۱) توسط تلسکوپی با دهانه‌ی ۲۰ سانتی‌متر و فاصله‌ی کانونی ۱۵۰ سانتی‌متر، از ماه عکسی با زمان نوردهی ۰/۱۵ ثانیه گرفته‌ایم.

الف) زمان نوردهی لازم برای تلسکوپی با دهانه‌ی ۱۵ سانتی‌متر و فاصله کانونی ۲۰۰ سانتی‌متر، برای تهیه‌ی عکسی یکسان با عکس فوق چقدر است؟

ب) اندازه‌ی تصویر ماه در صفحه‌ی کانونی هر تلسکوپ چقدر است؟

ج) هر دو تلسکوپ، جهت مشاهده‌ی ماه، با عدسی چشمی به فاصله کانونی ۲۵ میلی‌متر به کار می‌روند. بزرگنمایی این تلسکوپها چقدر خواهد بود؟

---

۲) یکی از ابزارهایی که فضانوردان آپولو ۱۱ که به ماه سفر کردند روی سطح این قمر کار گذاشتند، آینه‌ی مربع شکلی بود به ابعاد ۷۰ سانتی‌متر. این آینه از حدود ۱۰۰ تکه‌ی کوچکتر ساخته شده بود. هر کدام از این آینه‌ها به شکلی طراحی شده بودند که نور را در همان راستایی که به آنها می تابید باز می تاباندند. این آینه روی پایه‌ای نصب شده بود که به کمک آن فضانوردان آینه را به سمت زمین تنظیم کردند. به کمک این آینه‌ها اخترشناسان می‌توانند فاصله‌ی زمین تا ماه را با دقت سانتی‌متر اندازه‌گیری کنند. برای این کار از روی زمین با لیزر به سمت آینه‌ها نور می‌تابانند و زمان رفت و بازگشت نور را اندازه‌گیری می‌کنند و از روی آن فاصله را به دست می آورند. به کمک اطلاعات بسیار دقیقی که از این طریق به دست می‌آید می‌توان آهنگ دور شدن ماه از زمین و بعضی از حرکات پوسته‌ی زمین را بررسی کرد.

رصدخانه‌ی مک دونالد در ایالت تکزاس آمریکا به طور مداوم به کمک این آینه‌ها فاصله‌ی ماه را اندازه‌گیری می‌کند. منجمان در رصدخانه‌ی مک دونالد برای اندازه‌گیری فاصله از یک لیزر قوی و یک تلسکوپ ۳۰ اینچی استفاده می‌کنند. هر چند که لیزر، نور متمرکز تولید می‌کند اما به‌خاطر پراش نور و اثرات جوی، قطر باریکه‌ی نور هنگامی که به سطح ماه می‌رسد در حدود ۷ کیلومتر می‌شود. حساب کنید که توان لیزر (P)، چقدر باید باشد تا نور بازتابیده از آینه‌ها درون چشمی تلسکوپ با چشم قابل مشاهده باشد. از جذب نور در جو زمین صرف نظر کنید و آینه‌ها را بازتابنده کامل در نظر بگیرید.

---

۳) دنباله‌داری در مداری بیضی شکل با نیم‌قطر بزرگ برابر با یک واحد نجومی در صفحه‌ی دایرةالبروج به دور خورشید می‌گردد. چه کسری از طول مدار دنباله‌دار درون مدار زمین است؟

---

۴) ماهواره‌ای که همواره بر فراز استوای زمین در حال حرکت است، توسط ناظری در عرض جغرافیایی ۳۰ درجه‌ی جنوبی مشاهده می‌شود. اگر شعاع مدار این ماهواره ۳ برابر شعاع زمین باشد، حداکثر میل آن از دید این ناظر چقدر است؟

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com

۵) ناظری در نقطه‌ای با طول و عرض جغرافیایی $(۰, ۰)$ ایستاده است و با دست به سوی نقطه‌ای روی زمین اشاره می‌کند، به طوری که سمت و ارتفاع امتداد دست وی به ترتیب A و a است $(a < ۰)$. اگر بتوانیم در امتداد دست این فرد تونلی مستقیم حفر کنیم، دهانه‌ی دیگر تونل در چه طول و عرض جغرافیایی (به ترتیب l و ϕ) قرار می‌گیرد؟

---

۶) تلسکوپ یک رصدخانه در عرض جغرافیایی ۳۴ درجه‌ی شمالی، ستاره‌ای را در میل ۳۶− درجه دنبال می‌کند. ابزارهای الکترونیکی رصدخانه، هم‌زمان محور اپتیکی تلسکوپ را بر روی ستاره و دهانه‌ی تلسکوپ را در مرکز شکاف گنبد تنظیم می‌کنند. به علت عوارض زمینی حداقل زاویه‌ای که بالاتر از افق دیده می‌شود ۱۰ درجه است. با فرض این که طلوع و غروب ستاره در یک شب رخ دهند، در طول مدتی که ستاره در تلسکوپ قابل رؤیت است گنبد چه زاویه‌ای (θ) را طی می‌کند؟

---

۷) فرض کنیم سیاره‌ای روی دایره‌ای به شعاع a به دور خورشید می‌گردد. در یک لحظه جرم خورشید ناگهان دو برابر می‌شود؛ می‌توان نشان داد که با این تغییر، مدار سیاره تبدیل به یک بیضی می‌شود. نیم‌محور بزرگ مدار جدید (a') و خروج از مرکز آن (e) را به دست آورید.

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com

باسمه تعالی

وزارت آموزش و پرورش
باشگاه دانش‌پژوهان جوان

مبارزه علمی برای جوانان، زنده‌کردن روح جست‌وجو و کشف واقعیّت‌هاست.
«امام خمینی (ره)»

سومین المپیاد نجوم کشور

مرحله‌ی دوم

جمعه ۷ اردیبهشت‌ماه ۱۳۸۶

(ویژه گروه سنی زیر ۱۵ سال)

دفترچه‌ی سؤالات

مدت آزمون: ۴ ساعت — **۹:۰۰ تا ۱۳:۰۰**

در پایان آزمون، دفترچه‌ی سؤالات را به همراه دفترچه‌ی پاسخ‌نامه به مسؤول حوزه تحویل دهید.

تذکرات:

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

۱ـ تعداد سؤالات این آزمون ۷ سؤال و وقت آن ۴ ساعت است.

۲ـ بالای تمام برگه‌های داخلیِ پاسخ‌نامه، نام، نام خانوادگی و نام المپیاد (نجوم) را بنویسید.

۳ـ بر روی هر برگه پیش‌نویس که به شما داده می‌شود نام و نام خانوادگی خود را حتماً بنویسید.

۴ـ در محل پیش‌بینی شده در هر صفحه، شماره سؤال را هم به عدد و هم به حروف خوانا بنویسید.

۵ـ در هنگام استفاده از پشت هر برگه توجه داشته باشید که از زیر خط‌چین شروع به نوشتن نمایید.

۶ـ در زیر خط‌چین غیر از جواب سؤالات هیچ علامت یا عبارت مشخصه ننویسید.

۷ـ کارت معرفی‌نامه، تصویر شناسنامه و کارنامه‌ی خود را در دسترس نگه دارید تا مسئول مربوط بتواند آن‌ها را ملاحظه و جمع‌آوری نماید.

۸ـ استفاده از ماشین‌حساب مهندسی که قابل برنامه‌ریزی نباشد، مجاز است.

۹ـ استفاده از جدول‌های نجومی، اطلس‌ها و الماناک‌ها به هر شکل که باشند، **مجاز نیست.**

۱۰ـ هنگام آزمون همراه داشتن **تلفن همراه** (خاموش یا روشن) **تخلف محسوب می‌شود.** لذا تلفن همراه خود را قبل از شروع آزمون خاموش کنید و به مسؤول حوزه تحویل دهید.

۱۱ـ نتایج این آزمون در اواخر خردادماه اعلام خواهد شد.

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com

© کلیه‌ی حقوق این سؤالات برای باشگاه دانش‌پژوهان جوان محفوظ است.

۱) مشاهده‌ی مستقیم سیاره‌های فراخورشیدی در صورتی امکان‌پذیر است که تلسکوپ نه تنها قادر به تفکیک زاویه‌ای سیاره از ستاره‌اش باشد، بلکه نوری که از سیاره دریافت می‌شود در زمینه‌ی نور ستاره، قابل رؤیت باشد. نور هر ستاره بر آشکارساز تلسکوپ به صورت لکه‌ای ظاهر می‌شود که شدت آن از رابطه‌ی

$$I_s(\phi) = I_\circ e^{-D\phi/۲\lambda}$$

تبعیت می‌کند که در این رابطه D قطر دهانه‌ی تلسکوپ، λ طول موج رصدشده توسط تلسکوپ و ϕ جدایی زاویه‌ای از ستاره مرکزی است و $e = ۲/۷۲$ عدد ثابت نپر است. فرض کنید شرط رؤیت سیاره‌ای که در جدایی زاویه‌ای ϕ از ستاره‌ی خود قرار دارد، در طول موج λ، $I_p \geq ۲I_s(\phi)$ باشد که در آن I_p شدت نور سیاره است.

از این ستاره هم‌زمان به کمک دو تلسکوپ با قطر دهانه‌های $D_۱$ و $D_۲$ عکس برداری شده است. در تلسکوپ اول در طول موج $\lambda_۱ = ۸۰۰nm$ نسبت شدت نور سیاره به $I_\circ$، $۱۰^{-۶}$ و در تلسکوپ دوم در طول موج $\lambda_۲ = ۵۰۰۰nm$ نسبت شدت نور سیاره به $I_\circ$، $۱۰^{-۴}$ بوده است. نسبت $D_۱$ به $D_۲$ چقدر باشد که در هر دو تلسکوپ سیاره در آستانه‌ی رؤیت باشد.

---

۲) یکی از ابزارهایی که فضانوردان آپولو ۱۱ که به ماه سفر کردند روی سطح این قمر کار گذاشتند، آینه‌ی مربع شکلی بود به ابعاد ۷۰ سانتی‌متر. این آینه از حدود ۱۰۰ تکه‌ی کوچکتر ساخته شده بود. هر کدام از این آینه‌ها به شکلی طراحی شده بودند که نور را در همان راستایی که به آنها می تابید باز می تاباندند. این آینه روی پایه‌ای نصب شده بود که به کمک آن فضانوردان آینه را به سمت زمین تنظیم کردند. به کمک این آینه‌ها اخترشناسان می‌توانند فاصله‌ی زمین تا ماه را با دقت سانتی‌متر اندازه‌گیری کنند. برای این کار از روی زمین با لیزر به سمت آینه‌ها نور می‌تابانند و زمان رفت و بازگشت نور را اندازه‌گیری می‌کنند و از روی آن فاصله را به دست می‌آورند. به کمک اطلاعات بسیار دقیقی که از این طریق به دست می‌آید می‌توان آهنگ دور شدن ماه از زمین و بعضی از حرکات پوسته‌ی زمین را بررسی کرد.

رصدخانه‌ی مک دونالد در ایالت تکزاس آمریکا به طور مداوم به کمک این آینه‌ها فاصله‌ی ماه را اندازه‌گیری می‌کند. منجمان در رصدخانه‌ی مک دونالد برای اندازه‌گیری فاصله از یک لیزر قوی و یک تلسکوپ ۳۰ اینچی استفاده می‌کنند. هر چند که لیزر، نور متمرکز تولید می‌کند اما به‌خاطر پراش نور و اثرات جوی، قطر باریکه‌ی نور هنگامی که به سطح ماه می‌رسد در حدود ۷ کیلومتر می‌شود. حساب کنید که توان لیزر (P)، چقدر باید باشد تا نور بازتابیده از آینه‌ها درون چشمی تلسکوپ با چشم قابل مشاهده باشد. از جذب نور در جو زمین صرف نظر کنید و آینه‌ها را بازتاباننده کامل در نظر بگیرید.

---

۳) دنباله‌داری در مداری بیضی شکل با نیم‌قطر بزرگ یک واحد نجومی و خروج از مرکز e، در صفحه‌ی دایرةالبروج به دور خورشید می‌گردد. نسبت زمانی که دنباله‌دار درون مدار زمین است به زمانی که خارج مدار زمین است را حساب کنید. مدار زمین را دایره فرض کنید.

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com

۴) ماهواره‌ای که همواره بر فراز استوای زمین در حال حرکت است، توسط ناظری در عرض جغرافیایی ۳۰ درجه‌ی جنوبی مشاهده می‌شود. اگر شعاع مدار این ماهواره ۳ برابر شعاع زمین باشد، حداقل میل آن از دید این ناظر چقدر است؟

---

۵) یک شرکت بین المللی پستی می‌خواهد از نیروی گرانش برای انتقال بسته‌های پستی بین شهرهای مهم جهان استفاده کند. برای این کار این شرکت در نظر دارد در امتداد وتری که شهرهای بزرگ را به هم وصل می‌کند تونلی حفر کند و بسته‌های پستی را از درون این تونل‌ها به کمک نیروی گرانش ارسال کند. زمان لازم T برای انتقال یک بسته‌ی پستی بین دو شهر با طول و عرض جغرافیایی ϕ_1, l_1 و ϕ_2, l_2 چقدر می‌شود؟ از اصطکاک بسته‌ها با دیواره تونل صرف نظر کنید.

---

۶) تلسکوپ یک رصدخانه در عرض جغرافیایی ۳۴ درجه‌ی شمالی، ستاره‌ای را در میل ۳۶− درجه دنبال می‌کند. ابزارهای الکترونیکی رصدخانه، هم‌زمان محور اپتیکی تلسکوپ را بر روی ستاره و دهانه‌ی تلسکوپ را در مرکز شکاف گنبد تنظیم می‌کنند. به علت عوارض زمینی حداقل زاویه‌ای که بالاتر از افق دیده می‌شود ۱۰ درجه است. با فرض این که طلوع و غروب ستاره در یک شب رخ دهند، در طول مدتی که ستاره در تلسکوپ قابل رؤیت است گنبد چه زاویه‌ای (θ) را طی می‌کند؟

---

۷) فرض کنیم سیاره‌ای روی دایره‌ای به شعاع a به دور خورشید می‌گردد. در یک لحظه جرم خورشید ناگهان دو برابر می‌شود؛ می‌توان نشان داد که با این تغییر، مدار سیاره تبدیل به یک بیضی می‌شود. نیم‌محور بزرگ مدار جدید (a') و خروج از مرکز آن (e) را به دست آورید.

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com

ثوابت فیزیکی و نجومی

ثابت جهانی گرانش	$m^{۳}kg^{-۱}s^{-۲}$	$۶/۶۷ \times ۱۰^{-۱۱}$
ثابت استفان بولتزمن	$Wm^{-۲}K^{-۴}$	$۵/۶۷ \times ۱۰^{-۸}$
سرعت نور	$ms^{-۱}$	۳×۱۰^{۸}
جرم اتم هیدروژن	kg	$۱/۶۷ \times ۱۰^{-۲۷}$
ثابت گازها	$J\ K^{-۱}\ mol^{-۱}$	۸/۳۱
پارسک	m	$۳/۰۹ \times ۱۰^{۱۶}$
واحد نجومی	m	$۱/۵ \times ۱۰^{۱۱}$
سال نوری	m	$۹/۴۶ \times ۱۰^{۱۵}$
درخشندگی خورشید	W	$۳/۸۵ \times ۱۰^{۲۶}$
ثابت خورشیدی	$W\ m^{-۲}$	$۱/۳۷ \times ۱۰^{۳}$
جرم خورشید	kg	$۱/۹۹ \times ۱۰^{۳۰}$
شعاع خورشید	m	$۶/۹۶ \times ۱۰^{۸}$
قدر مطلق بولومتریک خورشید		۴/۷۲
قدر ظاهری خورشید		−۲۶/۸
دمای خورشید	K	$۵/۷۹ \times ۱۰^{۳}$
شعاع زمین	m	$۶/۳۸ \times ۱۰^{۶}$
شعاع ماه	m	$۱/۷۴ \times ۱۰^{۶}$
شعاع مداری ماه	m	$۳/۸۴ \times ۱۰^{۸}$
جرم زمین	kg	$۵/۹۷ \times ۱۰^{۲۴}$
بازه‌ی طول موج مرئی	nm	۴۰۰—۷۰۰
حداکثر قطر مردمک چشم سالم	mm	۷

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com