باسمه تعالی

وزارت آموزش و پرورش

باشگاه دانش پژوهان جوان

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

امام خمینی (ره)

پنجمین المپیاد نجوم کشور

مرحله‌ی دوم

سه شنبه ۱ اردیبهشت ۱۳۸۸

مدت آزمون: ۳ ساعت و ۳۰ دقیقه

شروع: ۱٤:۰۰ الی ۱۷:۳۰

دفترچه ی سؤالات

تذکرات:

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

۱- تعداد سؤالات این آزمون ۷ سؤال و وقت آن ۳ ساعت و نیم است.

۲- بر روی هر برگه پیش نویس که به شما داده می شود 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.

٤- معرفی نامه و کارنامه‌ی خود را در دسترس نگه دارید تا مسئول مربوط بتواند آن‌ها را ملاحظه و جمع آوری نماید.

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

٦- 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 می شود. لذا آن را قبل از شروع آزمون به مسئول حوزه تحویل دهید.

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

۱) با فروپاشی α در هسته پلوتونیوم ^{۲۳۸}Pu (نیمه عمر ۸۷/۷ سال، جرم هسته ۲۳۸/۰۵)، هسته اورانیوم ^{۲۳۴}U به وجود می‌آید. در این فرایند مقدار ۵/۴۹ MeV انرژی آزاد می شود. در مولدهای موسوم به رادیوگرمایی، از انرژی گرمایی این فرایند برای تولید انرژی استفاده می‌شود. فضاپیمای Voyager ۲، که درتاریخ ۳۰ مرداد ۱۳۵۶ به فضا پرتاب شد، در مسیر خود از نزدیکی ۴ سیاره، از جمله سیاره زحل در فاصله AU ۹/۵ از خورشید، در تاریخ ۵ شهریور ۱۳۵۸ عبور کرد. منبع تغذیه آن یک مولد رادیوگرمایی با بازدهی ۵/۵ ٪ بود که ۴/۵kg پلوتونیوم ^{۲۳۸}Pu به همراه داشت. هم دوره با این فضاپیما، ایستگاه فضایی Skylab (سال‌های ۱۳۵۷-۱۳۵۲) بود که برای تغذیه انرژی آن پنل‌های خورشیدی با مساحت $۷۳۰m^۲$ و توان ۱۰/۵ kW طراحی شده بودند اما در هنگام پرتاب آسیب دیدند. اگر در فضاپیمای Voyager ۲ نیز برای تولید انرژی از پنل‌های خورشیدی همانند ایستگاه فضایی Skylab استفاده می‌شد، به گونه‌ای که مقدار انرژی آن برابر با مولد رادیوگرمایی آن باشد، چه مساحتی برای این پنل‌ها باید در نظر گرفته می‌شد؟

---

۲) رصد و اندازه‌گیری سرعت‌های چرخشی ستاره‌ها به دور مرکز کهکشان‌های مارپیچی نشان می‌دهد که در فاصله‌های زیاد، چند کیلو پارسکی، از مرکز کهکشان داریم: $\lim_{r\to\infty} V(r) = V_{Const}$. فرض کنید که در کهکشان‌های مارپیچی، نسبت جرم به درخشندگی و همچنین نسبت درخشندگی به سطح مقدار ثابتی است. رابطه‌ی زیر را با فرض توزیع کروی و متقارن برای ستاره‌ها و قانون جاذبه‌ی نیوتنی بدست آورید.

$$M = -۱۰ \log V_{Const} + Const$$

(M قدر مطلق کهکشان است.)

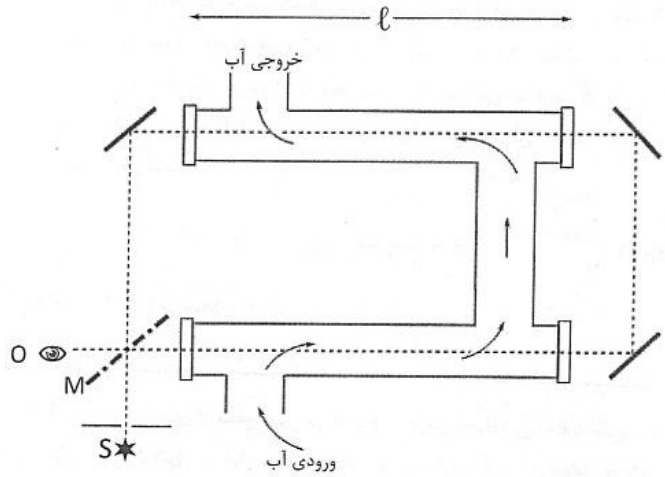
---

۳) کوتوله‌ی سفید ستاره‌ای است که جرم آن از مرتبه‌ی جرم خورشید، و شعاع آن از مرتبه‌ی شعاع زمین است.

الف) فرض کنید یک کوتوله‌ی سفید از تحول ستاره‌ای مثل خورشید ساخته شده باشد. و فرض کنید طی این تحول ماده‌ی مجاور سطح این ستاره یک رسانای بسیار خوب است، چنان‌که هر مدار فرضی که بگیریم ، نیرو ی محرکه‌ی الکتروموتوری در آن مدار صفر است. شار مغناطیسی که از یک مدار فرضی می‌گذرد را در نظر بگیرید، انقباض مدار همراه با ستاره را دنبال کنید، و از آنجا شدت میدان مغناطیسی در سطح ستاره(B) را وقتی شعاع ستاره در حال انقباض(r) است، حساب کنید.

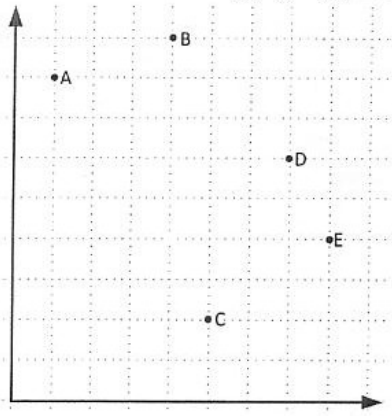
ب) با استفاده از اینکه شدت میدان مغناطیسی در سطح خورشید $۲ \times ۱۰^{-۴}T$ است، شدت میدان مغناطیسی در سطح یک کوتوله‌ی سفید را تخمین بزنید.

۴) در سال ۱۸۵۱، فیزو سرعت نور را در محیط متحرک به وسیله‌ی تداخل‌سنجی که طرح آن را در شکل زیر می‌بینید، مورد بررسی قرار داد. نوری با طول موج λ از منبع S به وسیله‌ی آینه‌ی M به دو شعاع تقسیم می‌شود. شعاع‌ها به دور تداخل‌سنج در دو جهت مختلف حرکت می‌کنند و در تلسکوپ ناظرِ O که شکل فریز را می‌بیند با هم ترکیب می‌شوند. دو بازوی تداخل‌سنج لوله‌هایی پر از آب به طول ℓ هستند که به صفحه‌هایی از شیشه‌ی مسطح منتهی می‌شوند. آب در لوله‌ها جاری است، به طوری‌که یکی از شعاع‌های نوری در جهت جریان آب و دیگری در خلاف جهت جریان آب حرکت می‌کند. بدون در نظر گرفتن اثرات نسبیتیِ جمع سرعت‌ها، جابه‌جایی فریز وقتی آب با سرعت v جریان دارد چه‌قدر است؟



---

۵) شکل زیر پنج نقطه از مدار جرمی آسمانی را نشان می‌دهد که مختصات نقاط آن به صورت زیر است.



$A:(۱,۸)$ $B:(۴,۹)$ $C:(۵,۲)$ $D:(۷,۶)$ $E:(۸,۴)$

این مدارِ کدام‌یک از مقاطع مخروطی است؟ مشخصات مدار را محاسبه کنید.

۶) مدار جسم A که به دلیل گرانش جسم B دور B می‌گردد، یک بیضی است. جسم B یک کانون این بیضی است. معادله‌ی مدار به صورت

$$r = \frac{a(1-\varepsilon^2)}{1+\varepsilon\cos\theta}$$

است، که a نیم‌قطر بزرگ بیضی، ε خروج از مرکز بیضی، r فاصله‌ی A با B، و θ زاویه‌ی بردار واصل B به A با بردار واصل B به D (حضیض مدار A) است.

جسم A را کره‌ی کوچکی بگیرید که به دور خودش هم می‌چرخد. محور این چرخش بر مدار A عمود است، جهت چرخش همان جهت گردش مداری A است، دوره‌ی چرخش با دوره‌ی مداری برابر است و سرعت چرخش ثابت است. در این صورت اگر خروج از مرکز مدار صفر می‌بود، از B فقط نیمی از A دیده می‌شد. فرض کنید خروج از مرکز مدار بسیار کوچک‌تر از یک است و وابستگی زاویه θ با زمان (t) به صورت زیر است، که در آن صفر t از حضیض مدار محاسبه می‌شود. (l اندازه حرکت زاویه‌ای است.)

$$t = \frac{1}{\lambda}(\theta - 2\varepsilon\sin\theta) \qquad , \qquad \lambda = \frac{l}{ma^2(1-\varepsilon^2)^2}$$

حالا B چه کسری از A را می‌بیند؟

---

۷) هواپیمایی در ارتفاع ۴۰۰۰ متری از سطح زمین در نقطه‌ای با عرض جغرافیایی 60° شمالی، با سرعت $200\ km/h$ نسبت به سطح زمین به سمت شرق در حال پرواز است. از دید او ستاره‌ی A با افق مماس می‌شود. ستاره‌ی B که ۶ ساعت جلوتر از A است و میل آن 18° کمتر از میل ستاره‌ی A است، چند ساعت بعد، از دید خلبان غروب می‌کند؟

ثوابت فیزیکی و نجومی

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