باسمه تعالی

وزارت آموزش و پرورش

باشگاه دانش پژوهان جوان

«مبارزه‌ی علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست‌وجو و کشف واقعیت‌هاست.»

امام خمینی (ره)

ششمین المپیاد نجوم‌واخترفیزیک کشور

مرحله‌ی دوم

پنج‌شنبه ۹ اردیبهشت ۱۳۸۹

مدت آزمون: ۴ ساعت

شروع: ۱۴:۰۰ الی ۱۸:۰۰

دفترچه ی سؤالات

تذکرات:

ضمن آرزوی موفقیت برای شما داوطلب گرامی، خواهشمند است به نکات زیر دقیقاً توجه فرمایید:

۱- تعداد سؤالات این آزمون ۶ سؤال و وقت آن ۴ ساعت است.

۲- بر روی هر برگه پیش‌نویس که به شما داده می‌شود نام و نام خانوادگی خود را حتماً بنویسید.

۳- در زیر خط چین بالای پاسخ‌نامه غیر از جواب سؤالات هیچ علامت یا عبارت مشخصه‌ای ننویسید.

۴- معرفی‌نامه و کارنامه‌ی خود را در دسترس نگه دارید تا مسئول مربوطه بتواند آن‌ها را ملاحظه و جمع‌آوری نماید.

۵- استفاده از ماشین حساب مهندسی که قابل برنامه ریزی نباشد، مجاز است.

۶- استفاده از جدول‌های نجومی، اطلس‌ها و الماناک‌ها به هر شکل که باشند، مجاز نیست.

۷- هنگام آزمون همراه داشتن تلفن همراه (خاموش یا روشن) تخلف محسوب می‌شود. لذا آن را قبل از شروع آزمون به مسئول حوزه تحویل دهید.

۸- نتایج این آزمون در اواخر خرداد ماه اعلام خواهد شد.

ثوابت فیزیکی و نجومی

G	ثابت جهانی گرانش	$۶/۶۷ \times ۱۰^{-۱۱}$	$m^3kg^{-1}s^{-2}$
c	سرعت نور	$۳/۰۰ \times ۱۰^{۸}$	ms^{-1}
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 ماه	$۱/۷۴ \times ۱۰^{۶}$	m
	شعاع مداری ماه	$۳/۸۴ \times ۱۰^{۸}$	m
$M_\oplus$	جرم زمین	$۵/۹۷ \times ۱۰^{۲۴}$	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^{-2}
$m_\odot$	قدر ظاهری خورشید	-۲۶/۸	
H_0	ثابت هابل	۷۰	$kms^{-1}\,Mpc^{-1}$

باشگاه طلایی‌ها

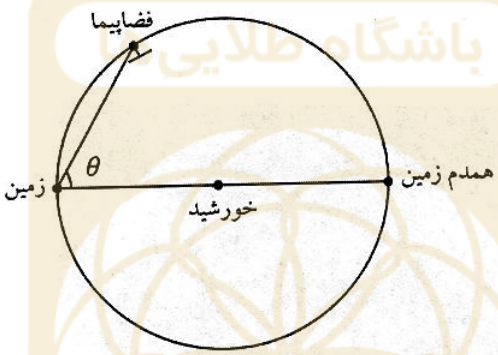
۱. یک ناظر در سطح زمین به طول جغرافیایی φ و عرض جغرافیایی λ را در نظر بگیرید. می‌خواهیم زاویه‌ی مسیر مشاهده شده‌ی خورشید با سطح زمین هنگام غروب خورشید از دید این ناظر را حساب کنیم. این زاویه را با α نشان می‌دهیم. جهت خورشید هنگام غروب را با طول جغرافیایی β و عرض جغرافیایی γ نشان می‌دهیم. γ به روزی که در آن هستیم بستگی دارد . γ و λ ، φ داده‌های مساله‌اند. α زاویه‌ی بین دو صفحه است. یکی از این صفحه‌ها صفحه‌ای است که بردار عمود بر آن بردار واصل مرکز زمین به ناظر است. صفحه‌ی دوم صفحه‌ای است که شامل بردار واصل مرکز زمین به خورشید در لحظه‌ی غروب است، و بر یک مخروط مماس است. مخروطی که محور آن محور چرخش زمین، و نصف زاویه‌ی راس آن $\left(\frac{\pi}{2} - \gamma\right)$ است. این همان مخروطی است که مسیر خورشید در آن است.

الف) β را حساب کنید.

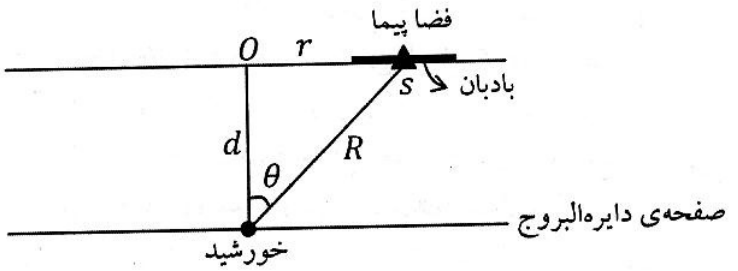
ب) جهت بردار یکه‌ی عمود بر صفحه‌ی دوم را با طول جغرافیایی χ و عرض جغرافیایی ψ نشان می‌دهیم. ψ و χ را برحسب β و γ محاسبه کنید.

ج) $\cos\alpha$ را محاسبه کنید.

۲. در یکی از نظریات عجیب در مورد موجودات فرازمینی گفته می‌شود که احتمالاً موجودات فرازمینی روی سیاره‌ی همدم زمین زندگی می‌کنند. همدم زمین سیاره‌ای است کاملاً هم شکل زمین که روی مدار فعلی زمین بدور خورشید می‌چرخد، به طوری که در نقطه‌ی مقابل قطری زمین قرار دارد، بنابراین از نظر زمینی‌ها همواره پشت خورشید قرار می‌گیرد و هیچ‌گاه قابل رصد نیست. فرض کنید اخترشناسان برای اینکه به وجود چنین سیاره‌ای پی ببرند فضاپیمایی را به فضا فرستاده‌اند. فضا پیما طوری به فضا پرتاب می‌شود که روی مدار زمین و در جهت خلاف حرکت زمین به سمت همدم زمین حرکت کند، به این فضاپیما آینه‌ی بزرگی به سطح A متصل است. قرار است که این آینه نور همدم زمین را به سمت رصدگران زمینی منعکس کند. اگر آینه به اندازه‌ی کافی بزرگ ساخته شده باشد، به طوری که اندازه‌ی ظاهری آن به اندازه‌ی کافی از قطر ظاهری همدم زمین از نظر ناظران زمینی بزرگتر باشد. قدر همدم زمین در آینه‌ی فضا پیما از نظر رصدگران برحسب کشیدگی فضاپیما (θ) چه‌قدر است؟



۳. بادبان خورشیدی از آینه‌ای بزرگ و مسطح ساخته شده، که تحت تاثیر فشار تابشی نور خورشید به جلو رانده می‌شود. در این مسئله می‌خواهیم به کمک بادبان خورشیدی فضا پیمایی را در مدار خارج از صفحه‌ی منظومه‌ی شمسی قرار دهیم. مطابق شکل فضاپیمای s به جرم m به‌دور مدار دایره‌ای به مرکز O و به شعاع r می‌گردد. صفحه‌ی مداری فضاپیما موازی صفحه دایره‌البروج و در فاصله‌ی عمودی d از خورشید قرار دارد. فضاپیما برای حفظ تعادل خود از بادبان خورشیدی بهره می‌گیرد. مطابق شکل سطح بادبان منطبق بر صفحه‌ی مداری فضاپیما است. سطح بادبان را برحسب پارامترهای داده شده در صورت مساله و شکل و ثوابت فیزیکی بدست آورید.



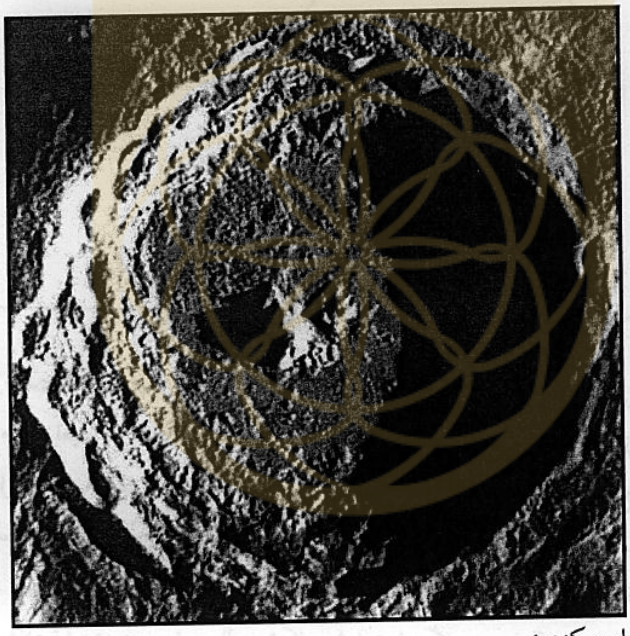
۴. عرض جغرافیایی ناظر در چه بازه‌ای باشد تا دوستاره که همزمان طلوع می‌کنند، بتوانند هم سمت شوند؟

---

۵. می‌دانیم، دمای تابش زمینه‌ی کیهان (CMB) در راستایی که با مختصات کهکشانی $b = 48°$ و $\ell = 264°$ داده می‌شود، بیشینه‌ی مقدار را دارد که به اندازه‌ی $\Delta T = 3.35\ mK$ بیشتر از متوسط است. سرعت کهکشان راه شیری نسبت به تابش زمینه چه‌قدر است؟ (سرعت و جهت حرکت خورشید نسبت به مرکز کهکشان $220\ km$ در جهت مختصات کهکشانی $\ell_0 = 90°$ و $b_0 = 0°$ است.)

---

۶. رصدگر علاقه‌مند به ماه تصمیم می‌گیرد با استفاده از تلسکوپ رصدخانه و ابزار تصویر برداری CCD، تصویر نمای بسته از دهانه "تیکو" بگیرد. دهانه تیکو دهانه‌ای است با قطر $88\ km$ که مطابق شکل زیر در مرکز آن قله‌ای دیده می‌شود به ارتفاع $2400\ m$. طول و عرض جغرافیایی ماه مرکزی تیکو $11.2°$ غربی و $43°$ جنوبی است. اگر در تصویر بدست آمده قطر دهانه‌ی تیکو 2010 پیکسل و حداکثر طول سایه قله مرکزی 272 پیکسل باشد، فاز ماه را در هنگام عکس-برداری بر حسب درصد روشن قرص ماه حساب کنید.



دهانه‌ی تیکو

طول و عرض جغرافیایی ماه مرکزی:

فرض می‌کنیم صفحه‌ی مداری ماه به دور زمین منطبق بر صفحه‌ی دایره‌البروج باشد در این صورت دایره‌ی استوای ماه عبارت است از فصل مشترک صفحه‌ی دایره‌البروج با سطح کره‌ی ماه. ناظر زمینی وقتی به قرص ماه نگاه می‌کند استوای ماه را به شکل قطری می‌بیند که از مرکز قرص می‌گذرد. عرض جغرافیایی همانند کره زمین به صورت زاویه‌ای که شعاع هر نقطه از کره‌ی ماه با صفحه‌ی استوای ماه (که همان صفحه‌ی دایره‌البروج است) می‌سازد، تعریف می‌شود. برای تعیین طول جغرافیایی به نصف‌النهار مبدأ نیاز داریم. نصف‌النهار مبدأ، نصف‌النهاری است که از مرکز قرص ماه از نظر ناظر زمینی می‌گذرد. به این ترتیب مرکز قرص ماه طول و عرض جغرافیایی صفر دارد. روی قرص ماه نقاطی با طول جغرافیایی صفر تا ۹۰ درجه غربی و صفر تا ۹۰ درجه شرقی دیده می‌شوند. نقاطی که طول جغرافیایی آنها بیش از ۹۰ درجه است در نیم‌کره پشتی ماه هستند و هرگز دیده نمی‌شوند.