



جمهوری اسلامی ایران  
وزارت آموزش و پرورش  
مرکز ملی پرورش استعداد های درخشان و دانش پژوهان جوان  
معاونت دانش پژوهان جوان



مرکز ملی پرورش استعداد های درخشان  
و دانش پژوهان جوان

مبارزه علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست و جو و کشف واقعیت هاست. «لام خمینی (ره)»

اینجانب ..... (شرکت کننده) این دفترچه را به صورت کامل (۲۴ برگه با احتساب جلد) دریافت نمودم امضاء

اینجانب ..... (منشی حوزه) تعداد ..... برگه (با احتساب جلد) دریافت نمودم امضاء

## سیزدهمین دوره المپیاد نجوم و اختر فیزیک

تاریخ: ۱۳۹۶/۱/۳۱ - ساعت: ۱۴:۰۰ - مدت: ۲۴۰ دقیقه



شماره سندلی

استان:  
منطقه:  
پایه تحصیلی:

شماره پرونده:  
کد ملی:  
نام پدر:  
نام مدرسه:



حوزه:

# ذهن زیبا

### توضیحات مهم

#### استفاده از ماشین حساب مجاز است

- ۱- این پاسخ نامه به صورت نیمه کامپیوتری تصحیح می شود، بنابراین از مجاله و کثیف کردن آن جداً خودداری نمایید.
- ۲- مشخصات خود را با اطلاعات بالای هر صفحه تطبیق دهید. در صورتی که حتی یکی از صفحات پاسخ نامه با مشخصات شما همخوانی ندارد، بلافاصله مراقبین را مطلع نمایید.
- ۳- پاسخ هر سوال را در محل تعیین شده خود بنویسید. چنانچه همه یا قسمتی از جواب سوال را در محل پاسخ سوال دیگری بنویسید، به شما نمره ای تعلق نمی گیرد.
- ۴- با توجه به آنکه برگه های پاسخ نامه به نام شما صادر شده است، امکان ارائه هیچگونه برگه اضافه وجود نخواهد داشت. لذا توصیه می شود ابتدا سوالات را در برگه چرک نویس، حل کرده و آنگاه در پاسخنامه پاکنویس نمایید.
- ۵- عملیات تصحیح توسط مصححین، پس از قطع سربرگ، به صورت ناشناس انجام خواهد شد. لذا از درج هرگونه نوشته یا علامت مشخصه که نشان دهنده صاحب برگه باشد، خودداری نمایید. در غیر این صورت تقلب محسوب شده و در هر مرحله ای که باشید از ادامه حضور در المپیاد محروم خواهید شد.
- ۶- از مخدوش کردن دایره ها در چهار گوشه صفحه و بارکدها خودداری کنید. در غیر این صورت برگه شما تصحیح نخواهد شد.
- ۷- همراه داشتن هرگونه کتاب، جزوه، یادداشت و لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه، ساعت هوشمند، دستبند هوشمند و لپ تاپ ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد، تقلب محسوب خواهد شد.
- ۸- شرکت کنندگان در دوره تابستان از بین دانش آموزان پایه دهم و سوم متوسطه انتخاب می شوند.

ثوابت نجومی و فیزیکی مورد نیاز

$6.67 \times 10^{-11}$	$N m^2 kg^{-2}$	ثابت جهانی گرانش	$G$
$5.67 \times 10^{-8}$	$W m^{-2} K^{-4}$	ثابت استفان-بولتزمن	$\sigma$
$7.56 \times 10^{-16}$	$J m^{-3} K^{-4}$	ثابت تابش	$a=4\sigma/c$
$1.38 \times 10^{-23}$	$J K^{-1}$	ثابت بولتزمن	$k_B$
$6.63 \times 10^{-34}$	$J.s$	ثابت پلانک	$h$
$1.6 \times 10^{-19}$	$C$	بار الکترون	$e$
$9.1 \times 10^{-31}$	$kg$	جرم الکترون	$m_e$
$1.67 \times 10^{-27}$	$kg$	جرم اتم هیدروژن	$m_H$
$3.0 \times 10^8$	$m/s$	سرعت نور	$c$
$3.09 \times 10^{16}$	$m$	پارسک	$pc$
$1.5 \times 10^{11}$	$m$	واحد نجومی	$r_{earth}-AU$
$9.46 \times 10^{15}$	$m$	سال نوری	$Ly$
$6.96 \times 10^8$	$m$	شعاع خورشید	$R_{sun}$
$1.99 \times 10^{30}$	$kg$	جرم خورشید	$M_{sun}$
$6.38 \times 10^6$	$m$	شعاع زمین	$R_{earth}$
0.007		ضریب کارایی همجوشی هیدروژن	$\epsilon$
50	$AU$	شعاع منظومه شمسی	$R_{solars sys}$
15	$kpc$	شعاع کهکشان راه شیری	$R_{Gal}$
50	$kpc$	فاصله ابر ماژلانی بزرگ	$R_{LMC}$
60	$kpc$	فاصله ابر ماژلانی کوچک	$R_{SMC}$
770	$kpc$	فاصله کهکشان آندرومدا	$R_{AM-Gal}$
20	$Mpc$	فاصله خوشه کهکشانی سنبله	$r_{virgo-Chustr}$
4	$Gpc$	ابعاد کیهان	$D_{cosmos}$
13.6	$Gyr$	عمر عالم	$T_{cosmos}$
68	$(km/s)/Mpc$	ثابت هابل	$H_0$
$1.37 \times 10^3$	$W m^{-2}$	ثابت خورشیدی	$f_{sun}$
$3.85 \times 10^{26}$	$W$	درخشندگی خورشید	$L_{sun}$
4.72		قدر مطلق خورشید	$M_{sun}$
-26.7		قدر ظاهری خورشید	$m_{sun}$
23.45	$Degree$	زاویه تمایل محور دوران زمین	
-12.74		قدر ظاهری ماه بدر	$m_{moon}$
33.67°N, 51.32°E	$Degree$	مختصات جغرافیایی رصدخانه ملی ایران	$\lambda, \beta_{INO}$
768.7	$mas$	اختلاف منظر پروکسیما قنطورس	$d_{\alpha Cen}$
4.5	$Gyr$	سن خورشید	$A_{sun}$



نام:  
نام خانوادگی:  
کد ملی:



۱ یکی از روشهای فهم بهتر ابعاد و اعداد بزرگ مقیاس در نجوم و اخترفیزیک، نزدیک تر کردن مقیاسها به ابعاد و اندازه هایی است که معمولا در زندگی روزمره از آنها تجربه و حس بهتری داریم. بر این اساس می‌خواهیم مدلی ساده از جهان اطراف خودمان ایجاد کنیم که ابعاد و زمان‌های بزرگ مقیاس را بهتر درک کنیم. در این مدل فرض کنید که خورشید یک پرتقال درشت به قطر ۱۴ سانتیمتر باشد. در این صورت فواصل و واحدهای آنها را بیان کنید (از جدول موجود در پاسخنامه استفاده کنید).

انتخاب بهترین واحد در ستون واحدها نمره خواهد داشت.

از بقایای بدست آمده از انسان‌های نخستین دیده می‌شود که تقریباً آنها حدود ۲ میلیون سال قبل روی کره زمین می‌زیسته اند. اگر عمر عالم را یک روز ۲۴ ساعته تصور کنیم، موارد زیر را محاسبه کنید (از جدول موجود در پاسخنامه استفاده کنید). (۲۵ نمره)

در صورت لزوم از این قسمت

به عنوان چرک نویسن

استفاده کنید  
**ذهن زیبا**

مطالب این قسمت

تحت هیچ شرایطی

تصحیح نخواهد شد



نام:  
نام خانوادگی:  
کد ملی:



واحد	جرم
سانتیمتر	قطر خورشید
	قطر زمین
	فاصله زمین تا خورشید
	فاصله نزدیکترین ستاره به خورشید
	قد یک انسان
	قطر منظومه شمسی
	قطر کهکشان راه شیری
	فاصله ابر ماژلانی کوچک
	فاصله ابر ماژلانی بزرگ
	فاصله کهکشان آندرومدا
	فاصله خوشه کهکشانی سنبله
	ابعاد کیهان

سوال ۱ جدول ۱

واحد	بازه زمانی
ساعت	سن عالم
	عمر خورشید
	سن خورشید
	پیشینه انسان بر روی زمین
	زمانی که تاریخ نگاشته شده است (تقریباً ۴۰۰۰ سال)
	عمر یک انسان نوعی روی سطح زمین
	یک سال

سوال ۱ جدول ۲



نام:  
نام خانوادگی:  
کد ملی:



۲ محاسبه ساعت خورشیدی به همین سادگی است که شما در این سوال می‌بینید. فقط باید این محاسبات را برای طول سال انجام دهید و آن را روی یک صفحه ترسیم کنید تا صفحه‌ی اصلی ساعت آفتابی شما تولید شود. آخرین عبور خورشید از نقطه اعتدال بهاری ساعت ۱۳:۵۷:۴۰ روز ۳۰ اسفند سال ۱۳۹۵ به وقت ایران بوده است. از بیضی بودن مدار زمین به دور خورشید صرف نظر کنید. البته اگر بخواهید که ساعت دقیقتری داشته باشید لازم است اثرات بیضی بودن مدار زمین را در نظر بگیرید. زوایای خواسته شده را با دقت ۱۵ دقیقه قوس گزارش کنید.

از دید ناظری در محل رصدخانه ملی ایران و در لحظه شروع آزمون المپیاد نجوم و اخترفیزیک، موارد زیر را محاسبه کنید (از جدول موجود در پاسخنامه استفاده کنید). (۴۰ نمره)

در صورت لزوم از این قسمت

به عنوان چرک نویس

استفاده کنید

مطالب این قسمت

تحت هیچ شرایطی

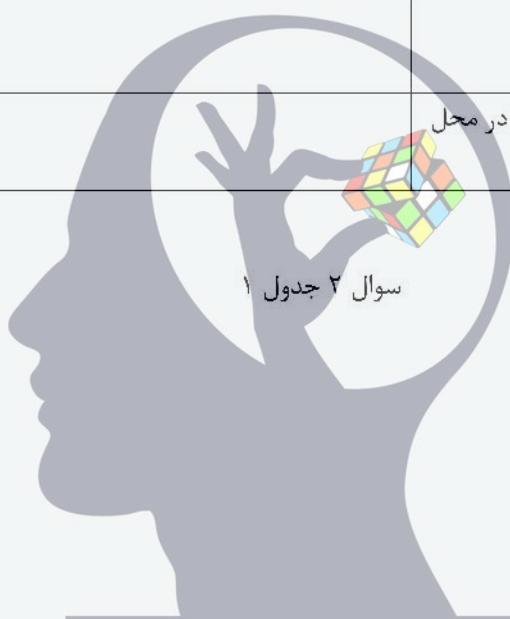
تصحیح نخواهد شد



نام:  
نام خانوادگی:  
کد ملی:



	الف)	بعد خورشید
	ب)	میل خورشید
	ج)	زاویه ساعتی خورشید
	د)	ارتفاع خورشید
	ه)	سمت خورشید
	و)	طول سایه یک میله یک متری در محل

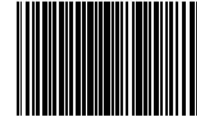


سوال ۲ جدول ۱

**ذهن زیبا**



نام:  
نام خانوادگی:  
کد ملی:

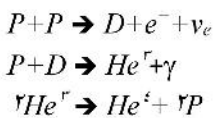


۳- این سوال برای تخمین سهم نوترینوهای ستاره‌ای در تابش زمینه نوترینوی کیهانی است.

نوترینوهای خورشیدی طی چند فرآیند غالب زیر تولید می‌شوند. در جدول زیر انرژی و سهم هر فرآیند بر حسب درصد بیان شده است:

فرآیند	انرژی نوترینو (keV)	سهم (درصد)
$p-p$	۴۰۰	۹۲٫۴
$Li$	۹۰۰	۷٫۴
$p-e-p$	۱۷۰۰	۰٫۲
$Be$	۱۸۰۰۰	$۸ \times 10^{-3}$

واکنشهای تولید هلیوم در فرآیند اول به شرح زیر است:



الف) انرژی متوسط نوترینوهای خورشیدی را محاسبه کنید.

ب) درخشندگی نوترینویی خورشید را بر حسب درخشندگی خورشید بدست آورید.

ج) فرض کنید همه کهکشان‌های عالم مشابه بوده و از ستاره‌های خورشیدگون مشابه تشکیل شده باشند. درخشندگی کهکشان راه شیری  $10^{11}$  برابر درخشندگی خورشید بوده و در کل عالم نیز تقریباً  $10^{11}$  کهکشان تخمین زده می‌شود. تخمین بزنید در هر سانتیمتر مکعب از کیهان چند نوترینو ستاره‌ای وجود خواهد داشت؟

د) در این صورت آیا نوترینوی ستاره‌ای می‌تواند کاندیدای خوبی برای ماده تاریک باشد؟ چرا؟ (چگالی ماده تاریک  $6 \times 10^{-28} \text{ kg/cm}^3$ )  
 لطفا پاسخ‌های نهایی خود را در جدول زیر بنویسید (از جدول موجود در پاسخنامه استفاده کنید). (۳۵ نمره)

## ذهن زیبا

در صورت لزوم از این قسمت

به عنوان چرک نویسی

استفاده کنید

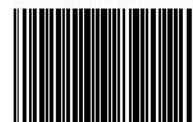
مطالب این قسمت

تحت هیچ شرایطی

تصحیح نخواهد شد



نام:  
نام خانوادگی:  
کد ملی:



	(الف)
	(ب)
	(ج)
	(د)





نام:  
نام خانوادگی:  
کد ملی:



۴ رصدخانه ملی ایران (INO) اولین نور خود را در انتهای سال ۱۴۰۰ دریافت خواهد کرد. اطلاعات کاملی از این رصدخانه در اینترنت موجود است (ino.org.ir) که برخی از آنها در اینجا آورده شده است. آینه اصلی آن وزن ۴ تن، ضخامت شیشه ۱۸ سانتیمتر و از نوع شیشه زردور (Zerudor) و با ضریب انبساط حرارتی  $10^{-7}$  بر درجه سلسیوس، نسبت کانونی  $F/1.5$ ، دقت صافی سطح حدود ۲ نانومتر و قطر ۳٫۴ متر دارد. یک روزنه ۷۰۰ میلیمتری در مرکز آینه اصلی برای عبور نور تعبیه شده است. قطر آینه ثانویه آن نیز ۶۰۰ میلیمتر است. این تلسکوپ از نوع ریچی-کرتین بوده و هر دو آینه اصلی و ثانویه آن هذلولوی هستند. این تلسکوپ در قله گرکش در نزدیکی شهر کاشان و در ارتفاع ۳۶۰۰ متری از سطح دریا قرار می‌گیرد. دید نجومی آن در بهترین حالت به حدود ۰٫۱ تا ۰٫۲ ثانیه قوسی می‌رسد.

- الف) فاصله کانونی آینه اصلی این تلسکوپ چند متر است؟
- ب) با اختلاف دمای حدود ۱۵ درجه بین شب و روز مقدار تغییر ضخامت آینه حدوداً چه ضربی از طول موج نور مرئی خواهد شد؟ (راهنمایی: نور مرئی در بازه‌ی ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر است)
- ج) توان تفکیک ناشی از پراش این تلسکوپ چند میلی ثانیه قوسی (mas) است؟
- د) نسبت کانونی (F number) نهایی این تلسکوپ  $F/11$  است. مقیاس صفحه آن (plate scale) چقدر است؟ ( $d\theta/dl$ )
- ه) برای پوشش میدان دید ۲۰ دقیقه قوسی، ابعاد CCD مورد استفاده باید چند سانتیمتر باشد؟
- و) حد قدری این تلسکوپ چقدر است؟ (حد قدری چشم انسان با قطر مردمک ۶ میلیمتر، ۶ است.)
- ز) اگر این تلسکوپ بخواهد برای ثبت ستاره کم فروغی، این ستاره را بمدت ۱ ساعت دنبال کند بطوری که یک بازه‌ی زاویه‌ای ۰٫۱ ثانیه قوسی، همواره روی یک پیکسل بیوفتد، دقت سرعت زاویه‌ای موتور تلسکوپ بر حسب میلی ثانیه قوسی بر ثانیه ( $\text{mas}/\text{sec}$ ) چقدر باید باشد؟ (از جدول موجود در پاسخنامه استفاده کنید). (۴۰ نمره)

## ذهن زیبا

در صورت لزوم از این قسمت

به عنوان چرک نویس

استفاده کنید

مطالب این قسمت

تحت هیچ شرایطی

تصحیح نخواهد شد

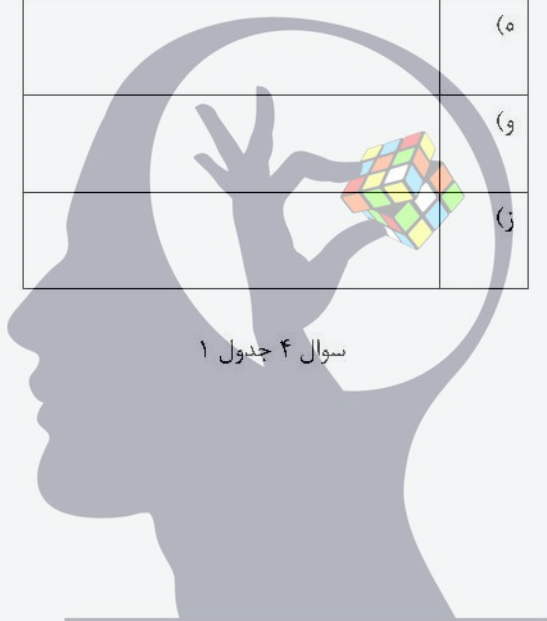


نام:  
نام خانوادگی:  
کد ملی:



	(الف)
	(ب)
	(ج)
	(د)
	(ه)
	(و)
	(ز)

سوال ۴ جدول ۱



**ذهن زیبا**



نام:  
نام خانوادگی:  
کد ملی:



۵ برای سادگی فرض کنید که مدارهای زمین و مریخ دایره بوده و روی یک صفحه قرار دارند. می‌خواهیم یک مریخ نورد را با صرف کمترین انرژی از سطح زمین به مریخ پرتاب کنیم. فرض می‌کنیم که مقدار تغییر سرعت‌ها در زمان‌های بسیار کوتاهی نسبت به زمان کل انتقال، صورت می‌گیرد (که معمولا و در عمل نیز این فرض خوبی است). ابتدا تمامی پاسخ‌ها را به صورت پارامتری بدست آورده و سپس مقادیر عددی آنها را محاسبه کنید و در جدول پاسخ‌ها بنویسید. (شعاع مداری مریخ  $1.52 \text{ AU}$  است)

الف) شکل مدار مورد نظر خود را ترسیم کنید.

ب) کمترین مقدار افزایش سرعتی را که لازم است به مریخ نورد داده شود تا بتواند به مدار مریخ برسد بدست آورید؟

ج) مقدار افزایش یا کاهش سرعتی که مریخ نورد در هنگام رسیدن به مدار مریخ لازم دارد تا اعمال کند، تا در مدار مریخ قرار گیرد را محاسبه کنید. کاهش یا افزایش را حتما ذکر کنید.

د) زاویه زمین-خورشید-مریخ در لحظه پرتاب مریخ نورد را محاسبه کرده بطوری که مریخ نورد به محض قرارگیری در مدار مریخ بتواند بر سطح مریخ فرود آید. کدامیک باید جلوتر باشند؟ زمین یا مریخ؟

ه) آخرین مقابله مریخ و خورشید ۲ خرداد ۱۳۹۵ ساعت ۱۵:۳۰ به وقت تهران بود. محاسبه کنید که نزدیکترین زمانی که برای پرتاب یک مریخ نورد مناسب است کی خواهد بود؟ (از جدول موجود در پاسخنامه استفاده کنید) (۵۰ نمره)

در صورت لزوم از این قسمت

به عنوان چرک نویس

استفاده کنید

مطالب این قسمت

تحت هیچ شرایطی

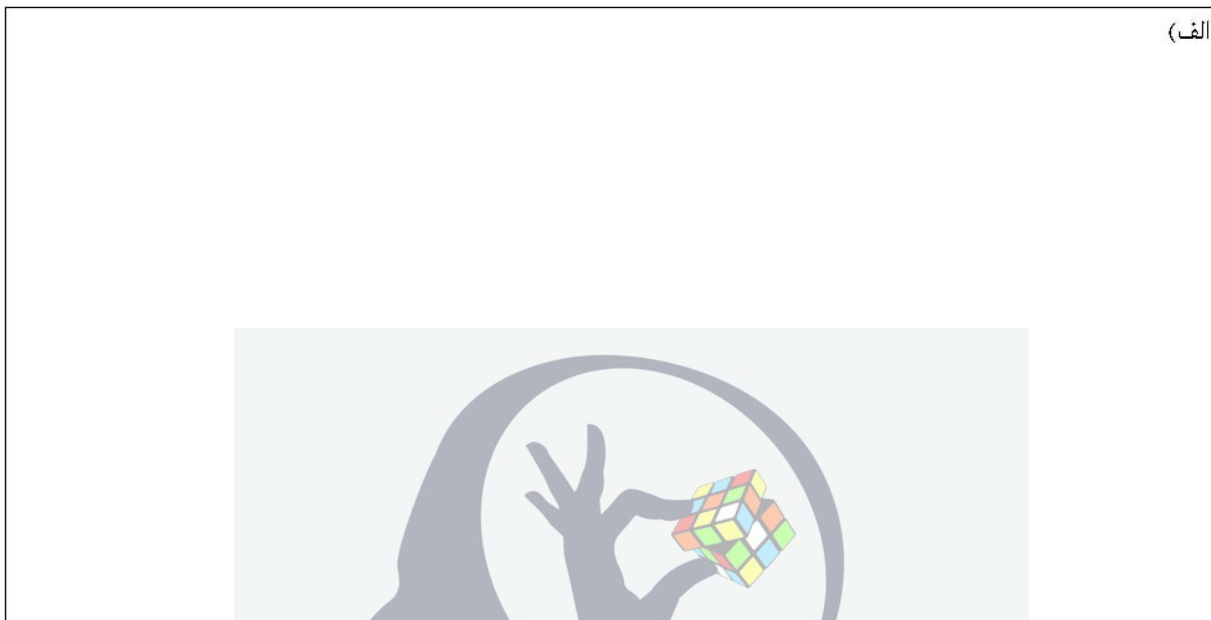
تصحیح نخواهد شد



نام:  
نام خانوادگی:  
کد ملی:



(الف)



سوال ۵ جدول ۱

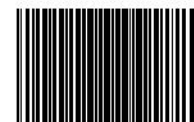
پاسخ عددی	پاسخ به صورت پارامتری	
		(ب)
		(ج)
		(د)
		(ه)

**ذهن زیبا**

سوال ۵ جدول ۲



نام:  
نام خانوادگی:  
کد ملی:



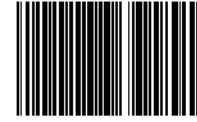
۶- فرض کنید کیهان تخت است و چگالی متوسط آن برابر است با  $\rho_c = \frac{3H_0^2}{8\pi G}$ . فرض کنید ۲۶ درصد از جرم کیهان از ماده‌ی تاریک تشکیل شده است. هنوز دقیقاً مشخص نیست که ماده‌ی تاریک از چه ذراتی تشکیل شده است. برخی از دانشمندان بر این باورند که نوترینوهای باقی مانده از انفجار بزرگ می‌توانند کاندید مناسبی برای ماده‌ی تاریک باشند. ۶ نوع نوترینو با جرمهای متفاوت در عالم وجود دارند (۷۱، ۷۲، ...، ۷۶). این نوترینوها در حال حاضر بسیار سرد هستند یعنی انرژی جنبشی‌شان در مقابل انرژی جرم سکون-شان ناچیز است. چگالی عددی هر کدام از این نوترینوها  $\frac{3}{11}$  چگالی عددی فوتون‌های تابش زمینه کیهانی است ( $n_{\gamma_i} = \frac{3}{11} n_p$ ) که در آن  $n_p = 410 \text{ cm}^{-3}$ . با فرض اینکه نوترینوها تنها مولفه‌ی تشکیل دهنده‌ی ماده‌ی تاریک در کیهان باشند، مجموع جرم ۶ نوع نوترینو،  $m_0 = \sum_{i=1}^6 m_{\gamma_i}$  را برحسب واحد الکترون ولت بر مربع سرعت نور ( $cV/c^2$ ) به دست آورید. این مقدار  $m_0$  در واقع یک حد بالا برای جرم نوترینوها محسوب می‌شود که بر اساس اطلاعات کیهانشناسی حاصل شده است. (۲۵ نمره)

در صورت لزوم از این قسمت  
به عنوان چرک نویسی  
ذهن زیبا  
استفاده کنید

مطالب این قسمت  
تحت هیچ شرایطی  
تصحیح نخواهد شد



نام:  
نام خانوادگی:  
کد ملی:



۷ فرض کنید در یک کهکشان نرخ تشکیل ستاره‌ای با زمان به صورت زیر کاهش می‌یابد:

$$S(t) = S(0) \exp(-t/t_*)$$

به طوری که  $S(0) = 1 M_{\text{sun}}/\text{yr}$  و  $t_* = 3 \text{ Gyr}$  مقادیر ثابتی هستند. برای سادگی فرض کنید که فقط ۱۰ نوع ستاره با جرم‌های ۱، ۲، ۳، ... و ۱۰ جرم خورشید تولید می‌شوند و تابع توزیع جرمی ستاره‌های تولید شده با رابطه‌ی زیر داده می‌شود:

$$\frac{dN(M)}{dM} = kM^{-3}$$

که در آن  $k$  مقدار ثابتی است.

الف) اگر فرض کنیم اولین دوره ستاره زایی در مدت ۱۰ میلیون سال اتفاق افتاده باشد و مجموعاً در این مرحله ۱ میلیون ستاره تولید شده باشد مقدار ثابت  $k$  را بدست آورید.

ب) پس از اولین دوره ستاره زایی، تعداد ستاره‌های تولید شده از هر جرم را بدست آورده و در یک جدول ۱۰ سطری نمایش دهید و نمودار تابع توزیع جرمی (یعنی محور افقی جرم ستاره و محور عمودی تعداد ستارگان) را رسم کنید. (از جدول موجود در پاسخنامه استفاده کنید).

ج) در زمان  $t = 10 \text{ Gyr}$  تابع جرم ستاره‌هایی که روی رشته‌ی اصلی قرار دارند را مجدداً پس از محاسبه در جدول جدیدی وارد کرده و نمودار تابع جرم را رسم کنید. (از جدول موجود در پاسخنامه استفاده کنید).

راهنمایی: رابطه‌ی جرم-طول عمر رشته‌ی اصلی ستارگان را به صورت زیر در نظر بگیرید.

$$T = 10 \text{ Gyr} (M/M_{\text{sun}})^{-2}$$

ذهن ریبا  
(۶۰ نمره)

در صورت لزوم از این قسمت

به عنوان چرک نویس

استفاده کنید

مطالب این قسمت

تحت هیچ شرایطی

تصحیح نخواهد شد

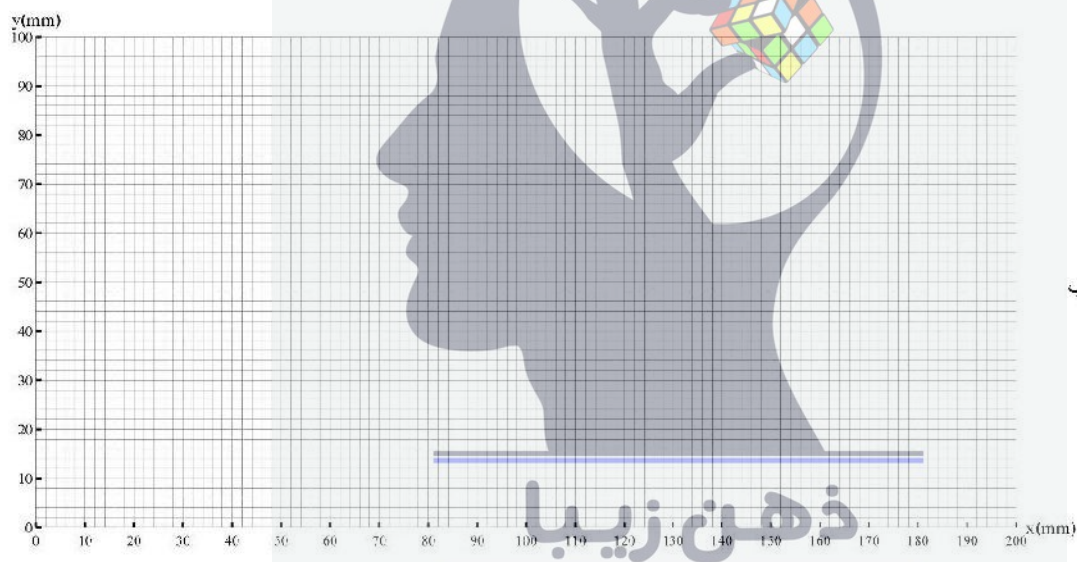


نام:  
نام خانوادگی:  
کد ملی:

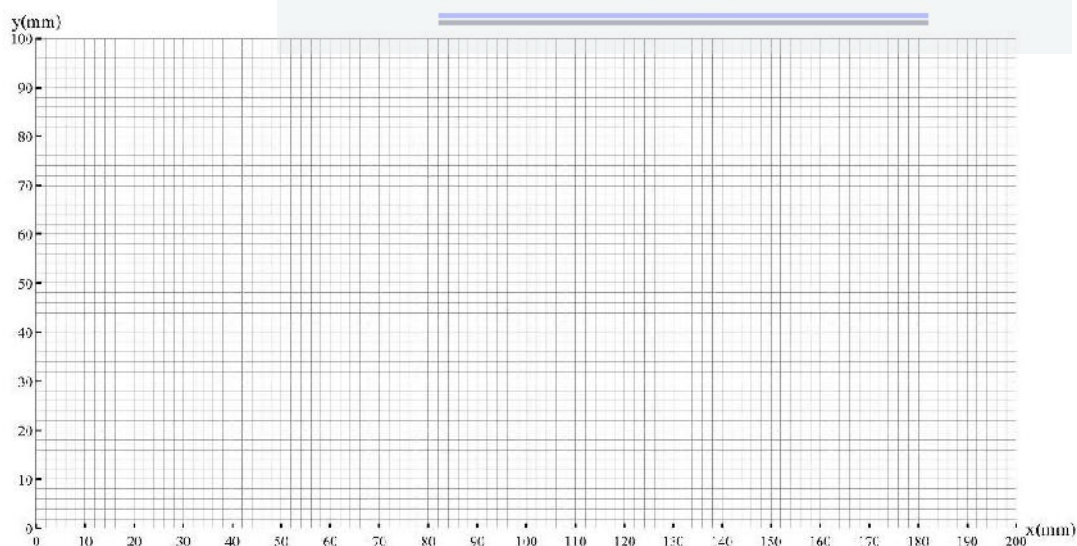


تعداد ستاره	جرم ستاره
سوال ۷ قسمت ج	

تعداد ستاره	جرم ستاره
سوال ۷ قسمت ب	



سوال ۷ قسمت ب



سوال ۷ قسمت ج



نام:  
 نام خانوادگی:  
 کد ملی:



- ۸ انفجار ابرنواختر SN1006 برای اولین بار توسط منجم مسلمان علی‌ابن رضوان در تابستان سال ۱۰۰۶ میلادی به شرح زیر گزارش شده است: "جرمی نورانی است به شکل دایره‌ای به بزرگی ۲٫۵ تا ۳ برابر سیاره زهره که آسمان را به خوبی روشن کرده است. شدت نور آن نزدیک به یک چهارم شدت نور ماه کامل است". همزمان راهبان مسیحی در سنت گالین نیز منحنی نوری این انفجار را به طور تقریبی ثبت کرده‌اند. بر اساس داده‌های آنها به نظر می‌رسد که این انفجار از نوع ابرنواختر نوع Ia بوده است. ابرنواختر نوع Ia در یک سیستم دوتایی که یکی از مولفه‌های آن کوتوله سفید باشد رخ می‌دهد. وقتی جرم مولفه کوتوله سفید به یک حد خاص معروف به حد چاندراسکار می‌رسد انفجار رخ می‌دهد. به دلیل یکسان بودن این شرط حدی برای شروع انفجار، تمام ابرنواخترهای نوع Ia در بیشینه‌ی روشنایی خود به قدر مطلق یکسانی می‌رسند که مقدار آن در فیلتر نور مرئی برابر است با  $M_V = -19.5 \pm 0.4$ . در دو دهه‌ی گذشته رصدهای متعددی از بقایای این ابرنواختر انجام شده است. با مقایسه‌ی تصاویر دیده شده در سال‌های متوالی مشخص شده است که پوش کروی تولید شده از بقایای این انفجار با سرعت  $\alpha = 0.280 \pm 0.008 \text{ miliarcsec. yr}^{-1}$  در حال انبساط است. همچنین با اندازه‌گیری انتقال دوپلری خطوط طیفی، سرعت شعاعی پوش در حال انبساط نیز برابر با  $V_r = 2900 \pm 100 \text{ km/s}$  اندازه‌گیری شده است. نهایتاً از قرمزشدگی طیف ستاره‌های همسایه، مقدار جذب میان ستاره‌ای در راستای دید SN1006 برابر  $A_V = 0.31 \pm 0.10$  اندازه‌گیری شده است.
- الف) فاصله‌ی ما از SN1006، و نیز خطای مربوطه را بر حسب پارسک به دست آورید ( $d, \Delta d$ ).
- ب) با فرض اینکه فاصله‌ی SN1006 تا ما در زمان انفجار نیز تقریباً همان  $d$  بوده، قدر ظاهری ( $m_V$ ) در بیشینه‌ی درخشندگی را به همراه خطای مربوطه بدست آورید.
- ج) مقدار قدر ظاهری محاسبه شده را با مشاهده‌ی علی‌ابن رضوان مقایسه کنید. (۴۰ نمره)

در صورت لزوم از این قسمت

به عنوان چرک نویس

استفاده کنید

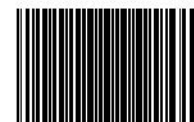
مطالب این قسمت

تحت هیچ شرایطی

تصحیح نخواهد شد



نام:  
نام خانوادگی:  
کد ملی:



۹ فوتونی با بسامد  $f$  دارای جرم لختی موثر  $m$  است (جرم گرانشی فوتون از انرژی آن استخراج می‌شود). بنابراین فوتونی که از سطح یک ستاره گسیل می‌شود، هنگام فرار از میدان گرانشی ستاره، مقداری از انرژی خود را از دست می‌دهد. الف) انتقال نسبی بسامد  $\frac{\Delta f}{f}$  یک فوتون هنگام فرار از سطح یک ستاره به بینهایت را برحسب جرم و شعاع ستاره به دست آورید. فرض کنید  $\frac{\Delta f}{f} \ll 1$ .

ب) برای اندازه‌گیری شعاع ستاره‌ها در کهکشان راه شیری، یک فضا پیمای بدون سرنشین به فضا پرتاب شده است. از آنالیز طیف دو ستاره‌ی مختلف (ستاره‌های ۱ و ۲) انتقال به سرخ  $\left(\frac{\Delta\lambda}{\lambda}\right)_1 = 2 \times 10^{-6}$  و  $\left(\frac{\Delta\lambda}{\lambda}\right)_2 = 10^{-5}$  برای یکی از خطوط جذبی مشخص این ستاره‌ها اندازه‌گیری شده است. با فرض اینکه رابطه‌ی جرم-شعاع ستاره‌های رشته اصلی به صورت  $R \propto M^{0.6}$  باشد، نسبت شعاع ستاره ۲ به شعاع ستاره ۱ را به دست آورید. فرض کنید هر دو ستاره بر روی رشته‌ی اصلی قرار دارند. (۳۰ نمره)

در صورت لزوم از این قسمت

به عنوان چرک نویس

ذهن زیبا  
استفاده کنید

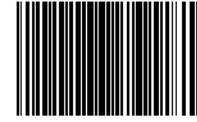
مطالب این قسمت

تحت هیچ شرایطی

تصحیح نخواهد شد



نام:  
نام خانوادگی:  
کد ملی:



۱۰ فرض کنید ستاره‌های رشته‌ی اصلی در تعادل ویریالی باشند، یعنی دو برابر مجموع انرژی جنبشی ذرات برابر است با اندازه انرژی پتانسیل گرانشی. همچنین فرض کنید جرم و درخشندگی ستاره‌ها به صورت  $L \propto M^\alpha$  به هم مرتبط است. انرژی هسته‌ای تولید شده در ستاره‌ها نیز با رابطه‌ی  $\epsilon_n \propto \rho_c T_c^\beta$  داده می‌شود که در آن  $\rho_c$  و  $T_c$  به ترتیب چگالی و دمای مرکزی ستاره هستند. الف) با توجه به اینکه چگالی مرکزی ستاره به صورت  $\rho_c \propto M^\psi$  با جرم ستاره متناسب است مقدار ثابت  $\psi$  را بر حسب ثابت های  $\alpha$  و  $\beta$  به دست آورید. ب) با توجه به اینکه مقدار  $\alpha$  همواره کمتر از ۵ است تعیین کنید به ازای چه مقادیری از  $\beta$  چگالی با جرم متناسب است (یعنی  $\psi$  مثبت است). (۲۵ نمره)

در صورت لزوم از این قسمت

به عنوان چرک نویس

ذهن زیبا  
استفاده کنید

مطالب این قسمت

تحت هیچ شرایطی

تصحیح نخواهد شد