}}{\text{s}}$
- (۴)  $10^{-10} \frac{\text{kg m}}{\text{s}}$
- (۵)  $10^{-7} \frac{\text{kg m}}{\text{s}}$

۲۲- تصویر زیر، مناطق تاریک و روشن سطح زمین را نمایش می‌دهد. در این لحظه خورشید در سرسوی چه ناظری قرار دارد؟



- ۱)  $23^{\circ} \text{N}, 113^{\circ} \text{E}$       ۲)  $67^{\circ} \text{S}, 113^{\circ} \text{E}$       ۳)  $23^{\circ} \text{S}, 67^{\circ} \text{W}$
- ۴)  $23^{\circ} \text{N}, 113^{\circ} \text{W}$       ۵)  $23^{\circ} \text{S}, 67^{\circ} \text{E}$

۲۳- مهم‌ترین دلیل رخ‌گرد ماه چیست؟

- ۱) برابر بودن دوره‌ی تناوب حرکت وضعی و حرکت انتقالی ماه به دور زمین
- ۲) اختلاف زمانی بین حرکت انتقالی زمین مرکزی و خورشیدمرکزی ماه
- ۳) تغییر سرعت زاویه‌ای انتقالی ماه نسبت به سرعت زاویه‌ای وضعی
- ۴) اختلاف زمانی بین روز نجومی و روز خورشیدی
- ۵) تفاوت مکان ناظران زمینی

۲۴- با کدام یک از روش‌های زیر برای نخستین بار متوجه شدیم که خورشید میدان مغناطیسی دارد؟

- ۱) به کمک اثر میدان مغناطیسی خورشید بر روی نوری که از آن به ما می‌رسد.
- ۲) با بررسی اثر مستقیم میدان مغناطیسی روی قطب‌نماهای زمینی
- ۳) با اندازه‌گیری به کمک کاوشگرهای فضایی
- ۴) به دلیل این که هر جسمی که گرانش دارد اثر مغناطیسی هم خواهد داشت.
- ۵) با رصد گازهای چندین بار یونیزه در تاج خورشید

۲۵- مسیر درخشانی که شهاب سنگ‌ها در آسمان بر جای می‌گذارند چندین ثانیه دوام می‌آورد. در حالی که مسیر آذرخش در آسمان فقط برای کسری از ثانیه دیده می‌شود. دلیل این موضوع چیست؟

- (۱) شهاب سنگ پر قدرت تر از آذرخش است.
- (۲) شهاب سنگ داغ تر از آذرخش است.
- (۳) آذرخش پدیده‌ای الکتریکی است؛ در حالی که شهاب سنگ چنین نیست.
- (۴) درخشش شهاب در ارتفاع خیلی بالا رخ می‌دهد، جایی که فشار هوا کم است؛ در حالی که آذرخش در ارتفاع پایین رخ می‌دهد و فشار در آنجا زیاد است.
- (۵) آذرخش معمولاً در هوای مرطوب و ابری رخ می‌دهد؛ در صورتی که شهاب سنگ‌ها معمولاً در هوای صاف رصد می‌شوند.

۲۶- ناظری یک تلسکوپ ۱۰ اینچی نیوتونی با نسبت کانونی  $f/5$  را به سمت مرکز خورشید، نشانه گرفته است. او از یک چشمی *Ultra Wide* ۶ میلی‌متر با میدان دید  $80^\circ$  استفاده می‌کند. قدر ظاهری ناحیه‌ای که در میدان دید مشاهده می‌شود چه قدر است؟ (هر اینچ ۲/۵۴ سانتی‌متر است.)

- |           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|
| (۱) -۲۶/۸ | (۲) -۲۶/۵ | (۳) -۲۶/۲ |
| (۴) -۲۵/۹ | (۵) -۲۵/۶ |           |

۲۷- کدام گزینه درست نیست؟

- (۱) میزان حساسیت پیکسل‌های یک *CCD* به نور، یکسان است
- (۲) خطای *CCD* در خواندن اعداد ثبت شده، مستقل از زمان نوردهی است.
- (۳) برخورد هر فوتون به صفحه‌ی *CCD*، ممکن است منجر به آزادسازی یک الکترون شود.
- (۴) میزان جریان تاریک با دمای *CCD* رابطه‌ی مستقیم دارد.
- (۵) بازدهی کوانتومی *CCD* به طول موج بستگی دارد.

۲۸- فرض کنید خورشید تماماً از هیدروژن و اکسیژن تشکیل شده باشد و منبع انرژی خورشید فقط سوختن این دو گاز یعنی واکنش  $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$  باشد. انرژی تولید شده در این واکنش در حدود  $10 \text{ eV}$  است. با این فرض، حداکثر عمر خورشید چند سال خواهد شد؟

- |            |               |            |
|------------|---------------|------------|
| (۱) $10^1$ | (۲) $10^3$    | (۳) $10^7$ |
| (۴) $10^9$ | (۵) $10^{11}$ |            |



۲۹- اگر چگالی فوتون‌ها را با  $\rho_r$  و ضریب مقیاس عالم را با  $a$  نشان دهیم، کدام رابطه درست است؟

$$\begin{array}{lll} (1) \quad \rho_r = \text{ثابت} & (2) \quad \rho_r \propto a^2 & (3) \quad \rho_r \propto a^{-3} \\ (4) \quad \rho_r \propto a^{-4} & (5) \quad \rho_r \propto a^{-1} & \end{array}$$

۳۰- کدام یک درباره‌ی چرخه‌ی ساروسی درست است؟

- (۱) چرخه‌ی ۱۸ سال و ۱۱ روزه‌ای برای پیش‌بینی گذرهای سیاره‌ی زهره است.
- (۲) چرخه‌ی ۱۸ سال و ۱۱ روزه‌ای است برای پیش‌بینی خورشیدگرفتگی‌های کلی که پس از هر دوره، گرفت دقیقاً در همان محل قبلی روی زمین رخ می‌دهد.
- (۳) چرخه‌ی ۱۸ سال و ۱۱ روزه‌ای است برای پیش‌بینی ماه‌گرفتگی‌های کلی که پس از هر دوره، گرفت دقیقاً در همان محل قبلی روی زمین رخ می‌دهد.
- (۴) چرخه‌ی ۱۸ سال و ۱۱ روزه‌ای است برای پیش‌بینی خورشیدگرفتگی‌ها و ماه‌گرفتگی‌های کلی که پس از هر دو دوره، گرفت دقیقاً در همان محل قبلی روی زمین رخ می‌دهد.
- (۵) چرخه‌ی ۱۸ سال و ۱۱ روزه‌ای است برای پیش‌بینی خورشیدگرفتگی‌ها و ماه‌گرفتگی‌های کلی که پس از هر سه دوره، گرفت دقیقاً در همان محل قبلی روی زمین رخ می‌دهد.

۳۱- می‌خواهیم آرایه‌ای از آشکارسازهای پرتوی گاما برای نقشه‌برداری از کیهان در این طول موج طراحی کنیم. کدام گزینه مناسب‌تر است؟

- (۱) به دلیل جذب پرتوهای گاما در جو زمین، این کار در هیچ نقطه‌ای از سطح زمین ممکن نیست.
- (۲) باید آرایه‌ها را در بستر اقیانوس نصب کنیم.
- (۳) بهتر است آرایه‌ها را در منطقه‌ای هم‌ارتفاع با دریاهاى آزاد، روی خشکی نصب کنیم.
- (۴) بهتر است آرایه‌ها را روی مرتفع‌ترین قله‌های ممکن نصب کنیم.
- (۵) بهتر است آرایه‌ها را در اعماق زمین نصب کنیم.

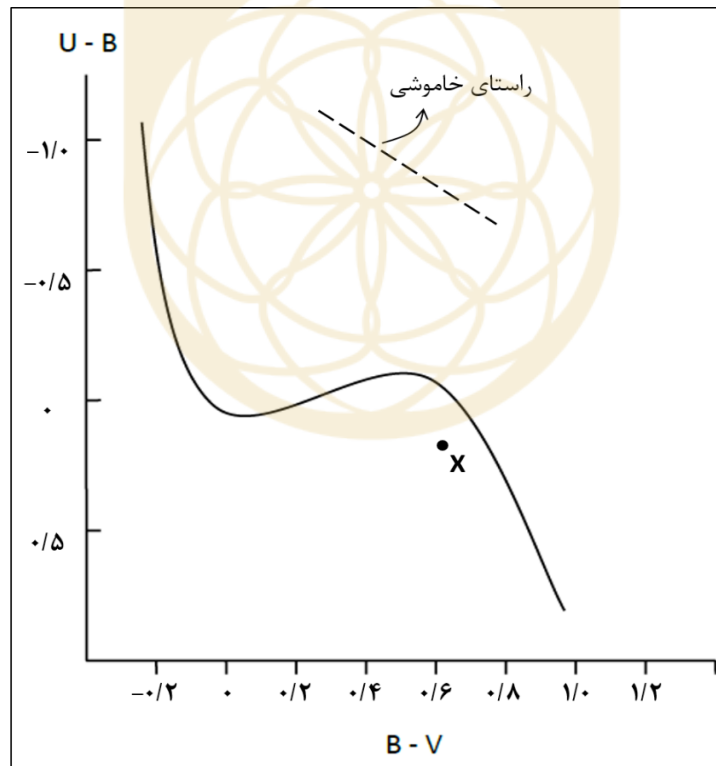
۳۲- ناظری در استوای زمین، ماهواره‌ای را همواره با میل  $0^\circ$  درجه در آسمان مشاهده می‌کند. زاویه ساعتی این ماهواره از دید ناظر همواره در بازه‌ی  $0^h$  تا  $30^h$  در نوسان است. خروج از مرکز این ماهواره چه قدر است؟

$$\begin{array}{lll} (1) \quad 0.01 & (2) \quad 0.02 & (3) \quad 0.03 \\ (4) \quad 0.04 & (5) \quad 0.05 & \end{array}$$

۳۳- بر اساس مشاهدات، *NGC 1700* کهکشانی با هسته‌ی نسبتاً تهی شده (*Partially Depleted Core*) است. قدر سطحی ناحیه‌ی مرکزی هسته‌ی این کهکشان  $\mu_{core} = 13/1$  قدر بر ثانیه‌ی قوسی مربع است. به منظور بررسی دقیق‌تر این کهکشان، نور دریافت شده در مساحتی *2dFGRS* از ناحیه‌ای به ضلع ۲ ثانیه‌ی قوسی حول مرکز، بررسی می‌شود. اگر فاصله‌ی این کهکشان از ما  $41/4$  Mpc باشد، چه تعداد ستاره در ناحیه‌ی مذکور وجود دارد؟

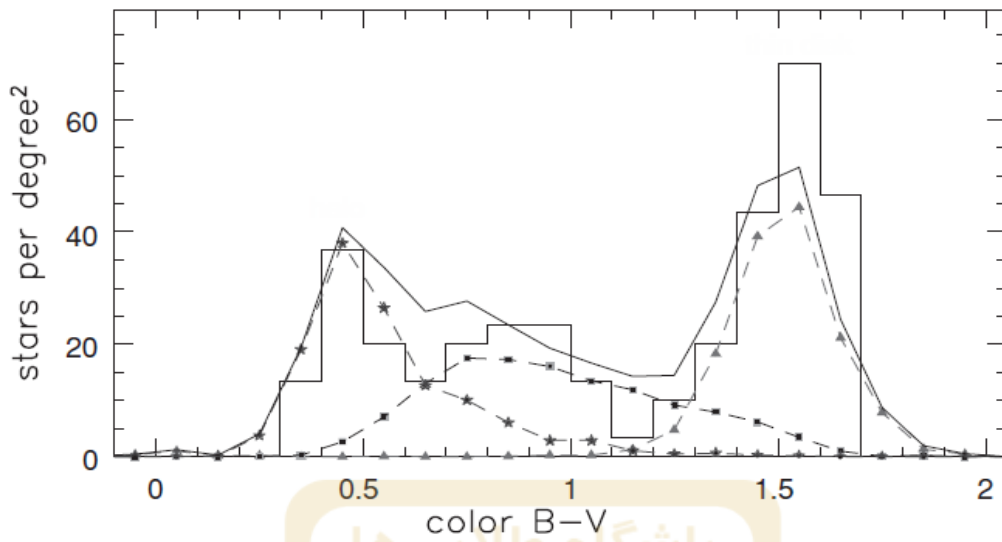
- (۱)  $3/0 \times 10^8$  (۲)  $1/5 \times 10^9$  (۳)  $3/0 \times 10^9$   
 (۴)  $1/5 \times 10^{10}$  (۵)  $3/0 \times 10^{10}$

۳۴- شکل زیر نمودار رنگ-رنگ را نشان می‌دهد که ستاره‌ی *X* از رده‌ی طیفی *B3* روی آن مشخص شده است. فزونی رنگ *EU-B* این ستاره چه قدر است؟

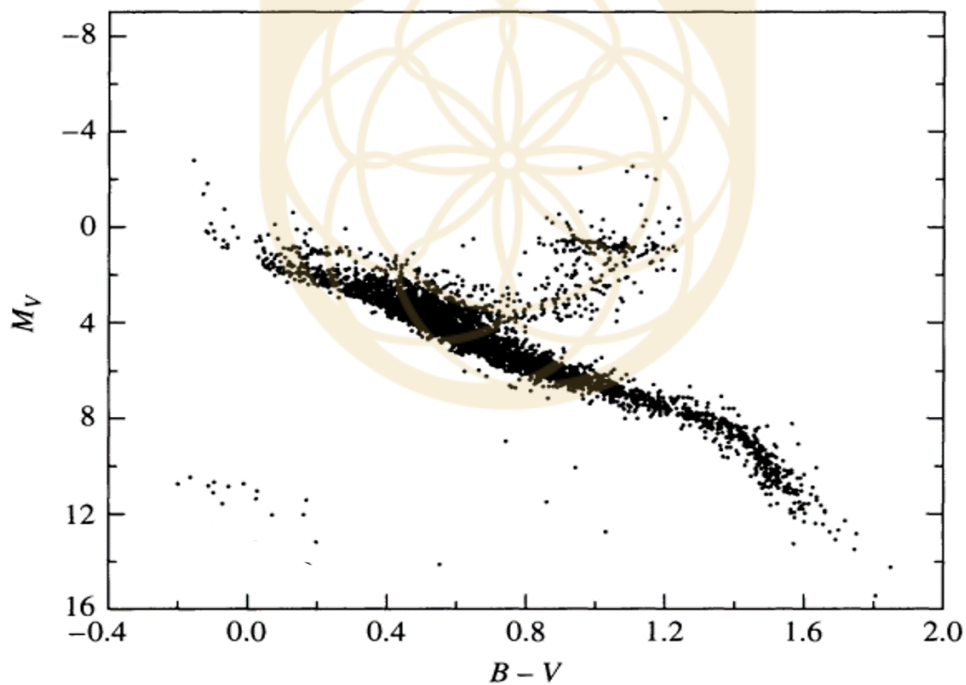


- (۱) ۰/۷ (۲) ۰/۲ (۳) ۰/۰  
 (۴) -۰/۲ (۵) -۰/۷

۳۵- نمودار زیر توزیع تعداد ستارگان دارای قدر ۱۹ تا ۲۰ در محدوده‌ی صورت فلکی گیسو را بر حسب رنگ نشان می‌دهد. این نمودار دارای ۲ قله است.



با توجه به اطلاعاتمان از ساختار کهکشان و نمودار  $H-R$  زیر، ستارگان قله‌ی قرمز متعلق به .....  
و ستارگان قله‌ی آبی متعلق به ..... هستند.



- |                                 |                                     |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| (۱) دیسک کهکشان - هاله‌ی کهکشان | (۲) هاله‌ی کهکشان - کهکشان آندرومدا |
| (۳) مرکز کهکشان - دیسک کهکشان   | (۴) دیسک کهکشان - مرکز کهکشان       |
| (۵) مرکز کهکشان - هاله‌ی کهکشان |                                     |

