

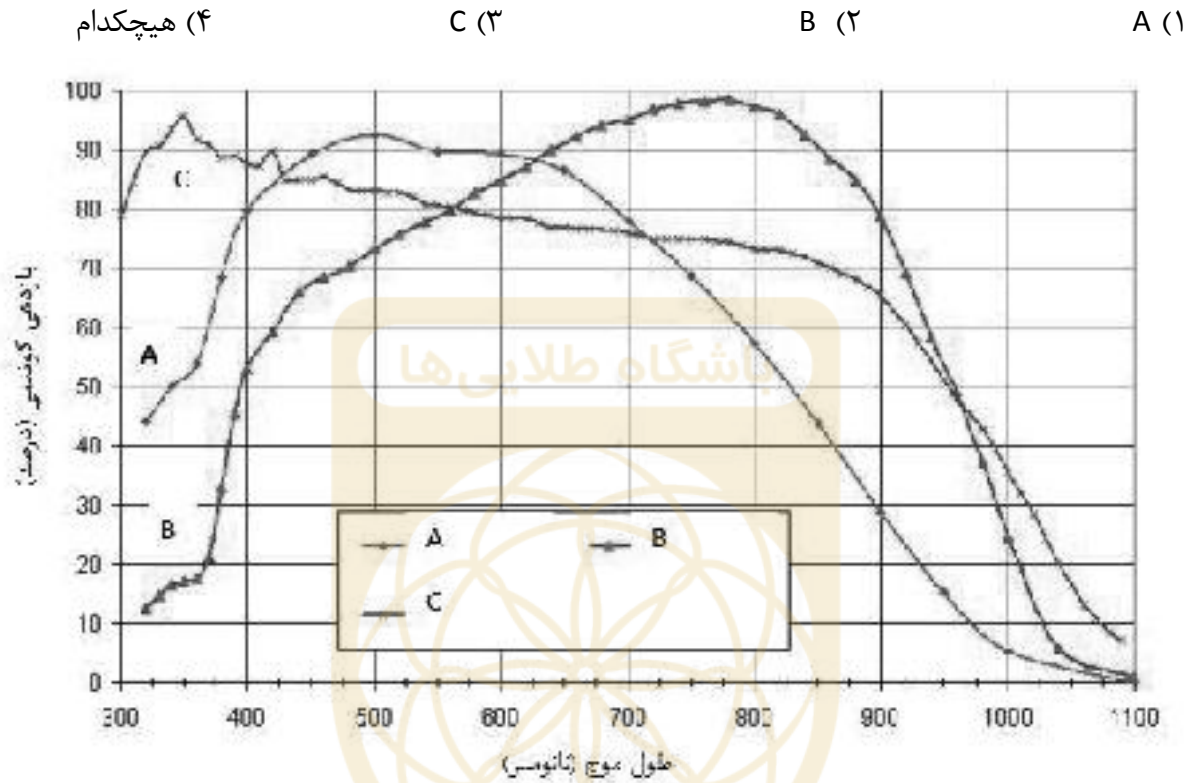
## ثوابت نجومی و فیزیکی

$6.67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$	ثابت جهانی گرانش	$G$
$5.67 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-4}$	ثابت استفان بولتزمن	$\sigma$
$1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$	ثابت بولتزمن	$k_B$
$6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$	ثابت پلانک	$h$
$1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$	بار الکترون	$e$
$3.00 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$	سرعت نور	$c$
$3.09 \times 10^{16} \text{ m}$	پارسک	$pc$
$1.50 \times 10^{11} \text{ m}$	واحد نجومی	$AU$
$9.46 \times 10^{15} \text{ m}$	سال نوری	$Ly$
$6.96 \times 10^8 \text{ m}$	شعاع خورشید	$R_{sun}$
$1.99 \times 10^{30} \text{ kg}$	جرم خورشید	$M_{sun}$
$6.38 \times 10^6 \text{ m}$	شعاع زمین	$R_{earth}$
$5.97 \times 10^{24} \text{ kg}$	جرم زمین	$M_{earth}$
$3.85 \times 10^{26} \text{ W}$	درخشندگی خورشید	$L_{sun}$
۴,۷۲	قدر مطلق بولومتریک خورشید	
-۲۶,۷	قدر ظاهری خورشید	$m_{sun}$
$1.37 \times 10^3 \text{ Wm}^{-2}$	ثابت خورشیدی	$f_{sun}$
$67.80 \text{ (km/s)/ Mpc}$	ثابت هابل	$H_0$



توجه: تعداد ۳۵ سوال در ۱۰ صفحه تنظیم شده که پیشنهاد می‌شود پیش از شروع، آن را دقیقاً واریسی نمایید.

۱- در طیف نگارهای امروزی از CCD برای ثبت طیف استفاده می‌شود. برای اندازه‌گیری پهنای خطوط جذبی کلسیم سه گانه (۸۶۶۲، ۸۵۴۲ و ۸۴۹۸ آنگسترم)، که منحنی بازدهی آنها داده شده است، کدام یک از CCD های زیر مناسب تر است؟



۲- فرض کنید تلسکوپ فضایی هابل با توان تفکیک  $0.1$  (یک دهم) ثانیه قوسی در مدار دایره‌ای حول زمین می‌گردد. در صورتی که این تلسکوپ به سمت زمین نشانه رود قدرت تفکیک آن برای اجسام روی سطح زمین، بدون در نظر گرفتن اثر جو، به کدام گزینه نزدیک تر است؟ این تلسکوپ دارای دوره دوران ۹۷ دقیقه حول زمین است. برای سایر مقادیر مورد نیاز به جدول ثابت‌ها مراجعه کنید.

(۱) ۱۶ متر                      (۲) ۱٫۶ متر                      (۳) ۳۰ سانتی متر                      (۴) ۱۳ سانتی متر

۳- کدام یک از اجرام زیر در کمترین فاصله از ما قرار دارند؟

(۱) کهکشان امرهء المسلسله (آندرومدا)

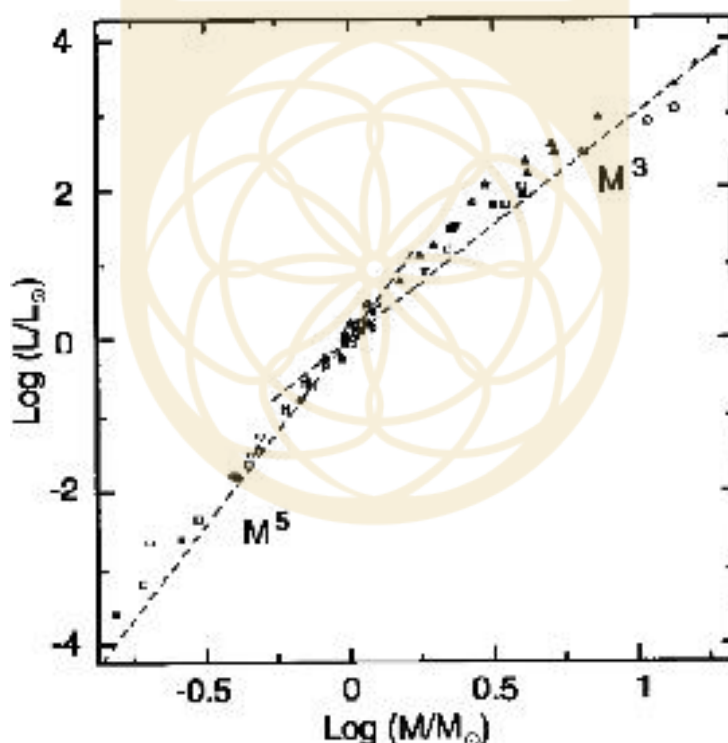
(۲) کهکشان ابر ماژلانی بزرگ (LMC)

(۳) خوشه ی کهکشانی گیسو

(۴) خوشه ی کهکشانی سنبله

۴- با استفاده از نمودار زیر مشخص کنید که عمر یک ستاره به جرم  $0.3$  جرم خورشید به کدام گزینه نزدیکتر است؟

(۱) عمر خورشید (۲)  $10$  عمر خورشید (۳)  $100$  عمر خورشید (۴)  $1000$  عمر خورشید



۵- فرض کنید به دلیل جذب میان ستاره‌ای، از هر  $10^{12}$  فوتون ساطع شده از مرکز کهکشان راه شیری فقط  $1$  فوتون قادر است به زمین برسد. حد قدری تلسکوپ فضایی هابل  $m=29$  است. حداقل قطر این تلسکوپ چند متر باید باشد تا بتوانیم به کمک آن ستاره‌ای مانند خورشید را در مرکز کهکشان رصد کنیم؟

(۱)  $1$  متر (۲)  $10^2$  متر (۳)  $10^4$  متر (۴)  $10^6$  متر

۶- فرض کنید در لحظه‌ی تولد شخصی در کره‌ی زمین یک انفجار ابرنواختری در نقطه‌ای از فضا رخ داده باشد. برآورد کنید که حداکثر فاصله‌ی این ابرنواختر از ما چقدر باید باشد تا این شخص قبل از مرگ خود موفق به دیدن این ابرنواختر شود؟

(۱) ۳۰ پارسک (۲) ۹۰ پارسک (۳) ۱۸۰ پارسک (۴) ۹۰۰ پارسک

۷- گنبد یک رصدخانه در عرض جغرافیایی ۳۵ درجه به شکلی است که فقط ستاره‌هایی که ارتفاع بیش از ۵۰ درجه دارند و سمتشان در بازه‌ی  $[-25^\circ, 25^\circ]$  است را می‌تواند رصد کند.  $P(\delta)$  احتمال رصد یک ستاره با میل  $\delta$  در این رصدخانه است. بیش‌ترین مقدار  $P(\delta)$  چند درصد است؟

(۱) ۲۴ (۲) ۲۹ (۳) ۳۳ (۴) ۵۰

۸- یک تلسکوپ ۳٫۵ متری دارای نسبت کانونی آینه اصلی ۱٫۵ است. نسبت کانونی در خروجی کاسگرین این تلسکوپ ۱۱ است. مقیاس تصویر این تلسکوپ در خروجی کاسگرین چند ثانیه قوسی بر میلی‌متر است؟

(۱) ۵۹ (۲) ۳۹ (۳) ۷ (۴) ۵٫۴

۹- شکل زیر برخورد دو کهکشان را نشان می‌دهد. انرژی پتانسیل گرانشی این زوج برخوردی تقریباً چند ژول است؟



(۱)  $10^{37}$  (۲)  $10^{44}$  (۳)  $10^{52}$  (۴)  $10^{61}$

۱۰- نسبت جرم زمین به جرم کوه دماوند به کدام گزینه نزدیکتر است؟

- ۱)  $10^{10}$  (۱)      ۲)  $10^{13}$  (۲)      ۳)  $10^{16}$  (۳)      ۴)  $10^{20}$  (۴)

۱۱- روشنایی سطحی یک شیء نورانی، مقدار نوری است که ناظر در هر ثانیه‌ی قوسی مربع و از آن شیء دریافت می‌کند. نسبت روشنایی سطحی خورشید در فاصله‌ی ۱۰ پارسک به روشنایی سطحی آن در فاصله‌ی ۱۰۰ پارسک چقدر است؟

- ۱) ۰٫۱ (۱)      ۲) ۱ (۲)      ۳) ۱۰ (۳)      ۴) ۱۰۰ (۴)

۱۲- چگالی متوسط دو ستاره‌ی متغیر قیفاووسی  $\rho_1$  و  $\rho_2 = 4\rho_1$  است. نسبت دوره تناوب تغییرات شدت روشنایی آنها،  $\frac{T_1}{T_2}$  کدام است؟

- ۱) ۰٫۲۵ (۱)      ۲) ۰٫۵ (۲)      ۳) ۲ (۳)      ۴) ۴ (۴)

۱۳- تلسکوپ با تفکیک زاویه‌ای  $0.1$  ثانیه‌ی قوسی را روی سطح مریخ نصب می‌کنیم. تعداد تقریبی ستاره‌هایی که به روش اختلاف منظر توسط این تلسکوپ فاصله‌یابی می‌شوند چند برابر حالتی است که این تلسکوپ روی زمین نصب شده باشد؟

- ۱) ۱ (۱)      ۲) ۲ (۲)      ۳) ۴ (۳)      ۴) ۶ (۴)

۱۴- اخترفیزیک‌دانان با بررسی خطوط جذبی و گسیلی یک پوسته‌ی نازک گازی که از سطح یک ستاره جدا شده و پیرامون آن با تقارن کروی در حال انبساط است، به این نتیجه رسیدند که بیشینه‌ی آبی‌گرایی در خطوط جذبی تقریباً  $1/1$  برابر بیشینه‌ی قرمزگرایی در خطوط گسیلی است. اگر فرض کنیم که این ستاره نسبت به زمین سرعت شعاعی ندارد، شعاع پوسته‌ی گازی چند برابر شعاع ستاره است؟

- ۱) ۱ (۱)      ۲) ۰٫۶ (۲)      ۳) ۲٫۱ (۳)      ۴) ۲٫۴ (۴)

۱۵- دو ستاره ی روشن  $\alpha$  و  $\beta$  در دو گوشه مخالف از سحابی جبار قرار دارند. مختصات آنها عبارتند از :

میل	بعد		
۷ درجه ۲۴ دقیقه ۲۵٫۴ ثانیه	۵ ساعت ۵۵ دقیقه ۱۰٫۳ ثانیه	$\alpha$	
۸- درجه ۱۲ دقیقه ۵٫۹ ثانیه	۵ ساعت ۱۴ دقیقه ۳۲٫۲ ثانیه	$\beta$	

با فرض اینکه این دو ستاره در فاصله‌ای حدود ۲۰۰ پارسک از ما قرار دارند جدایی زاویه‌ای و فاصله جدایی آنها از هم به ترتیب کدام گزینه‌اند؟

(۱) ۱۸٫۵ درجه، ۶۵ پارسک

(۲) ۲۲٫۶ درجه، ۷۸ پارسک

(۳) ۱۲٫۸ درجه، ۴۴ پارسک

(۴) ۸٫۸ درجه، ۳۶ پارسک

۱۶- یک ابر ملکولی عظیم کروی با ابعاد حدود ۲۰ سال نوری را در نظر بگیرید. دمای این ابر ۵۰ کلوین و چگالی عددی آن یکنواخت و برابر با ۱۰۰۰۰ ذره بر سانتی متر مکعب است. وزن ملکولی میانگین این ابر ۰٫۷۷ است. نسبت انرژی جنبشی کل این ابر به انرژی پتانسیل به کدام عدد نزدیک‌تر است؟

(۱) ۰٫۵

(۲) ۰٫۱

(۳) ۰٫۰۲

(۴) ۰٫۰۰۲

۱۷- در نورسنجی با CCD عموماً ۴ دسته تصویر ثبت می‌شود. تصویر زمینه (Bias)، تصویر میدان تخت (flat field)، تصویر تاریک (Dark) و تصویر هدف یا علمی (Science). کدام گزینه صحیح نیست؟

(۱) تصویر زمینه تصویری است با زمان نوردهی صفر ثانیه.

(۲) پرتو کیهانی می‌تواند بر روی تصاویر تخت تاثیر بگذارد.

(۳) تصویر تاریک داری زمان نور دهی صفر است.

(۴) تصویر تخت برای از بین بردن حساسیت متفاوت پیکسل های CCD به نور ثبت می‌شود.

۱۸- در مورد کوتوله‌های سفید کدام یک از موارد زیر نادرست است؟

(۱) عامل نگه دارنده‌ی کوتوله‌ی سفید در برابر گرانش، فشار کوانتومی (تبهگنی الکترون‌ها) است.

(۲) کوتوله‌های سفید با جرم بیشتر، شعاع کوچکتری دارند.

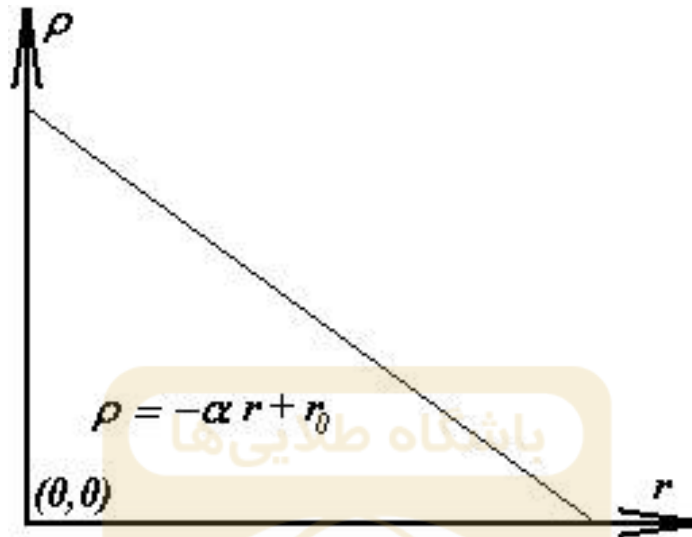
(۳) انتقال انرژی در کوتوله‌ی سفید غالباً از طریق همرفت صورت می‌گیرد.

(۴) درخشندگی کوتوله‌ی سفید به مرور زمان کاهش می‌یابد.

کد ۱، صفحه ۵ از ۱۰

۱۹- اگر تابع توزیع چگالی بر حسب شعاع به صورت نشان داده شده در شکل زیر باشد؛ در مورد انرژی خود گرانش (U)، کدام گزینه درست است؟

- (۱)  $U > 3GM^2/5R$     (۲)  $3GM^2/5R$     (۳)  $U < 3GM^2/5R$     (۴) اطلاعات مسئله کافی نیست.



۲۰- تقریباً چند درصد از سطح زمین نمی‌تواند از ماهواره‌های مخابراتی ثابت (نسبت به ناظر زمینی) GEO اطلاعات دریافت کند؟

- (۱) صفر    (۲) ۱    (۳) ۵٫۱    (۴) ۸٫۷

۲۱- امروزه تعداد زیادی از سیارات فراخورشیدی، از روی تلوتلو خوردن ستارگان میزبانشان (حرکت ستاره میزبان و سیاره حول مرکز جرم مشترکشان) قابل آشکارسازی هستند. دوره تناوب تلوتلو خوردن خورشید از دید یک ناظر فرا زمینی چقدر است؟

- (۱) ۲۷ روز    (۲) ۱ سال    (۳) ۵٫۲ سال    (۴) ۱۲ سال

۲۲- ستاره‌ای به جرم ۵ برابر جرم خورشید را در نظر بگیرید. اگر کاهش جرم ستاره‌ای صرفاً ناشی از درخشندگی آن باشد؛ این ستاره در پایان عمر خود تقریباً چند درصد از جرم خود را از دست داده است؟

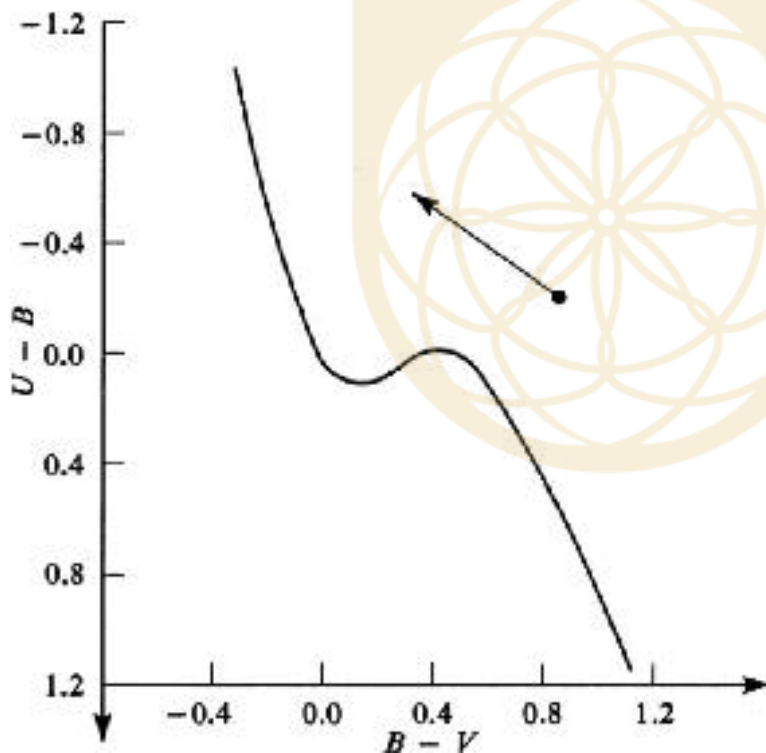
- (۱) ۰٫۰۱    (۲) ۰٫۱    (۳) ۱    (۴) ۱۰

۲۳- دو ماهواره  $A$  و  $B$  با دوره‌ی تناوب ۲۴ ساعت حول زمین در یک جهت دوران می‌کنند. صفحه‌ی مداری ماهواره‌ی  $A$  منطبق بر صفحه‌ی استوای زمین است و صفحه‌ی ماهواره‌ی  $B$  به اندازه‌ی زاویه‌ی  $i = 60^\circ$  نسبت به صفحه‌ی استوای زمین تمایل دارد. در  $t = 0$  این دو ماهواره در گره صعودی ماهواره‌ی  $B$  قرار دارند. زمانی را که برای اولین بار اختلاف طول جغرافیایی این دو ماهواره  $(|l_A - l_B|)$  بیشینه می‌شود را با  $t_l$  و زمانی را که برای اولین بار اختلاف عرض جغرافیایی این دو ماهواره  $(|\varphi_A - \varphi_B|)$  بیشینه می‌شود را با  $t_\varphi$  نشان می‌دهیم. مقدار  $|t_\varphi - t_l|$  چند ساعت است؟

- ۱) ۱٫۲۰ (۲) ۲٫۳۵ (۳) ۳٫۶۵ (۴) ۴٫۸۰

۲۴- ستاره‌ای دارای رنگ  $B-V = 0.2$  و  $U-B = -0.1$  است. فزونی رنگ  $E_{B-V}$  آن چقدر است؟

- ۱) ۰٫۱۰ (۲) ۰٫۲۰ (۳) ۰٫۳۵ (۴) ۰٫۵۰



۲۵- ابیراهی رنگی در کدام یک از تلسکوپ‌های زیر جدی‌تر است؟

- ۱) نیوتونی (۲) کاسگرین (۳) شکستی (۴) اشمیت-کاسگرین



۲۶- رصد آسمان در کدام بخش از طیف الکترومغناطیس از روی سطح زمین امکان پذیر نیست؟

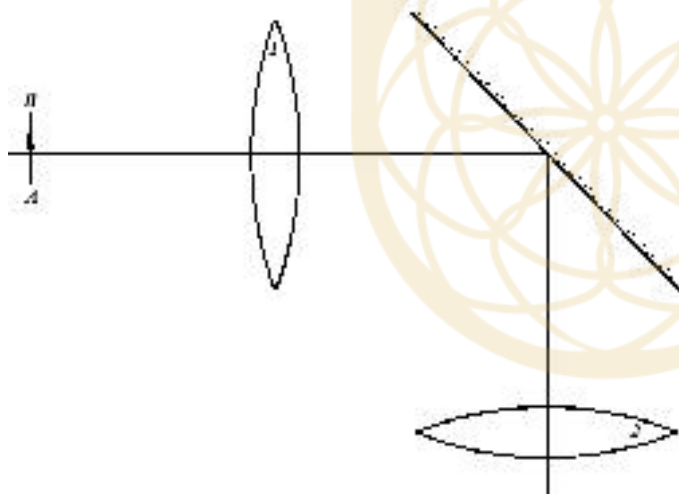
- (۱) مادون قرمز (۲) فرابنفش نزدیک (۳) رادیویی (۴) پرتو X

۲۷- کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) همسانگردی لزوماً باعث ایجاد همگنی در کیهان قابل مشاهده نمی شود.  
 (۲) رصدهای دو دهه‌ی گذشته نشان داد که کیهان در حال انبساط تند شونده است.  
 (۳) عامل انبساط کیهان وجود انرژی تاریک است.  
 (۴) ثابت هابل در زمان‌های گذشته تغییر کرده است.

### باشگاه طلایی‌ها

۲۸- در شکل زیر تصویر A'B' در کجا و در چه جهتی تشکیل خواهد شد؟ (جسم AB و تقاطع محور اپتیکی با آینه، روی کانون عدسی‌ها قرار گرفته‌اند)



- (۱) بینهایت، چپ به راست  
 (۲) بینهایت، راست به چپ  
 (۳) کانون عدسی ۲، چپ به راست  
 (۴) کانون عدسی ۲، راست به چپ

۲۹- بهترین توان تفکیک تلسکوپ‌های زمینی ۰٫۰۰۱ ثانیه قوسی است. در این صورت تا چه فاصله‌ای را می‌توان (بر حسب پارسک) با استفاده از روش اختلاف منظر با خطای کمتر از ۱۰٪ فاصله یابی کرد؟

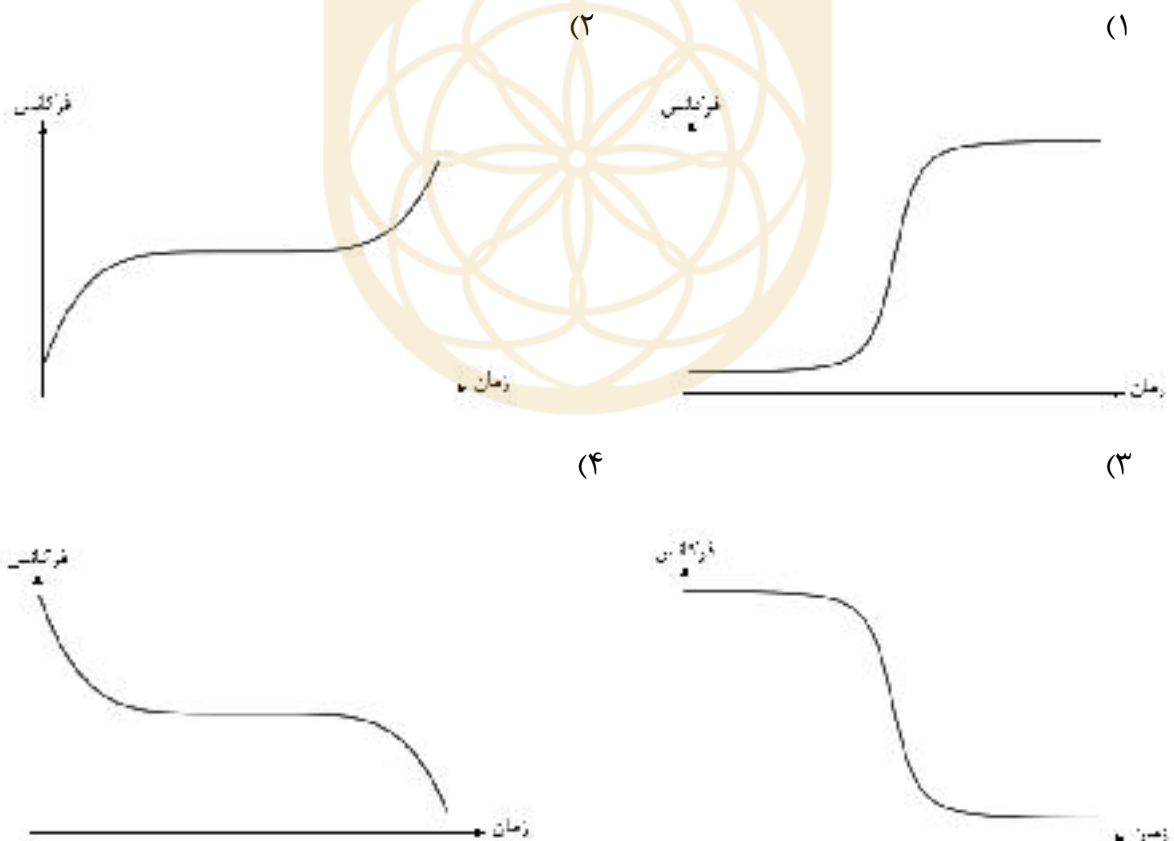
- (۱) ۱۰۰۰ (۲) ۱۱۰۰ (۳) ۹۹۰ (۴) ۱۰۰

۳۰- قله‌های دماوند و کرکس به ترتیب با اطلاعات زیر داده می‌شوند. کوهنوردی که روی قله‌ی کرکس می‌ایستد، قله‌ی دماوند را تحت چه شرایطی مشاهده می‌کند؟

ارتفاع	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	
دماوند ۵۶۷۱	۵۲ درجه ۶ دقیقه ۳۳ ثانیه	۳۵ درجه ۵۷ دقیقه ۱۹ ثانیه	
کرکس ۳۸۹۵	۵۱ درجه ۴۸ دقیقه	۳۳ درجه ۲۷ دقیقه ۲۱ ثانیه	

- (۱) مشاهده نمی‌کند (زیر افق ناظر است)      (۲) مماس بر افق ناظر است  
(۳) ۱ درجه بالای افق ناظر است      (۴) بیش از ۲ درجه بالای افق ناظر است

۳۱- ماهواره‌ای با دوره‌ی تناوبی بسیار کوچکتر از دوره‌ی تناوب چرخشی زمین، در مداری دایروی و در صفحه‌ی استوا در حال گردش است. این ماهواره برای ارتباط با ایستگاه زمینی از موج رادیویی تک‌فرکانسی استفاده می‌کند. کدام یک از نمودارهای زیر، فرکانس موج دریافتی از ماهواره در ایستگاهی روی استوا را بر حسب زمان نشان می‌دهد؟ محور افقی، زمان را از هنگام طلوع تا غروب ماهواره نمایش می‌دهد.



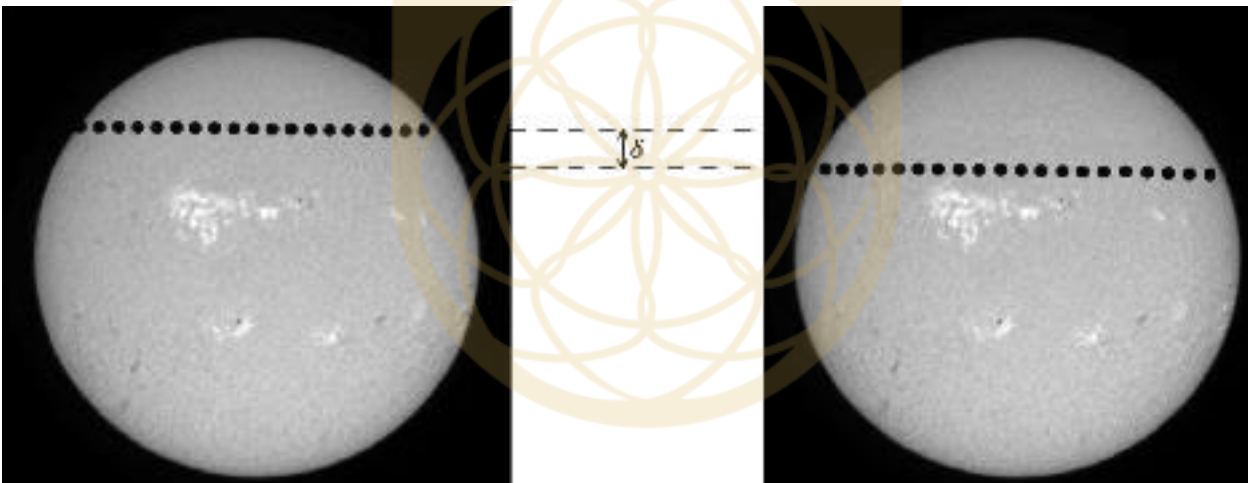
۳۲- اگر زمان نوردی دو برابر شود، ستاره‌ای با چند قدر بیشتر توسط یک CCD قابل آشکارسازی است؟

- (۱) ۰٫۲۵      (۲) ۰٫۷۵      (۳) ۱٫۵      (۴) ۲

۳۳- دو فضاپیما در یک مدار سهموی حول خورشید در یک جهت حرکت می‌کنند. هنگامی که این دو در وضعیت مقابله قرار گرفتند، یکی از فضاپیماها از وجود یک سیارک، در جهت حرکتش خبر می‌دهد. فضاپیمای دیگر نیز در همان لحظه، وجود این سیارک را تأیید کرده و جهت رؤیت آن را خلاف جهت حرکت خود اعلام می‌کند. اگر در آن لحظه،  $\theta$  جدایی زاویه‌ای این دو فضاپیما از دید سیارک باشد؛ کدام گزینه درباره‌ی این زاویه همواره صحیح است؟

- (۱)  $\theta = 90^\circ$       (۲)  $\theta < 90^\circ$       (۳)  $\theta > 90^\circ$       (۴) هر مقداری می‌تواند داشته باشد.

۳۴- دو منجم آماتور به هنگام گذر زهره‌ی سال ۹۱ از آن عکس‌هایی تهیه کرده‌اند. حداکثر اختلاف زاویه‌ای مسیر حرکت زهره بر روی قرص خورشید از دید این دو ناظر ( $\delta$ ) حدود چند دقیقه‌ی قوس می‌تواند باشد؟



- (۱) ۰٫۴      (۲) ۰٫۸      (۳) ۱٫۲      (۴) ۱٫۶

نیم قطر اطول مدار زهره  $a_{Venus} = 0.723 AU$

۳۵- فاصله‌ی سه شهر A، B و C از یکدیگر ۲۵۰۰ کیلومتر است. چه کسری از نقاط سطح کره‌ی زمین به شهر A نزدیک‌تر است تا به شهر B و نیز به شهر B نزدیک‌تر است تا به شهر C؟

- (۱)  $\frac{1}{2}$       (۲)  $\frac{1}{3}$       (۳)  $\frac{1}{6}$       (۴)  $\frac{1}{12}$