باسمه تعالی

وزارت آموزش و پرورش

باشگاه دانش پژوهان جوان

مبارزه‌ی علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست و جو و کشف واقعیت‌هاست. «امام خمینی (ره)»

دفترچه سوالات

هفتمین المپیاد نجوم واخترفیزیک کشور

مرحله‌ی اول

۷ بهمن ماه ۱۳۸۹ (۱٤:۰۰ تا ۱۸:۰۰)

مدت آزمون : ۲٤۰ دقیقه | **کد دفترچه‌ی سوالات : ۳**

تذکرات :

ضمن آرزوی موفقیت برای شما داوطلب گرامی، خواهشمند است به موارد زیر دقیقاً توجه کنید.

۱) کد برگه‌ی سوالات شما **۳** است. این کد را در محل مربوط روی پاسخ‌نامه بنویسید. در غیر این صورت پاسخ‌نامه‌ی شما **تصحیح نخواهد شد**. توجه داشته باشید کد برگه‌ی سوالات شما که در زیر هر یک از صفحه‌های این دفترچه نوشته شده است، با کد اصلی که در همین صفحه است یکی باشد.

۲) این آزمون ۳۹ سوال چند گزینه‌ای و ۸ مسئله‌ی کوتاه دارد و وقت آن ۲۴۰ دقیقه است.

۳) در بخش چند گزینه ای جواب غلط نمره منفی دارد. نمره پاسخ درست و غلط در گوشه سمت چپ هر سوال چاپ شده است. مسئله های کوتاه نمره منفی ندارند و هر پاسخ صحیح ۱۲ نمره مثبت دارد.

۴)مشخصات خواسته شده را «**به طور کامل**» روی برگه‌ی پاسخ‌نامه بنویسید. در صورت کامل نبودن اطلاعات خواسته شده، یا غلط بودن آن‌ها پاسخ‌نامه‌ی شما تصحیح نخواهد شد.

۵) **همراه داشتن** تلفن همراه مجاز نیست. اگر دارید در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید تا آن را تحویل بگیرد. در غیر این صورت **حتی اگر از آن استفاده نکنید** تقلب محسوب خواهد شد. **استفاده از ماشین حساب مهندسی که قابل برنامه ریزی نیست ، مجاز است.**

۶)استفاده از جدول‌های نجومی، تقویم‌های نجومی، اطلس‌ها و آلماناک‌ها به هر شکل که باشند، مجاز نیست.

۷)برگه‌ی پاسخ‌نامه را دستگاه تصحیح می‌کند، پس آن را تا نکنید و تمیز نگه دارید.

۸) نتیجه‌ی این آزمون اواخر اسفندماه اعلام خواهد شد.

۹)پس ازپایان آزمون می توانیددفترچه ی سوالات راهمراه خودببرید.

کلیه‌ی حقوق این سوالات برای باشگاه دانش پژوهان جوان محفوظ است.

FIAOT.Blogspot.com

صفحه‌ی شماره‌ی ۱

کد برگه‌ی سوال: سه

ثوابت فیزیکی و نجومی

G	ثابت جهانی گرانش	$۶/۶۷ \times ۱۰^{-۱۱}$	$m^{۳}kg^{-۱}s^{-۲}$
σ	ثابت استفان بولتزمن	$۵/۶۷ \times ۱۰^{-۸}$	$Wm^{-۲}K^{-۴}$
	ثابت پلانک	$۶/۶۳ \times ۱۰^{-۳۴}$	Js
c	سرعت نور	۳×۱۰^{۸}	$ms^{-۱}$
	سال نجومی	۳۶۵/۲۶	$days$
pc	پارسک	$۳/۰۹ \times ۱۰^{۱۶}$	m
Au	واحد نجومی	$۱/۵۰ \times ۱۰^{۱۱}$	m
Ly	سال نوری	$۹/۴۶ \times ۱۰^{۱۵}$	m
$R_\odot$	شعاع خورشید	$۶/۹۶ \times ۱۰^{۸}$	m
$R_\oplus$	شعاع زمین	$۶/۳۸ \times ۱۰^{۶}$	m
	شعاع مشتری در استوا	$۷/۱۵ \times ۱۰^{۷}$	m
	شعاع ماه	$۱/۷۴ \times ۱۰^{۶}$	m
	شعاع مداری ماه	$۳/۸۴ \times ۱۰^{۸}$	m
$M_\odot$	جرم خورشید	$۱/۹۹ \times ۱۰^{۳۰}$	kg
$M_\oplus$	جرم زمین	$۵/۹۷ \times ۱۰^{۲۴}$	kg
	جرم مشتری	$۱/۹۰ \times ۱۰^{۲۷}$	kg
$T_\odot$	دمای خورشید	$۵/۷۹ \times ۱۰^{۳}$	K
$L_\odot$	درخشندگی خورشید	$۳/۸۵ \times ۱۰^{۲۶}$	W
	ثابت خورشیدی	$۱/۳۷ \times ۱۰^{۳}$	$Wm^{-۲}$
	قدر مطلق بولومتریک خورشید	۴/۷۲	
$m_\odot$	قدر ظاهری خورشید	−۲۶/۸	
	قدر ظاهری ماه بدر	−۱۲/۷	
	عمر خورشید	$۱۰^{۱۰}$	years
H_o	ثابت هابل	۷۰	$Kms^{-۱}\ Mpc^{-۱}$

FIAOT.Blogspot.com

کد برگه‌ی سوال: سه

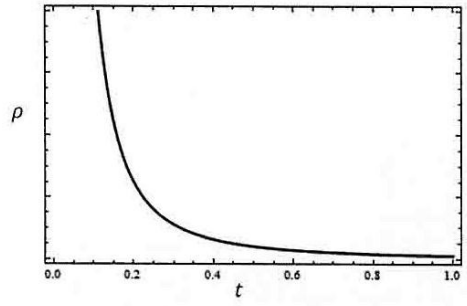
صفحه‌ی شماره‌ی ۲

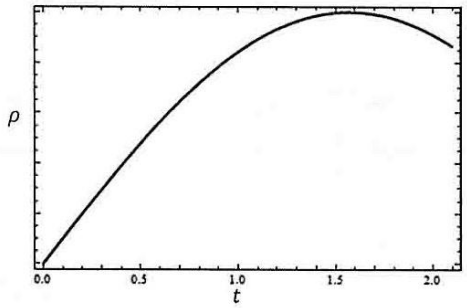
۱. اگر در دوره‌ای از تحول کیهان، عالم عمدتاً از ماده‌ی غیر نسبیتی تشکیل شده باشد، نمودار چگالی عالم با زمان، کدام گزینه است؟ فرض کنید ضریب مقیاس a ،که معیاری از شعاع عالم است، در آن دوران، با زمان رابطه زیر را دارد:

(۴, −۱)

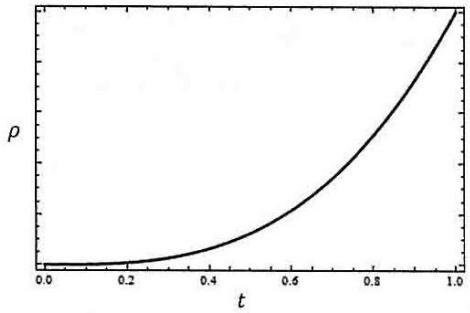
$$a \propto t^{\frac{2}{3}}$$

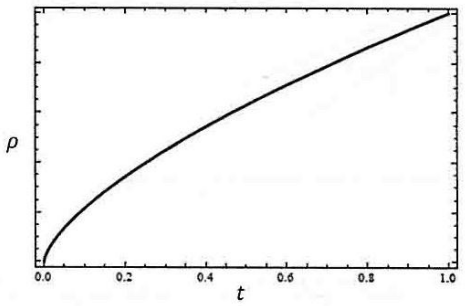
الف) ب)



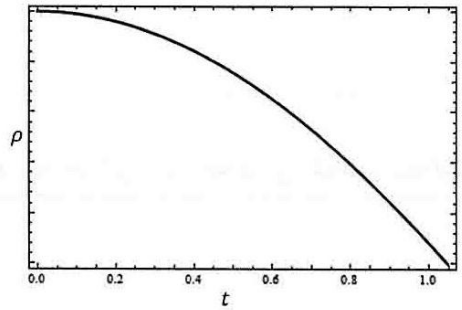


ج) د)





ه)



---

۲. انحنای زمین ارسال امواج رادیویی را بین آنتن‌های زمینی در فواصل طولانی محدود می‌کند. برای ارسال امواج رادیویی به فواصل طولانی‌تر، از یکی از لایه‌های جو به نام یون‌سپهر استفاده می‌شود. بدین‌ترتیب که آنتن فرستنده، امواج رادیویی را به سوی یون‌سپهر ارسال می‌کند. این امواج پس از برخورد به یون‌سپهر به سمت زمین بازتاب می‌شوند و به آنتن گیرنده می‌رسند. با فرض آن‌که بازتاب از یون‌سپهر به صورت منظم باشد و فقط از یک بار بازتابش استفاده کنیم، بیش‌ترین فاصله‌ی دو آنتن گیرنده و فرستنده در روی زمین چه قدر می‌تواند باشد؟ (ارتفاع لایه‌ی بازتاب کننده یون‌سپهر را $۱۱۰\ km$ در نظر بگیرید و از ارتفاع آنتن-های رادیویی صرف‌نظر کنید)

(۳, −۱)

الف) $۱۳۰۰\ km$ ب) $۳۵۰۰\ km$ ج) $۱۷۰۰\ km$ د) $۲۴۰۰\ km$

FIAOT.Blogspot.com

صفحه‌ی شماره‌ی ۳

کد برگه‌ی سوال: سه

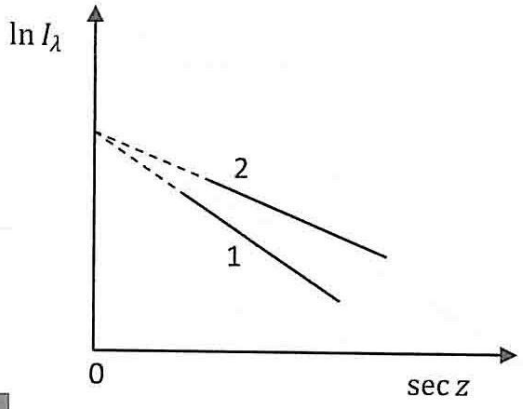
۳. ابوریحان بیرونی در انتهای کتاب «اُسطرلاب»، فصلی در خصوص محاسبه‌ی محیط زمین دارد. او در این فصل روشی را معرفی می‌کند که در آن با استفاده از میزان افت افق (مقدار پایین آمدن افق نسبت به حالت عادی) می‌توان شعاع زمین را محاسبه کرد. او پس از معرفی این روش از بلندترین کوهی که بر روی زمیـــن قرار دارد نام می‌برد و می‌گوید: « محاسبه نشان می‌دهد که مقدار افت افق بر قله‌ی کوهی به این بلندی، باید تقریباً سه درجه باشد و در مسائلی از این دست، باید به تجربه و امتحان متوسل شد وکامیابی جز از جانب خداوندِ توانایِ دانا نیست.» با توجه به این گفته‌ی ابوریحان، او ارتفاع بلندترین کوه را چقدر تصور می‌کرده است؟

(۵, −۱)

الف) ۳۰۰۰ متر ب) ۹۰۰۰ متر ج) ۲۰ کیلومتر

د) ۵۰ کیلومتر ه) ۹۰ کیلومتر و) ۳۰۰ کیلومتر

۴. لگاریتم شدت روشنایی بر حسب $\sec z$ که z فاصله سمت الراسی است، برای ستاره‌ی ۱ توسط ناظر ۱ ثبت شده است. همین داده‌ها برای ستاره‌ی ۲ توسط ناظر ۲ در مکان دیگری نیز ثبت شده و منحنی‌های آنها در نمودار زیر داده شده است. کدامیک از گزینه‌های زیر درست است؟



(۳, −۱)

الف) ضریب جذب در جو زمین برای ناظر ۱ کوچکتر از ضریب جذب در جو برای ناظر ۲ است.

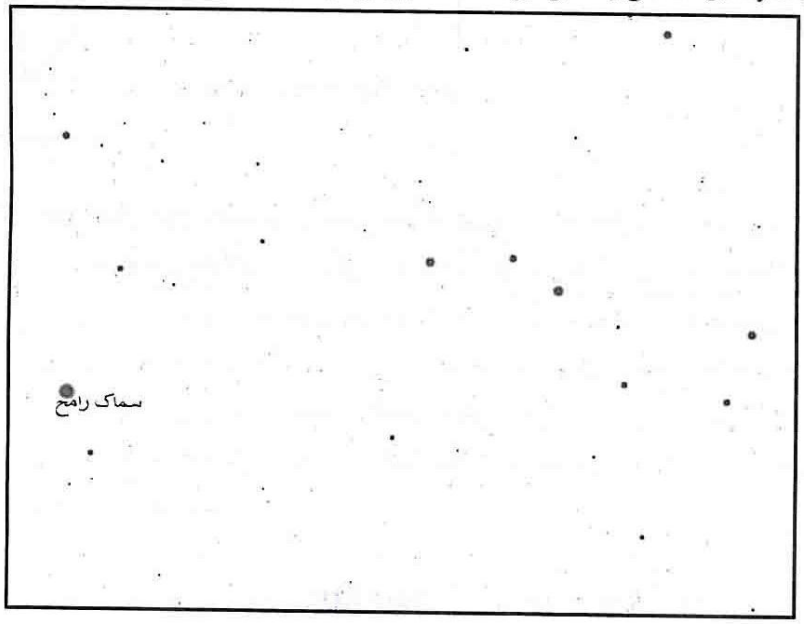
ب) روشنایی ستاره ها در جو ناظر ۱ کمتر از جو ناظر ۲ تضعیف می‌شود.

ج) روشنایی هر دو ستاره، خارج از جو برابر است.

د) ارتفاع ستاره‌ی ۲ بیشتر از ارتفاع ستاره‌ی ۱ است.

۵. تصویر زیر بخشی از ستاره‌های آسمان را نشان می‌دهد که نام یکی از ستاره‌ها در آن مشخص شده است.

(۲, −۱)



FIAOT.Blogspot.com

کد برگه‌ی سوال: سه

صفحه‌ی شماره‌ی ۴

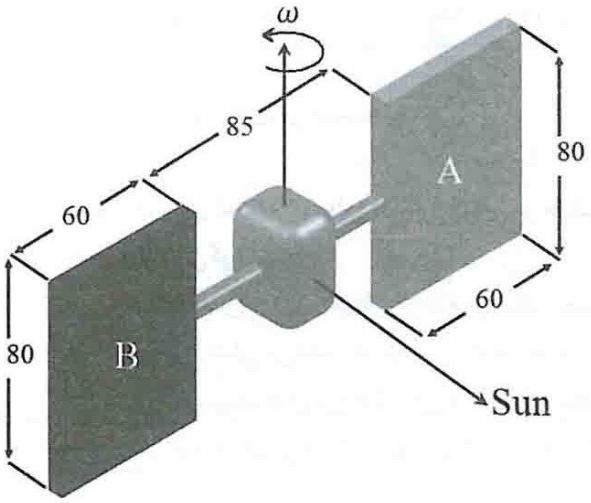
کدام یک از صورت های فلکی زیر در نقشه موجود نیست؟

الف) دب اکبر ب) اکلیل شمالی ج) سنبله

۶ هنگامی که نور به سطح یک جسم برخورد می‌کند، فوتون‌ها به واسطه‌ی تغییر تکانه‌ی خطی خود، بر سطح نیرو وارد می‌کنند. این نیرو که تنها ناشی از تابش است، نیروی تابشی نامیده می‌شود. همچنین انرژی فوتون‌ها از رابطه‌ی $E = pc$ بدست می‌آید. در این رابطه، p اندازه حرکتِ خطی فوتون‌ها و c سرعت نور است.

(۵, −۱)

ماهواره‌ای فضایی را در نظر بگیرید که به دور زمین می‌چرخد و به دو سطح A و B که هر دو در جهت عمود بر تابش خورشید قرار دارند، مجهز است، به طوری که سطح A بازتابنده‌ی کامل نور و سطح B جذب کننده‌ی کامل نور است. گشتاور ناشی از نیروی تابشی، چند نیوتن‌متر و جهت آن نسبت به جهت نشان‌داده شده در شکل چگونه است؟ ابعاد در شکل به سانتی‌متر است.

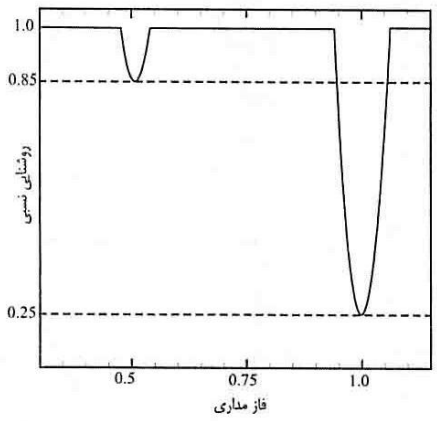


الف) موافق، $۱/۶ \times ۱۰^{-۶}$ ب) موافق، $۹/۳ \times ۱۰^{-۷}$ ج) موافق، $۲/۲ \times ۱۰^{-۶}$

د) مخالف، $۱/۶ \times ۱۰^{-۶}$ ه) مخالف، $۹/۳ \times ۱۰^{-۷}$ و) مخالف، $۲/۲ \times ۱۰^{-۶}$

۷. نمودار زیر منحنی نوری یک دوتایی گرفتی را نشان می‌دهد. اگر ستاره‌ای که در کمینه‌ی اولیه پوشانده می‌شود، یک ستاره‌ی خورشیدگون باشد، دمای سطحی ستاره‌ی دیگر چه خواهد بود؟ (وقتی منظومه‌ی دوتایی کم‌ترین میزان روشنایی را داراست می‌گوییم در کمینه‌ی اولیه قرار دارد)

(۴, −۱)



الف) $۸۱۰۰\ K$ ب) $۷۵۰۰\ K$ ج) $۶۲۰۰\ K$

د) $۴۴۰۰\ K$ ه) $۳۹۰۰\ K$

FIAOT.Blogspot.com

کد برگه‌ی سوال: سه

صفحه‌ی شماره‌ی ۵

۸. یک خوشه‌ی کهکشانی را در نظر بگیرید. فرض کنید هر کهکشان مانند یک ذره‌ی گاز ایده‌آل رفتار می‌کند. میانگین سرعت تصادفی کهکشان‌ها درون این خوشه‌ی کهکشانی تقریباً $۱۰۰\ km/s$ و چگالی تعدادشان $۰/۰۰۲۹\ Mpc^{-۳}$ است. اگر جرم متوسط هر کهکشان $۳ \times ۱۰^{۴۴}\ gr$ باشد، چه فشار تقریبی را می‌توان به این خوشه‌ی کهکشانی نسبت داد؟

(۴, −۱)

الف) $۱۰^{-۲۲}\ Pa$ ب) $۳ \times ۱۰^{-۱۷}\ Pa$ ج) $۷ \times ۱۰^{۶}\ Pa$

د) $۹ \times ۱۰^{-۲۰}\ Pa$ ه) $۹ \times ۱۰^{۲}\ Pa$

۹. کدام یک از گزاره‌های زیر درست نیست؟

(۴, −۱)

الف) در مدل استاندارد کیهان شناسی، کیهان در مقیاس‌های بزرگ (بزرگ‌تر از ۱۰۰ مگا پارسک) همگن و همسان‌گرد است.

ب) طیف تابش زمینه‌ی کیهانی از طیف پلانک تبعیت می‌کند.

ج) رصدها نشان می‌دهند که کم‌تر از ۵۰ درصد عالم از ماده‌ی درخشان تشکیل شده است.

د) رصد ابرنواخترهای نوع Ia نشان می‌دهد که شتاب انبساط عالم منفی است.

ه) در انبساط کیهانی، دمای کیهان با گذشت زمان کاهش می‌یابد.

۱۰. خورشید هنگام غروب کمی بیضی‌وار مشاهده می‌شود. جهت قطر بزرگ این بیضی در شهری با عرض جغرافیایی ۵۱ درجه ....

(۳, −۱)

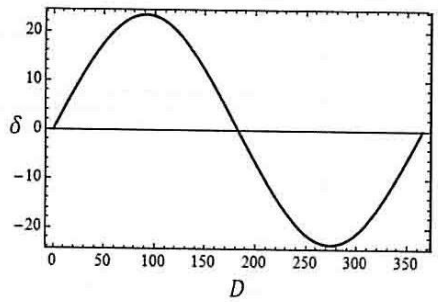
الف) با افق زاویه ۵۱ درجه دارد. ب) موازی افق است.

ج) با افق زاویه ۳۹ درجه می‌سازد. د) عمود بر افق است.

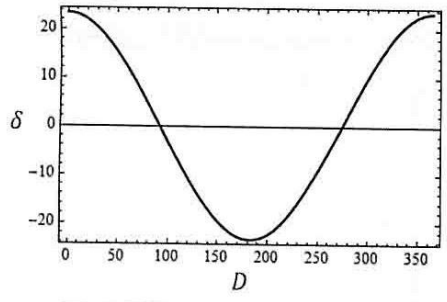
۱۱. کدام یک از نمودارهای زیر نمایان‌گر میل خورشید (δ) بر حسب روزهای سپری شده از آغاز سال شمسی (D) است؟

(۳, −۱)

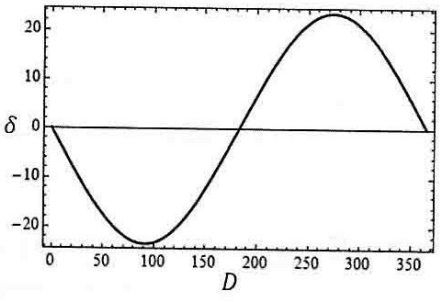
الف)



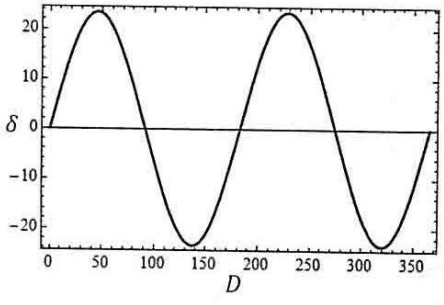
ب)



ج)



د)



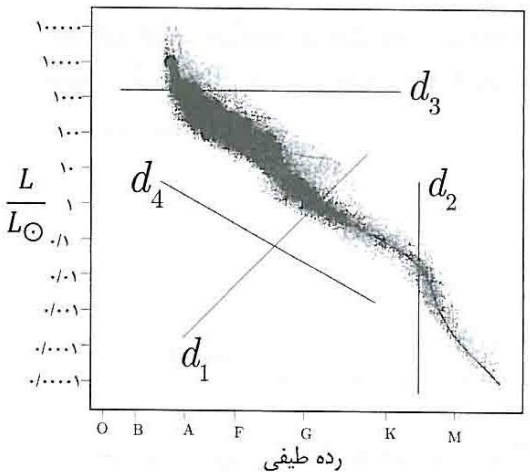
FIAOT.Blogspot.com

کد برگه‌ی سوال: سه

صفحه‌ی شماره‌ی ۶

۱۲. در نمودار HR می‌توان دسته خطوطی با نام خطوط هم‌شعاع (شعاع ثابت) رسم کرد. به طوری که هر دو ستاره که روی یک خط هم‌شعاع باشند (مستقل از مکان‌شان در نمودار HR) شعاع یکسانی خواهند داشت. در نمودار HR زیر، کدام یک از خطوط رسم شده می‌تواند یک خط هم‌شعاع باشد؟

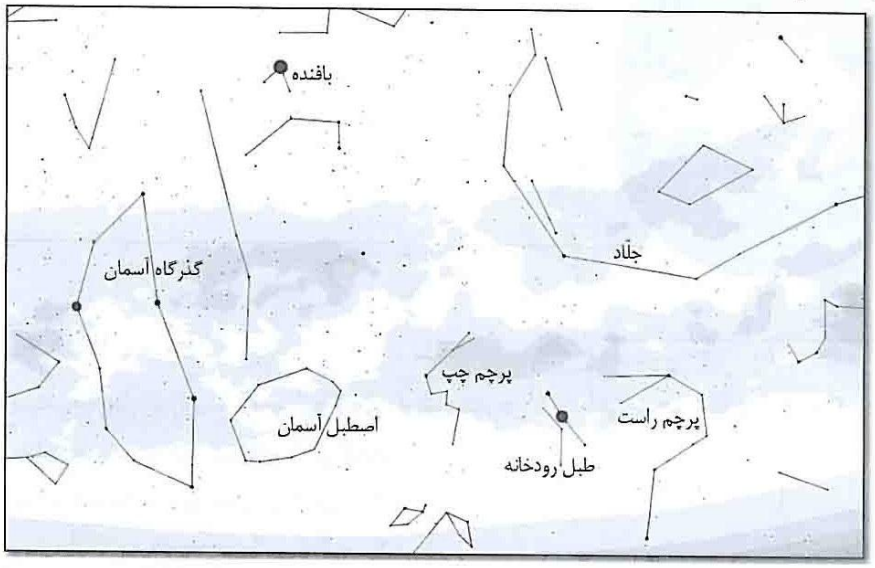
(۳, −۱)



الف) d_1 ب) d_2 ج) d_3 د) d_4

۱۳. تصویری که مشاهده می‌کنید، نشان دهنده‌ی بخشی از آسمان است که مثلث تابستانی در آن قرار گرفته است. در این تصویر صورت‌های فلکی به شکلی که تمدن‌های قدیمی کره‌ای می‌شناخته‌اند، مشخص شده است. ستاره‌ی دنب در کدام صورت فلکی کره‌ای قرار دارد؟

(۴, −۱)



الف) اصطبل آسمان ب) طبل رودخانه ج) گذرگاه آسمان د) بافنده ه) جلّاد

۱۴. خط طیفی آلفای اتم هیدروژن (H_α) تابش شده از یک ستاره که طول موج آن در آزمایشگاه ۶۵۶/۱ نانومتر است، از طریق طیف سنجی اندازه‌گیری شده است. طول موج H_α اندازه‌گیری شده در دو نقطه‌ی مقابل هم در استوای ستاره به اندازه‌ی m ۹×۱۰^{-۱۲} با هم اختلاف دارند. با فرض این‌که این اختلاف به خاطر دوران ستاره باشد، دوره‌ی تناوب چرخش این ستاره به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟ (قطر ستاره را m $۱/۴ \times ۱۰^۹$ و محور دوران ستاره را منطبق بر صفحه کره‌ی سماوی فرض کنید.)

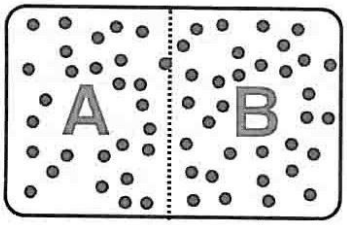
الف) ۵۰ روز ب) ۳۵ روز ج) ۲۵ روز د) ۲۰ روز ه) ۱۵ روز

FIAOT.Blogspot.com

کد برگه‌ی سوال: سه

صفحه‌ی شماره‌ی ۷

۱۵. ظرف شکل روبه‌رو از دو قسمت مساوی فرضی A و B تشکیل شده است. که دارای حجم برابر هستند. ۹۹ ذره در این ظرف قرار دارند و به طور تصادفی حرکت می‌کنند. در طول یک سال، مدت زمانی که همه‌ی ذرات فقط در قسمت A هستند و قسمت B کاملاً خالی است، به کدام عدد نزدیک‌تر است؟



(۴, −۱)

الف) 10^{-23} ثانیه ب) 10^{-18} ثانیه ج) 10^{-10} ثانیه

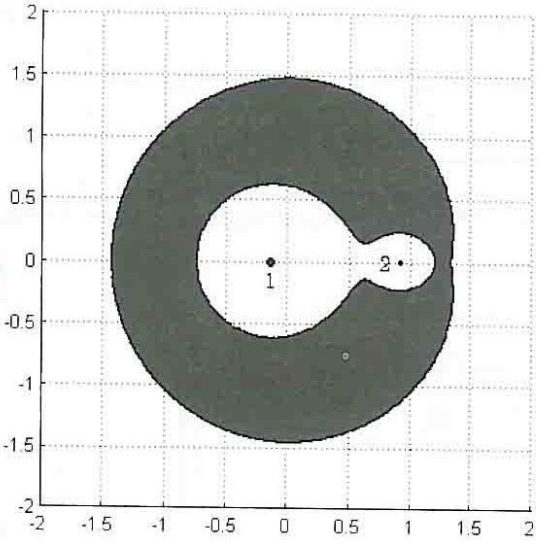
د) 10^{-2} ثانیه ه) ۱ ثانیه

۱۶. یک سیستم دوتایی متشکل از دو ستاره‌ی ۱ و ۲ در یک صفحه، مطابق شکل قرار دارند. یک سیاره‌ی کوچک در فضای میان دو ستاره قرار دارد و در صفحه‌ی مداری دو ستاره حرکت می‌کند. حرکت سیاره به گونه‌ای است که:

(۳, −۱)

$$v^2 = f(x, y)$$

که v سرعت جسم و تابعی از مکان است. در شکل داده شده، مقدار تابع f در نواحی سفید، مثبت و در نواحی تاریک، منفی است. کدام گزینه در مورد حرکت سیاره امکان پذیر نیست؟



الف) بسته به مقدار انرژی سیاره، سیاره گاهی به دور ستاره‌ی ۱ و گاهی به دور ستاره‌ی ۲ می‌گردد.

ب) سیاره همیشه به دور ستاره‌ی ۱ می‌گردد.

ج) سیاره همیشه به دور ستاره‌ی ۲ می‌گردد.

د) سیاره از این منظومه‌ی دوتایی فرار می‌کند.

۱۷. مجموع زوایای داخلی مثلث تابستانی ۳/۲۷ رادیان و مجموع زوایای داخلی مثلث زمستانی ۳/۲۳ رادیان است. با فرض اینکه ستاره‌ها به صورت همگن توزیع شده باشند، نسبت تعداد ستاره‌های درون مثلث تابستانی به ستاره‌های درون مثلث زمستانی چقدر است؟

(۴, −۱)

الف) ۱/۴ ب) ۰/۷ ج) ۱/۰۱ د) ۰/۹۹ ه) ۱/۲

FIAOT.Blogspot.com

کد برگه‌ی سوال: سه

صفحه‌ی شماره‌ی ۸

۱۸. بر اساس قانون انبساط هابل، سرعت نسبی دور شدن دو جسم که به فاصله R از یکدیگر قرار گرفته‌اند در زمان حال به صورت $v = H_o R$ است. با توجه به تعریف $t_H \equiv H_o^{-1}$ کدام گزینه نادرست است؟

(۳, −۱)

الف) سن کیهانی که همیشه با شتاب منفی منبسط شود از t_H کوچکتر است.

ب) سن کیهانی که همیشه با شتاب مثبت منبسط شود از t_H بزرگتر است.

ج) اگر شتاب انبساط کیهان صفر باشد، در آن صورت سن عالم برابر با t_H است.

د) سن کنونی کیهانِ ما دقیقاً برابر با t_H است.

۱۹. اطلاعات مربوط به دو ستاره‌ی A و B برای یک ناظر زمینی در جدول زیر داده شده‌اند. اگر می‌توانستیم به ستاره‌ی A سفر کنیم، قدر ظاهری B را در آسمان آن‌جا چه عددی اندازه می‌گرفتیم؟

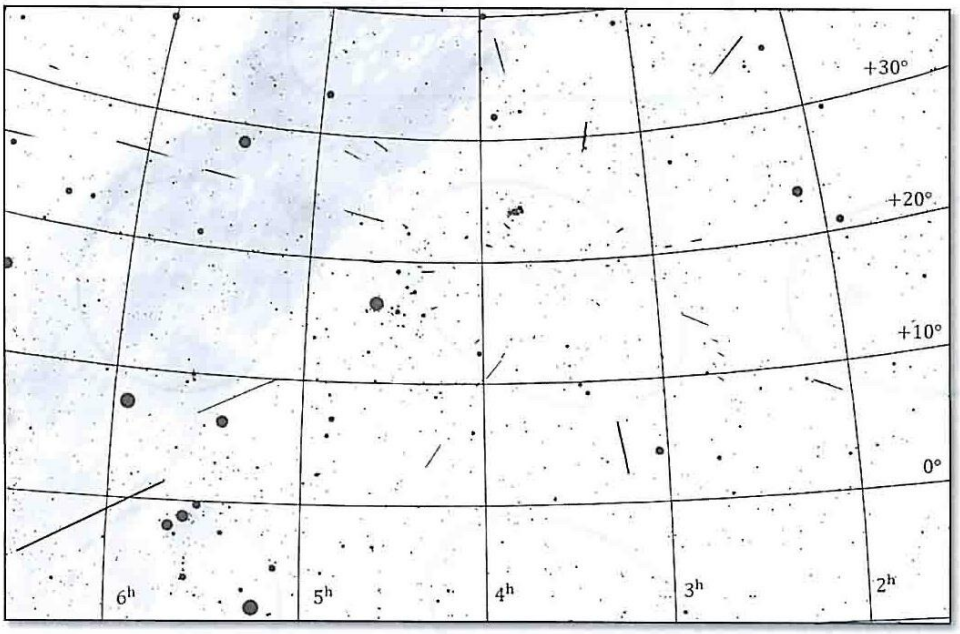
(۳, −۱)

	ستاره‌ی A	ستاره‌ی B
قدر مطلق	۴/۵	۱/۵
قدر ظاهری	−۰/۵	۱/۵
میل	$+۳۰^\circ$	$+۴۵^\circ$
بعد	۱۳۶°	۴۶°

الف) ۴/۴۳ ب) ۱/۴۳ ج) ۲/۶۷ د) −۱/۶۷

۲۰. روی نقشه‌ای که ملاحظه می‌کنید، ردهای مربوط به یک بارش شهابی رسم شده‌اند. این نقشه بوسیله‌ی خطوط هم بُعد و هم میل درجه بندی شده و بُعد و میل مربوط به هر یک از این خطوط بر روی آن نوشته شده است. بُعد و میل تقریبی کانون بارش کدام است؟

(۳, −۱)



الف) $\alpha = ۲۰^h\,۳۰^m$ و $\delta = -۲۰^\circ$

ب) $\alpha = ۴^h\,۳۰^m$ و $\delta = +۱۵^\circ$

FIAOT.Blogspot.com

کد برگه‌ی سوال: سه

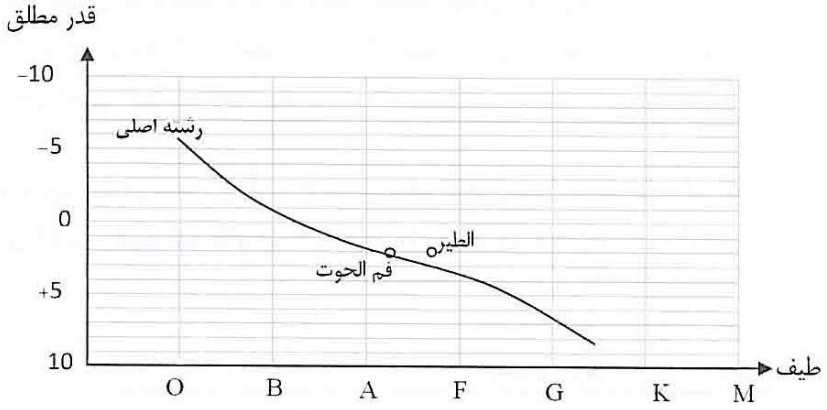
صفحه‌ی شماره‌ی ۹

ج) $\alpha = 3^h\,30.^m$ و $\delta = +20^\circ$

د) $\alpha = 2^h\,30.^m$ و $\delta = +35^\circ$

۲۱. قدر ظاهری برای ستاره‌ی فم‌الحوت ۱/۲ ثبت شده است. چنانچه فم‌الحوت دورتر از ستاره‌ی الطیر باشد، با توجه به نمودار قدر مطلق - رنگ داده شده، قدر ظاهری ستاره‌ی الطیرکدام است؟

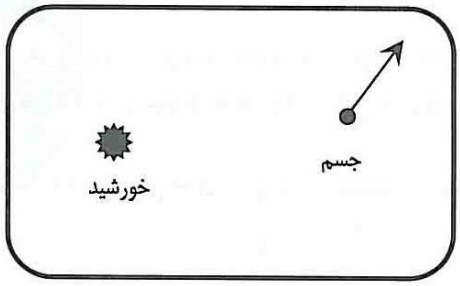
(۳, −۱)



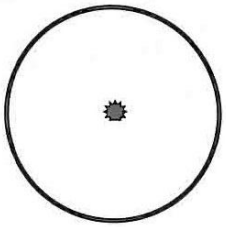
الف) ۰/۷ ب) ۱/۵ ج) ۱/۷ د) ۲/۷

۲۲. بردار کشیده شده در شکل، بردار سرعت یک جسم کوچک در منظومه‌ی شمسی را نسبت به خورشید در یک لحظه نشان می‌دهد. شکل مدار این جسم کدام یک از گزینه‌های زیر می‌تواند باشد ؟

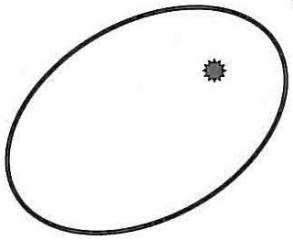
(۴, −۱)



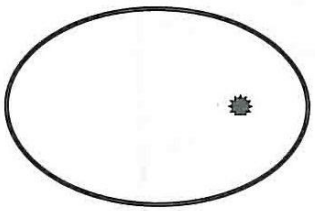
الف)



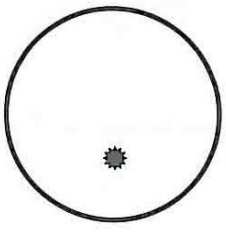
ب)



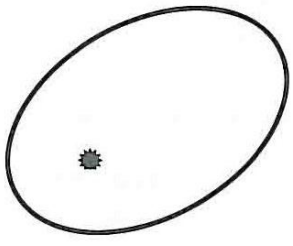
ج)



د)



ه)



FIAOT.Blogspot.com

کد برگه‌ی سوال: سه

صفحه‌ی شماره‌ی ۱۰

۲۳. در هزار سال گذشته، بسیاری از منجّمین اسلامی نتایج رصدهای خود را در قالب «زیج» منتشرکرده‌اند. محتوای زیج‌ها عموماً جدول‌های خسوف و کسوف، مقدار عددی توابع نجومی، تعدیل زمان، عرض‌های جغرافیایی، محاسبه‌ی سرعت میانگین خورشید و سیّارات و ... بوده است. از مهم‌ترین زیج‌های دوره‌ی اسلامی می‌توان به زیج بتّانی، زیج جامع از کوشیارگیلانی، زیج ایلخانی از خواجه نصیرالدین طوسی و زیج خاقانی از غیاث الدین جمشید کاشانی اشاره کرد. برای نمونه، عبدالرحمان خازنی در بخشی از زیج سنجری (قرن ششم) سرعت زاویه‌ای میانگین خورشید درکره‌ی آسمان را بر حسب درجه بر روز، در دستگاه شصت‌گانی به صورت زیرگزارش کرده است:

(۴, −۱)

$$۴۰ : ۲۹ : ۰۴ : ۵۳ : ۳۳ : ۲۰ : ۰۸ : ۵۹ : ۰^{\circ}$$

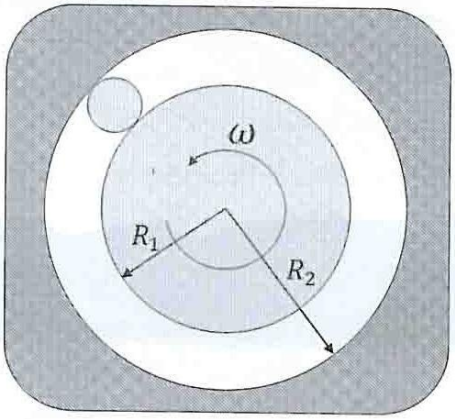
با توجه به این مقدار، سال اعتدالی چقدر است؟

الف) ۳۶۵ روز و ۵ ساعت و ۵۰ دقیقه
ب) ۳۶۵ روز و ۶ ساعت و ۱۰ دقیقه
ج) ۳۶۴ روز و ۹ ساعت و ۲۰ دقیقه
د) ۳۶۴ روز و ۲۲ ساعت و ۱۰ دقیقه
ه) ۳۵۴ روز و ۶ ساعت و ۴۰ دقیقه

---

۲۴. یک غلتک در فضای میان دو استوانه‌ی هم مرکز به شعاع های R_1 و R_2 مطابق شکل قرار گرفته است. استوانه‌ی خارجی ثابت است و استوانه‌ی داخلی با سرعت زاویه ای ω در جهت نشان داده شده گردش می‌کند. حرکت غلتک روی دو استوانه، غلتش کامل و بدون لغزش است. اگر غلتک به ازای هر ۴ دور چرخش به دور خود، یک بار دور مرکز استوانه‌ها بچرخد، در این صورت نسبت شعاع استوانه‌ی خارجی به استوانه‌ی داخلی چقدر است؟

(۴, −۱)



الف) ۲ ب) ۳ ج) ۴ د) $\frac{۵}{۳}$ ه) $\frac{۴}{۳}$

---

۲۵. تا چه زمانی سرعت چرخش زمین به دور خودش بر اثر نیروی جزر و مدی ماه کاهش پیدا خواهد کرد؟

(۳, −۱)

الف) زمانی که دوره‌ی تناوب چرخش زمین به دور خودش برابر با ۲۹ روز شود.
ب) بر اساس قانون پایستگی تکانه‌ی زاویه‌ای، دوره تناوب چرخش زمین تغییر نخواهد کرد.
ج) زمانی که دوره‌ی تناوب چرخش زمین به دور خودش با دوره‌ی تناوب چرخش ماه به دور زمین یکی شود.
د) زمانی که دوره‌ی تناوب چرخش زمین به دور خودش برابر با ۲۷/۳ روز شود.

FIAOT.Blogspot.com

کد برگه‌ی سوال: سه

صفحه‌ی شماره‌ی ۱۱

۲۶. یک فواره که شعاع دهانه‌ی آن ۲ سانتی‌متر است، آب را با سرعت ۱۰ متر بر ثانیه به بالا می‌پاشد. شعاع مقطع آب در ارتفاع ۱٫۸ متری چند سانتی‌متر است؟ ($g = ۱۰\ m/s^۲$)

(۳, −۱)

الف) $\sqrt{۵}$ ب) $\sqrt{۱۰}$ ج) $\sqrt[۳]{۷}$ د) $\sqrt[۳]{۵}$

---

۲۷. شماره گذاری اجرام موجود در فهرست NGC بر اساس افزایش بُعد است، یعنی اولین جرم این فهرست جرمی است که کمترین بُعد را دارد و از آن پس با افزایش بُعد، سایر اجرام شماره گذاری می شوند. با توجه به اینکه این فهرست دربرگیرنده‌ی ۷۸۴۰ جرم غیر ستاره‌ای است. مکان NGC ۴۸۲۶ کدام یک از گزینه‌های زیر می‌تواند باشد؟

(۳, −۱)

الف) $\alpha = ۲^{h}\ ۲۸^{m}\ ,\delta = -۱۹^{\circ}۰۲'$ ب) $\alpha = ۰۶^{h}\ ۰۱^{m}\ ,\delta = +۲۳^{\circ}۱۹'$

ج) $\alpha = ۱۲^{h}\ ۵۷^{m}\ ,\delta = +۲۱^{\circ}۴۱'$ د) $\alpha = ۲۰^{h}\ ۰۶^{m}\ ,\delta = -۲۱^{\circ}۵۵'$

---

۲۸. با یک دوربین عکاسی، تصویر زیر را از رد ستاره‌ها در افق شرقی تهیه کرده‌ایم. برای گرفتن این عکس شاتر دوربین را برای مدتی باز نگاه داشته‌ایم تا مسیر حرکت ستاره‌ها نمایان شود. این عکس در چه عرض جغرافیایی گرفته شده است؟

(۵, −۱)

الف) $۳۵^{\circ}\ S$ ب) $۵۵^{\circ}\ S$ ج) $۶۵^{\circ}\ S$

د) $۶۵^{\circ}\ N$ ه) $۳۵^{\circ}\ N$ و) $۵۵^{\circ}\ N$

---

۲۹. دو دنباله‌دار در مدارهای باز در منظومه‌ی شمسی در گردش هستند. مدار دنباله‌دار اول سهمی شکل و مدار دنباله‌دار دوم هذلولی شکل است. زمانی که دو دنباله‌دار در فاصله‌ای برابر از خورشید قرار گرفته‌اند، سرعت دنباله‌دار اول ۴۰ km/s و سرعت دنباله‌دار دوم ۵۰ km/s نسبت به خورشید است. هنگامی که دنباله‌دار دوم در فاصله‌ی بی-نهایت از خورشید قرار می‌گیرد (از گرانش خورشید خارج می‌شود)، سرعت آن چند کیلومتر بر ثانیه خواهد بود؟

(۴, −۱)

الف) ۴۰ ب) ۳۰ ج) ۲۱ د) ۶۴ ه) ۱۰

FIAOT.Blogspot.com

صفحه‌ی شماره‌ی ۱۲

کد برگه‌ی سوال: سه

۳۰. طول و عرض جغرافیایی مکه‌ی مکرمه به ترتیب $39^\circ\ 54'\ E$ و $21^\circ\ 27'\ N$ است. در لحظه‌ای که خورشید دقیقاً در سمت الراس مکه قرار دارد، ناظری خورشید را با سمت صفر و ارتفاع 10° مشاهده می‌کند. مکان این ناظر، کدام یک از گزینه‌های زیر می‌تواند باشد؟ (۴, −۱)

الف) $\phi = 78^\circ\ 33'N$ و $l = 140^\circ\ 06'W$

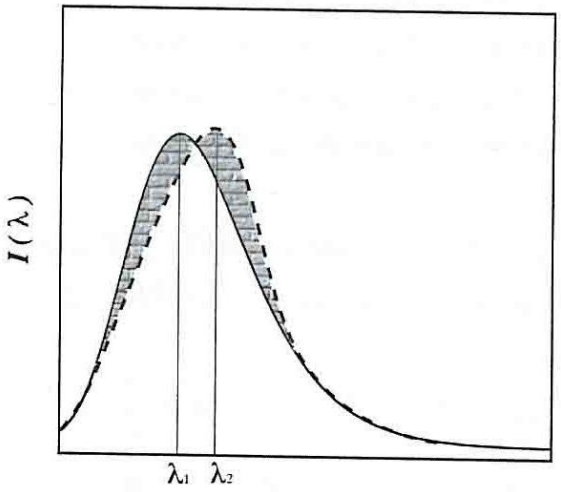
ب) $\phi = 78^\circ\ 33'N$ و $l = 50^\circ\ 06'W$

ج) $\phi = 68^\circ\ 33'S$ و $l = 39^\circ\ 54'E$

د) $\phi = 68^\circ\ 33'S$ و $l = 129^\circ\ 54'E$

ه) این پدیده امکان پذیر نیست.

۳۱. در نمودار داده شده، منحنی پیوسته، طیف تابشی یک جسم سیاه با دمای T و منحنی خط چین، طیف تابشی یک ستاره را نشان می‌دهد. سطح هاشورزده‌ی بالای منحنی پیوسته با سطح هاشورزده‌ی پایین آن برابر است. کدامیک از گزینه‌های زیر درست است؟ (۳, −۱)



الف) شار تابشی کل جسم سیاه از شار تابشی کل ستاره کمتر است.

ب) دمای مؤثر ستاره با دمای جسم سیاه برابر است.

ج) دمای این جسم سیاه، از دمای جسم سیاهی که طول موج بیشینه شدت تابش آن λ_2 است، کمتر است.

د) دمای مؤثر ستاره از دمای جسم سیاه بیشتر است.

ه) فرکانسی که در آن شدت تابش جسم سیاه بیشینه است، کمتر از فرکانس متناظر برای ستاره است.

۳۲. منجمی با یک تلسکوپ نیوتنی۶ اینچ که فاصله‌ی کانونی آن ۶۰ سانتی‌متر است، می‌خواهد کمربند جبار را مشاهده کند. برای اینکه کمربند جبار کاملاً در میدان دید او قرار گیرد، باید از کدام چشمی استفاده کند؟ $(FOV = 45^\circ)$ (۳, −۱)

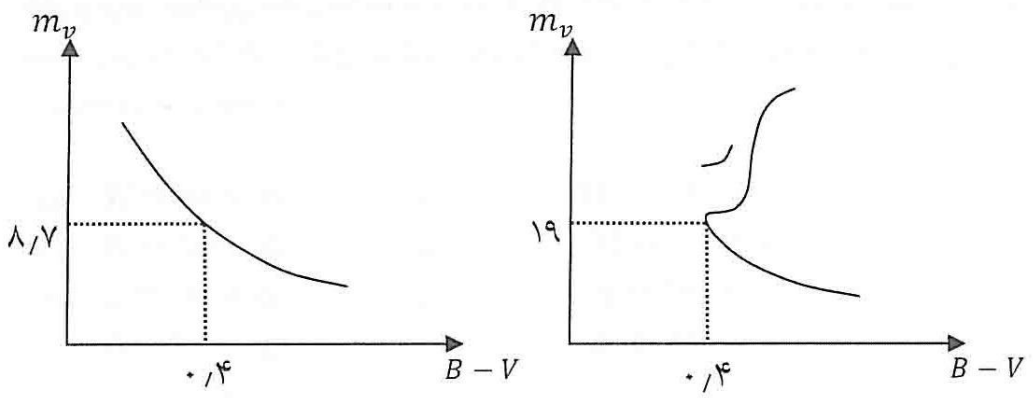
الف) ۵ میلی متری ب) ۱۰ میلی متری ج) ۲۵ میلی متری د) ۴۰ میلی متری

۳۳. نمودار قدر ظاهری– رنگ برای دو خوشه‌ی ستاره‌ای مطابق شکل‌های زیر به‌دست آمده است. کدام‌یک از گزینه‌های زیر در مورد نوع و فاصله‌ی خوشه‌ها تا زمین درست است؟ (۳, −۱)

FIAOT.Blogspot.com

کد برگه‌ی سوال: سه

صفحه‌ی شماره‌ی ۱۳



الف) خوشه‌ی ۱ باز، خوشه‌ی ۲ کروی و خوشه‌ی ۲ به زمین نزدیک‌تر است.

ب) خوشه‌ی ۱ کروی ، خوشه‌ی ۲ باز و خوشه‌ی ۲ به زمین نزدیک‌تر است.

ج) خوشه‌ی ۱ باز، خوشه‌ی ۲ کروی و خوشه‌ی ۱ به زمین نزدیک‌تر است.

د) خوشه‌ی ۱ کروی ، خوشه‌ی ۲ باز و خوشه‌ی ۱ به زمین نزدیک‌تر است.

---

۳۴. مثلث کروی ABC را به گونه‌ای در نظر بگیرید که $\hat{B} = \frac{\pi}{۴}$ ، $AB = \frac{\pi}{۴}$ و $AC = \theta$. در کدام‌یک از حالات زیر مثلث ABC حتماً به صورت یکتا مشخص می‌شود؟

(۴, −۱)

الف) $\theta < \frac{\pi}{۶}$ ب) $\frac{\pi}{۵} < \theta \leq \frac{۲\pi}{۷}$ ج) $\frac{\pi}{۶} < \theta \leq \frac{\pi}{۴}$

د) $\frac{\pi}{۴} \leq \theta < \frac{\pi}{۲}$ ه) $\frac{\pi}{۷} \leq \theta < \frac{\pi}{۵}$

---

۳۵. کاوشگری در فضای خارج از منظومه‌ی شمسی در حرکت است. این کاوشگر به یک جسم ناشناخته نزدیک می‌شود و تحت تأثیر میدان گرانشی آن قرار می‌گیرد. در یک لحظه، دستگاه‌های سنجش کاوشگر، سرعت و شتاب کاوشگر را نسبت به جسم ناشناخته چنین ثبت می‌کنند:

(۴, −۱)

$$v = ۳۹۷۸\ m/s \quad a = ۱/۳۴۱\ m/s^۲$$

اگر مسیر حرکت کاوشگر به دور جسم ناشناخته سهمی شکل باشد، جرم جسم ناشناخته چقدر است؟

الف) $۶ \times ۱۰^{۲۴}\ kg$ ب) $۴ \times ۱۰^{۲۲}\ kg$ ج) $۳ \times ۱۰^{۲۵}\ kg$

د) $۴ \times ۱۰^{۲۳}\ kg$ ه) $۷ \times ۱۰^{۲۳}\ kg$

---

۳۶. با فرض آن‌که عنصر هلیم تنها در ستاره‌ها تولید می‌شود، میزان جرم هلیم تولید شده در یک ثانیه بر حسب کیلوگرم، در کل کیهان به کدام عدد نزدیک‌تر است؟

(۳, −۱)

الف) $۱۰^{۳۵}$ ب) $۱۰^{۴۰}$ ج) $۱۰^{۴۵}$ د) $۱۰^{۵۰}$

FIAOT.Blogspot.com

صفحه‌ی شماره‌ی ۱۴

کد برگه‌ی سوال: سه

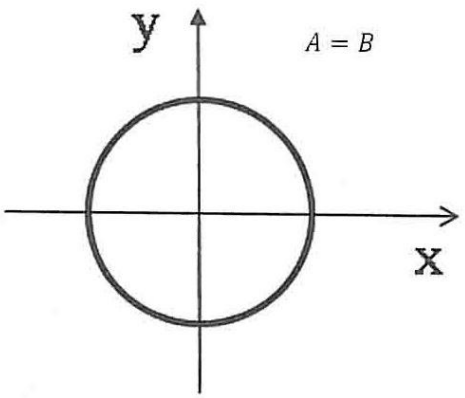
۳۷. کدام گزینه، توصیف درستی از مجموعه نقاطی در صفحه است که در معادله زیر صدق می‌کنند:

$$A\,x^2 + B\,y^2 = C$$

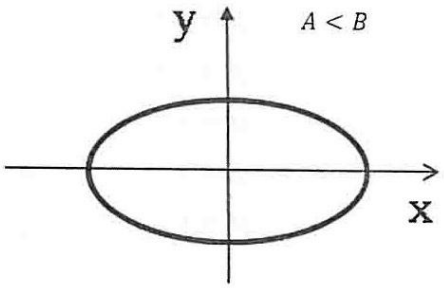
A ، B و C اعداد حقیقی مثبت هستند.

(۳, −۱)

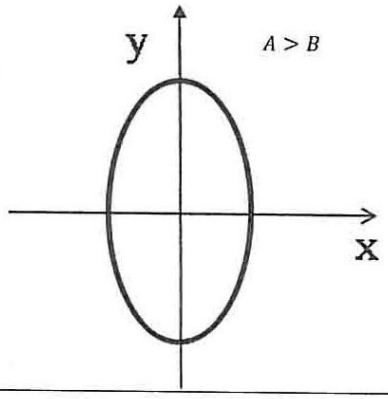
الف)



ب)



ج)



د) هر سه گزینه درست هستند.

۳۸. منبع اصلی تولید انرژی در ستاره‌ها واکنش‌های هسته‌ای است. در مرکز ستاره‌ها واکنش‌های هسته‌ای در چرخه‌های متفاوت روی می‌دهند به گونه‌ای که هر چرخه آهنگ تولید انرژی مشخصی دارد. دو نمونه از چرخه‌ی واکنش‌های هسته‌ای چرخه‌ی پروتون–پروتون (PP) و چرخه‌ی کربن–نیتروژن–اکسیژن (CNO) است. آهنگ تولید انرژی در چرخه‌ی PP برابر با αT^n و در چرخه‌ی CNO برابر با βT^m است. که در آن T دمای مرکز ستاره و α، β، m و n ثوابتی مثبت هستند. اگر $\alpha > \beta$ و $m > n$ کدام یک از گزینه‌های زیر درست است؟

الف) در تمامی دماها آهنگ تولید انرژی در چرخه‌ی PP غالب است.

ب) در تمامی دماها آهنگ تولید انرژی در چرخه‌ی CNO غالب است.

ج) ابتدا آهنگ تولید انرژی در چرخه‌ی PP غالب است و سپس با افزایش دما آهنگ تولید انرژی در چرخه‌ی CNO غالب می‌شود.

د) ابتدا آهنگ تولید انرژی در چرخه‌ی CNO غالب است و سپس با افزایش دما آهنگ تولید انرژی در چرخه‌ی PP غالب می‌شود.

FIAOT.Blogspot.com

کد برگه‌ی سوال: سه

۳۹. چگالی جرمی آستانه‌ی کیهان به صورت $\rho_c = \alpha\, c^m G^n H^p$ که در آن G ثابت گرانش نیوتن، H پارامتر هابل، c سرعت نور و α ثابتی بدون بعد است. کدام گزینه درست است؟

الف) $p = ۲$ ، $m = ۲$ ، $n = -۱$

ب) $p = -۲$ ، $m = -۱$ ، $n = ۱$

ج) $p = -۲$ ، $m = ۰$ ، $n = ۱$

د) $p = ۲$ ، $m = ۰$ ، $n = -۱$

ه) $p = -۲$ ، $m = -۲$ ، $n = -۱$

و) $p = ۲$ ، $m = ۰$ ، $n = ۱$

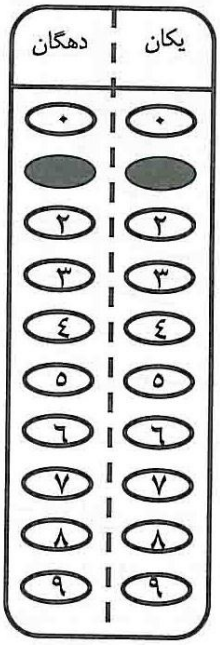
FIAOT.Blogspot.com

کد برگه‌ی سوال: سه

مسئله‌های کوتاه

پیش از شروع به حل مسئله‌های کوتاه، توضیحات زیر را با **دقت** بخوانید. در این مسئله‌ها باید پاسخ را برحسب واحدهای مورد نظر (متر، کیلوپارسک، ثانیه‌ی قوسی و غیره) که در صورت مسئله خواسته شده، با دو رقم به‌دست آورید؛ سپس خانه‌های مربوط به رقم‌های این عدد را در پاسخنامه سیاه کنید. توجّه داشته باشید که رقم یکان عدد در ستون یکان و رقم دهگان در ستون دهگان علامت زده شود.

مثال: فرض کنید سرعت یک دنباله دار برحسب کیلومتر بر ثانیه خواسته شده است و شما مقدار آن را $۱۱/۲\frac{\text{km}}{\text{s}}$ محاسبه می‌کنید. ابتدا باید این عدد را به نزدیک‌ترین عدد صحیح گرد کنید تا ۱۱ بدست آید. سپس مطابق شکل زیر آن را در پاسخنامه وارد کنید:



ثوابت فیزیکی و نجومی در ابتدای برگه‌ی سوالات داده شده است. در حل مسئله‌ها فقط از این ثوابت استفاده کنید. اعداد باید تنها یک بار و آن هم در انتهای حل هر مسئله گرد شوند.

اگر مرتبه‌ی بزرگی جواب از شما خواسته شده بود، پس از محاسبه‌ی پاسخ، ابتدا آن را به شکل نماد علمی یعنی $a \times ۱۰^{b}$ درآورید و b را در پاسخنامه وارد کنید. دقت کنید که در این حالت $۱ \leq a < ۱۰$ و b مرتبه‌ی بزرگی است. مثلاً یک واحد نجومی یعنی $۱/۵ \times ۱۰^{۱۱} m$ را در نظر بگیرید. مرتبه‌ی بزرگی این عدد ۱۱ است.

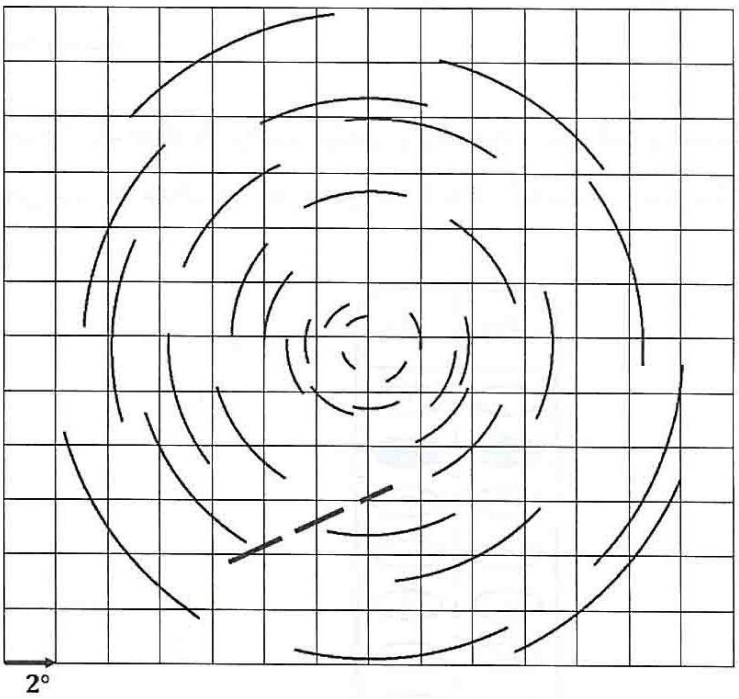
هر مسئله ۱۲ نمره دارد. پاسخ نادرست در این بخش نمره‌ی منفی ندارد.

FIAOT.Blogspot.com

کد برگه‌ی سوال: سه

صفحه‌ی شماره‌ی ۱۷

۱. در شکل زیر عکسی را می‌بینید که از یک شهاب سنگ در حال عبور از آسمان گرفته شده است. طرز گرفتن این عکس بدین شکل است که یک پره در مقابل دوربین عکاسی با فرکانس ۱۸۰ دور در دقیقه می‌چرخد. توجه کنید که پره به طور کامل دهانه‌ی دوربین را می‌پوشاند، در نتیجه برروی رد شهاب سنگ قطع شدگی‌هایی مشاهده می‌کنید. حال اگر فاصله شهاب سنگ از ما ۱۰۰کیلومتر باشد، با توجه به داده‌های موجود در تصویر، سرعت مماسی شهاب سنگ تقریبا چند کیلومتر بر ثانیه است؟



۲. محمّد بن نجیب بکران جغرافی‌دانی است که اوّلین نقشه‌ی جغرافیایی مبتنی بر طول و عرض جغرافیایی را رسم کرده است. او پس از پایان ترسیم این نقشه بر روی پارچه‌ای بزرگ (۶۰۵ ه.ق.)، کتابی کم حجم به نام «جهان نامه» برای بیان و تسهیل شناخت نقشه نوشت. در بخشی از «جهان نامه» فاصله‌ی شهرهای مختلف از هم برحسب فرسنگ آمده است. به عنوان مثال فاصله‌ی بغداد تا ری ۱۶۵ فرسنگ ذکر شده است. در جدول زیر طول و عرض جغرافیایی بغداد و ری را ملاحظه می‌کنید.

	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
بغداد	۷۵°	۳۳°
ری	۸۵°	۳۵°

اطلاعات جدول بالا از زیج جامع نوشته‌ی کوشیار گیلانی نقل شده است که مبداء طول جغرافیایی آن جزایر خالدات (در غربی ترین قسمت آفریقا) است.

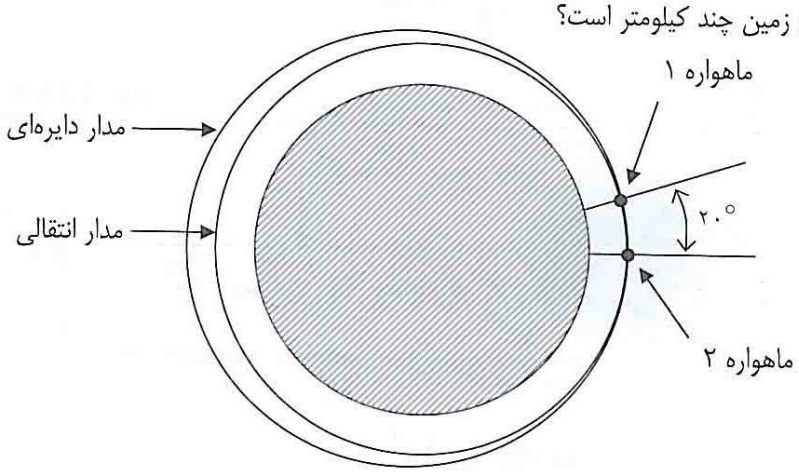
با توجه به این اطلاعات، ۱۰ فرسنگ چند کیلومتر است؟

۳. در جهان در حال انبساط به علت محدود بودن سرعت نور، ما قادر به مشاهده‌ی فاصله‌ی محدودی از کیهان هستیم که به این فاصله « افق هابل » می‌گویند. با توجه به این مساله و دانستن این که مقدار چگالی انرژی تابش در زمان فعلی $\rho_{r,0} = 0/260\ MeV/m^3$ است، با استفاده از اصل هم ارزی جرم – انرژی اینشتین مقدار ماده‌ی مورد نیاز بر حسب کیلوگرم برای تولید این انرژی تابشی را در کره‌ای به شعاع افق هابل حساب کنید. (در پاسخ‌نامه، فقط مرتبه بزرگی جواب را وارد کنید.)

FIAOT.Blogspot.com

۴. ماهواره ۱ ماهواره‌ای مخابراتی و ماهواره ۲، ماهواره‌ای حامل ربات تعمیرکار، هر دو در مدارهای دایره‌ای و هم صفحه، مطابق شکل به صورت هم جهت به دور زمین گردش می کنند. جهت چرخش هر دو ماهواره در شکل زیر، پاد ساعتگرد و ارتفاع دو ماهواره از سطح زمین، ۶۰۰ کیلومتر است. اختلاف زاویه دو ماهواره در حالت اولیه، ۲۰ درجه، مطابق شکل است.

ماهواره ۲ لازم است خود را به ماهواره ۱، جهت انجام تعمیرات، برساند. بنابراین ماهواره ۲ با کم کردن سرعت خود، در یک مدار انتقالی بیضوی قرار می گیرد که اوج آن روی مدار دایره خود قرار دارد. (مطابق شکل) و بعد از یک تناوب در مدار انتقالی، به ماهواره ۱ وصل می شود. کمترین ارتفاع ماهواره ۲ در مدار انتقال خود از سطح زمین چند کیلومتر است؟



---

۵. ZHR (نرخ سرسویی بارش شهابی) از رابطه ی زیر قابل محاسبه است:

$$ZHR = \frac{N \times r^{6/5 - m_o}}{T_{eff} \times (1 - C) \times \sin\theta}$$

در رابطه ی بالا N تعداد شهاب های ثبت شده در یک بازه ی زمانی، m_o قدر حدی، T_{eff} زمان مفید ثبت در بازه ی زمانی(برحسب ساعت)، C نسبت پوشیدگی آسمان، θ ارتفاع کانون بارش و r شاخص پراکندگی جمعیت است.

ناظری در شهر بلخ $\phi = 36^\circ 45' N$ و $l = 66^\circ 54' E$ در حالی که قدر حدی‌اش ۶/۵ است و زمان نجومی محلی (LST) برابر با $11^h 25^m$ می‌باشد، اقدام به ثبت بارش شهابی اسدی می‌کند. او در مدت ۱۱ دقیقه ، ۱۳ شهاب از این بارش را مشاهده می‌کند. با توجه به اینکه آسمان بالای افق این شخص کاملاً باز است، ZHR را محاسبه کنید؟ (بُعد و میل کانون این بارش را به ترتیب $10^h 12^m$ و $22^\circ 30'$ در نظر بگیرید).

---

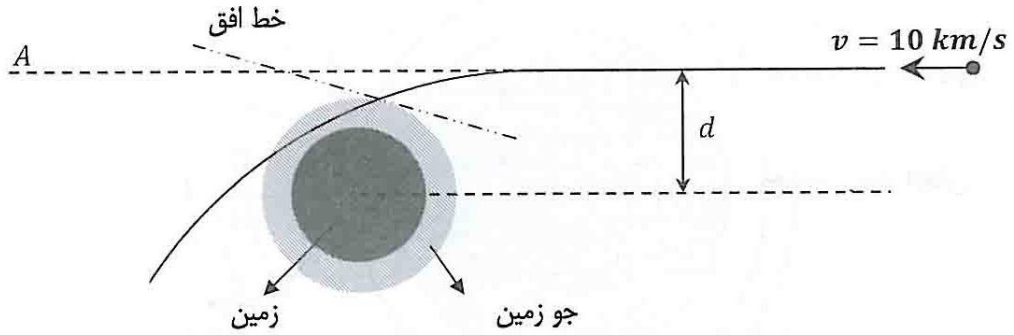
۶. فرایند بی دررو برای گاز کامل فرایندی است که $P\,V^{\frac{5}{3}}$ در طول آن ثابت می‌ماند، که P فشار گاز کامل و V حجم آن است. فرض کنید یک پوسته از آهن در حالت گاز کامل به صورت بی دررو و کروی از شعاع اولیه 10^5 km به شعاع نهایی R می‌رمبد. دمای اولیه پوسته 5×10^8 K است. همچنین می‌دانیم دمای لازم برای فروپاشی هسته آهن به هسته هلیوم 5×10^{12} K است. برای اینکه این فروپاشی انجام بگیرد، شعاع پوسته آهن باید حداقل بر اثر رمبش چند درصد نسبت به شعاع اولیه کاهش یافته باشد؟ (مقدار درصد را بدون علامت درصد وارد پاسخنامه کنید)

FIAOT.Blogspot.com

کد برگه‌ی سوال: سه

صفحه‌ی شماره‌ی ۱۹

۷. شهاب سنگی از فاصله‌ی بی‌نهایت دور مانند شکل زیر به سمت زمین حرکت می‌کند. سرعت آن در بی‌نهایت برابر با ۱۰ کیلومتر بر ثانیه است. امتداد بردار سرعت جسم در بی‌نهایت با خط‌چین A نشان‌داده شده است. فاصله‌ی عمودی این خط از مرکز زمین (d) برابربا ۹۰۰۰ کیلومتر است. زاویه‌ای که شهاب‌سنگ در هنگام ورود به جو با خط افق می سازد، چند درجه است؟ (جو زمین را کره‌ای با شعاع ۶۷۰۰ کیلومتر در نظر بگیرید؛ خط افق نیز در هر نقطه بنا به تعریف، خطی عمود بر بردار شعاعی واقع در صفحه‌ی مداری است.)



---

۸. سیاه‌چاله‌ها واقعاً سیاه نیستند. در نتیجه‌ی اثرات کوانتومی، سیاه‌چاله‌ها تابشی دارند که تابش هاوکینگ نامیده می‌شود. می‌توان به این تابش یک دما نسبت داد که برای سیاه‌چاله‌های غیر چرخان از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید

$$T = \frac{hc^3}{16k\pi^2 GM}$$

که در آن M جرم سیاه‌چاله، h ثابت پلانک، c سرعت نور، k ثابت بولتزمان، G ثابت جهانی گرانش است. در نتیجه‌ی این تابش، سیاه‌چاله جرم خود را از دست می‌دهند و اصطلاحاً تبخیر می‌شوند.

همچنین می‌دانیم که تابش زمینه‌ی کیهانی (CMB) تمام فضا را پر کرده است. سیاه‌چاله‌ها می‌توانند از این تابش تغذیه کنند و بدین ترتیب بر جرم خود بیافزایند. تابش زمینه‌ی کیهانی از توزیع طیف جسم سیاه با طول موج بیشینه‌ی تابش $\lambda_{max} = 1/06\ mm$ تبعیت می‌کند. جرم سیاه‌چاله‌ای که در نتیجه‌ی دو عامل ذکر شده در بالا، جرمش در طول زمان تغییر نکند، بر حسب کیلوگرم چه قدر است؟ (در پاسخ‌نامه تنها مرتبه‌ی بزرگی جواب را وارد کنید.)

FIAOT.Blogspot.com