



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

## دفترچه‌ی سوالات مرحله‌ی اول

دوازدهمین دوره‌ی المپیاد نجوم و اختر فیزیک سال ۱۳۹۴

بعدازظهر - ساعت : ۱۴:۰۰

کد دفترچه : ۱

تعداد سوالات	مدت آزمون (دقیقه)
۳۵	۲۱۰

نام :

نام خانوادگی :

شماره صندلی :

### توضیحات مهم

#### استفاده از ماشین حساب مجاز است.

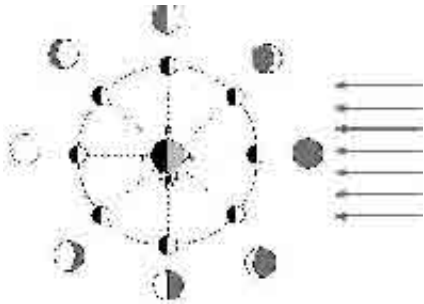
۱. کد برگه‌ی سؤالات شما ۱ است. این کد را در محل مربوط روی پاسخ‌نامه علامت بزنید. در غیر این صورت پاسخ‌نامه‌ی شما تصحیح نخواهد شد.
۲. توجه داشته باشید کد برگه‌ی سؤالات شما که در زیر هر یک از صفحه‌های این دفترچه نوشته شده است، با کد اصلی که در همین صفحه است یکی باشد.
۳. بلافاصله پس از آغاز آزمون تعداد سوالات داخل دفترچه و وجود همه‌ی برگه‌های دفترچه‌ی سوالات را بررسی نمایید. در صورت وجود هرگونه نقصی در دفترچه، در اسرع وقت مسوول جلسه را مطلع کنید.
۴. یک برگ پاسخ نامه در اختیار شما قرار گرفته که مشخصات شما بر روی آن نوشته شده است. در صورت نادرست بودن آن، در اسرع وقت مسوول جلسه را مطلع کنید. ضمناً مشخصات خواسته شده در پایین پاسخ نامه را با مداد مشکی بنویسید.
۵. برگه‌ی پاسخ نامه را دستگاه تصحیح می‌کند، پس آن را تا نکنید و تمیز نگه دارید و به علاوه، پاسخ هر پرسش را با مداد مشکی نرم در محل مربوط علامت بزنید. لطفاً خانه‌ی مورد نظر را کاملاً سیاه کنید.
۶. پاسخ درست به هر سوال ۳ نمره مثبت و پاسخ نادرست یک نمره منفی دارد.
۷. همراه داشتن هرگونه کتاب، جزوه، یادداشت و لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه 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 دوره‌ی تابستانی از بین دانش‌آموزان پایه‌ی دوم و سوم دبیرستان انتخاب می‌شوند.
۹. داوطلبان نمی‌توانند دفترچه‌ی سوالات را با خود ببرند (دفترچه باید همراه پاسخ نامه تحویل داده شود).

ثوابت نجومی و فیزیکی

$6.67 \times 10^{-11}$	$N m^2 kg^{-2}$	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	$a=4\sigma/c$
$6.63 \times 10^{-23}$	$J K^{-1}$	ثابت بولتزمن	$k_B$
$6.63 \times 10^{-24}$	$J.s$	ثابت پلانک	$h$
$1.6 \times 10^{-19}$	$C$	بار الکترون	$e$
$9.1 \times 10^{-31}$	$kg$	جرم الکترون	$m_e$
$1.67 \times 10^{-27}$	$kg$	واحد جرم اتمی	$1u$
$3.0 \times 10^8$	$m/s$	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	$R_{earth}$
$5.97 \times 10^{24}$	$kg$	جرم زمین	$M_{earth}$
$3.39 \times 10^6$	$m$	شعاع مریخ	$R_{Mars}$
$6.42 \times 10^{23}$	$kg$	جرم مریخ	$M_{Mars}$
$2.27 \times 10^{11}$	$m$	فاصله ی مریخ از خورشید	$r_{Mars}$
$3.85 \times 10^{26}$	$W$	درخشندگی خورشید	$L_{sun}$
4.72		قدر مطلق خورشید	$M_{sun}$
-26.7		قدر ظاهری خورشید	$m_{sun}$
73	$(km/s)/Mpc$	ثابت هابل	$H_0$
$1.37 \times 10^3$	$Wm^{-2}$	ثابت خورشیدی	$f_{sun}$
29.50°N,60.86°E	Degree	مختصات جغرافیایی زاهدان	$\lambda, \beta_{Zahedan}$
8.314	$J mol^{-1} K^{-1}$	ثابت گازها	$R$
4200	$J kg^{-1} K^{-1}$	ظرفیت گرمایی ویژه آب	$c_w$
23.45	Degree	زاویه تمایل محور دوران زمین	
-12.74		قدر ظاهری ماه بدر	$m_{moon}$
35.70°N,51.42°E	Degree	مختصات جغرافیایی تهران	$\lambda, \beta_{Tehran}$
$3 \times 10^5$	$M_{sun}$	جرم یک خوشه کروی نوعی	$M_{GC}$
3	$pc$	شعاع یک خوشه کروی نوعی	$R_{GC}$
$3.15 \times 10^7$	$s$	سال	$yr$

کد ۱: تعداد ۳۵ سوال در ۱۲ صفحه تنظیم شده، که پیشنهاد می‌شود پیش از شروع آن را واریسی نمایید.

۱- زاویه‌ی خورشید-زمین-ماه در شب سوم ماه قمری تقریباً چند درجه است؟



(۱) صفر

(۲) ۴۵

(۳) ۹۰

(۴) ۱۳۵

۲- نسبت طول سایه‌ی شاخص یک ساعت آفتابی در ظهر روز اول تابستان به ظهر روز اول زمستان در تهران چقدر است؟



(۱) ۰٫۱

(۲) ۰٫۲

(۳) ۰٫۳

(۴) ۰٫۴

۳- در روزهای اول یا دوم ماه قمری، وقتی به ماه نگاه می‌کنیم علاوه بر یک هلال بسیار باریک سفید روشن، بقیه‌ی سطح ماه هم قابل رویت است که اصطلاحاً به آن زمین‌تاب گفته می‌شود. اگر از سطح آن هلال باریک در مقابل کل سطح آن، صرف نظر کنیم و فرض کنیم تمام سطح ماه زمین‌تاب است؛ قدر ماه در چنین حالتی چقدر است؟ ضریب بازتاب زمین و ماه به ترتیب ۰٫۳۰٪ و ۰٫۷٪ است.

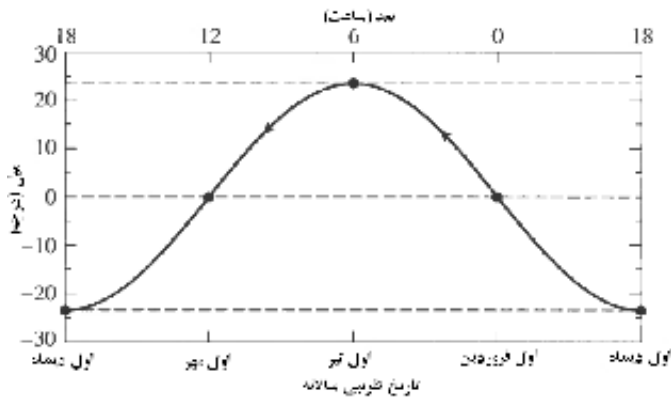
(۱) -۳

(۲) -۱

(۳) ۱

(۴) ۳

۴- اختلاف زمانی طلوع آفتاب در روز اول تابستان نسبت به طلوع آفتاب در روز اول بهار در زاهدان چقدر است؟



- (۱) ۰٫۵ ساعت
- (۲) ۱ ساعت
- (۳) ۱٫۵ ساعت
- (۴) ۲ ساعت

۵- دمای سطح خورشید ۵۸۰۰ کلوین و دمای سطحی لکه‌های خورشیدی حدود ۴۰۰۰ کلوین است. نسبت شدت

دریافتی از واحد سطح خورشید به واحد سطح لکه‌ها چقدر است؟



- (۱) بی‌نهایت
- (۲) ۱٫۴۵
- (۳) ۲٫۱
- (۴) ۴٫۴

۶- معمولا وقتی به رصد می‌رویم؛ برای این که بتوانیم ستاره‌های کم‌نورتری را مشاهده کنیم، مدتی زیر آسمان و دور از

نورهای مصنوعی قرار می‌گیریم تا اصطلاحا چشممان به تاریکی عادت کند. در چنین شرایطی قطر مردمک

چشممان تا حدود ۶ میلی‌متر می‌رسد و می‌توانیم در یک آسمان تاریک ستاره‌های تا قدر ۶ را نیز با چشم غیر مسلح

مشاهده کنیم. در چنین شرایطی قطر کوچکترین گودالی که روی ماه می‌توانیم تشخیص دهیم چند کیلومتر است؟



- (۱) ۴۰
- (۲) ۹۰
- (۳) ۱۳۰
- (۴) ۲۰۰

۷- طول موج مادون قرمز بدن ما بر حسب میکرومتر چقدر است؟

- (۱) ۱۰
- (۲) ۱
- (۳) ۰/۱
- (۴) ۰/۰۱

۸- کدام گزینه در مورد طیف دریافتی از اجرام آسمانی نادرست است؟

- (۱) طیف کهکشان‌ها یک انتقال به قرمز و انتقال به آبی در دو سوی بازوها دارد که ناشی از دوران آن است.
- (۲) از طیف کهکشان‌های دور برای اندازه‌گیری فاصله استفاده می‌شود.
- (۳) طیف یک کوازار طیف جسم سیاه یک جرم بسیار داغ در هسته‌ی یک کهکشان فعال است.
- (۴) طیف خورشید متشکل از طیف جسم سیاه خورشید، خطوط جذبی و نشری جو خورشید و خطوط جذبی جو زمین است.

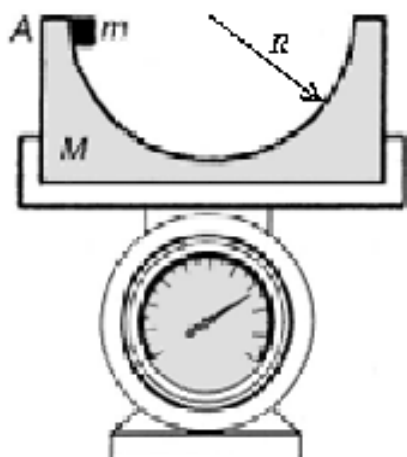
۹- خوشه‌ای کروی تقریباً از حدود  $10^6$  ستاره با جرم‌های تقریباً برابر با جرم خورشید تشکیل شده است. قدر ظاهری

این خوشه  $3/9$  است. فاصله‌ی آن از ما بر حسب کیلوپارسک چقدر است؟

- (۱) ۴
- (۲) ۵
- (۳) ۶
- (۴) ۷

۱۰- جرم  $m$  از حالت سکون (شکل زیر) رها می‌شود، وقتی جرم  $m$  به پایین‌ترین نقطه مسیرش می‌رسد، ترازو چه وزنی

را نشان می‌دهد؟



- (۱)  $(M+m)g$
- (۲)  $(M+2m)g$
- (۳)  $(M+3m)g$
- (۴)  $(M-m)g$

۱۱- مقدار تابش خورشید در طول یک روز به خاطر زاویه‌ی تابش آفتاب متغیر است و بیشترین مقدار آن نیز در زمان ظهر است. محاسبات نشان می‌دهد که تقریباً تابش متوسط یک روز آفتابی در طول سال معادل ۵ ساعت تابش در زمان ظهر آن روز است.

اگر از آبگرمکن‌های خورشیدی تخت در بام ساختمان‌های تهران استفاده کنیم و بخواهیم اختلاف دمایی ۴۰ درجه‌ای در آب ایجاد کنیم، در روز اول بهار چند لیتر آب بر متر مربع در طول روز ناشی از تابش خورشید خواهیم داشت؟ دقت کنید که حدود ۶۰٪ از نوری که به خارج از جو زمین می‌رسد، از جو عبور کرده و به سطح زمین می‌تابد.



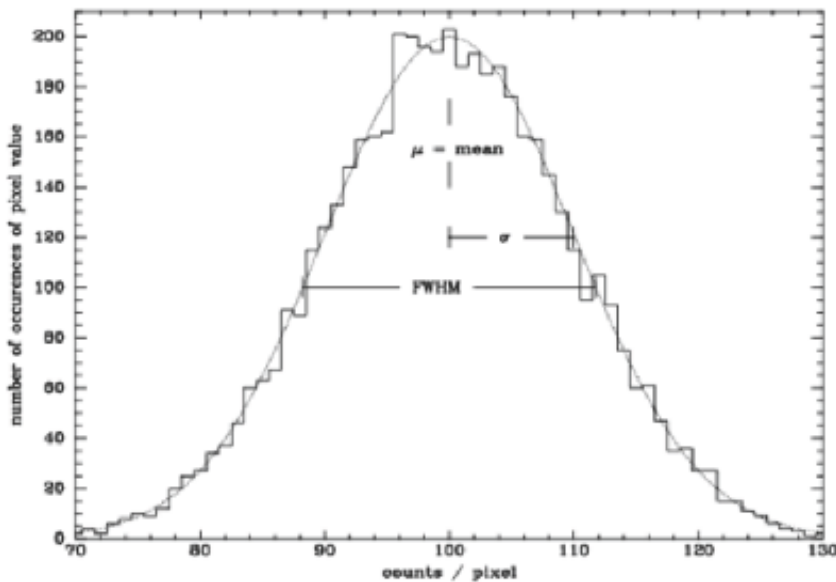
- (۱) ۱۷
- (۲) ۷۰
- (۳) ۱۰۰
- (۴) ۱۷۰

۱۲- زمانی که وارونگی جوی رخ می‌دهد، هوای لایه‌های پایینی جو سنگین‌تر شده و و به بالا صعود نمی‌کنند. بنابراین هر چه آلودگی تولید شود در محل باقی خواهد ماند. معمولاً این لایه بسیار نازک است در حد ۵۰۰ متر تا ۱ کیلومتر به طوری که وقتی به ارتفاعات می‌رویم حضور این لایه را کاملاً در زیر پای خود حس می‌کنیم. در تهران حدود ۱۰ میلیون خودرو داریم که به طور متوسط فرض می‌کنیم یک سوم آنها در تردد در مناطق مرکزی باشند. مرکز شهر تهران را به صورت یک منطقه به ابعاد ۱۰×۱۰ کیلومتر مربع فرض کنید و ضخامت هوا را هم ۵۰۰ متر در نظر بگیرید. اگر حجم متوسط موتور اتومبیل‌ها را ۱۸۰۰ سی سی (۱٫۸ لیتر) در نظر بگیریم و دور موتور متوسط آنها را هم ۲۰۰۰ دور بر دقیقه؛ چند ساعت طول می‌کشد تا ۵۰٪ از هوای تهران از داخل آگزوزه‌های اتومبیل‌های ما عبور کند؟



- (۱) ۱۰
- (۲) ۳۰
- (۳) ۱۰۰
- (۴) ۳۰۰

۱۳- سی سی دی مستقر شده در پشت یک تلسکوپ کوچک به ازای نور یکنواخت در آسمان لحظه‌ای قبل از غروب آفتاب یا گرگ‌ومیش چنین نموداری را بدست داده است. اگر فیلتری که گذر دهی اپتیکی آن ۸۰ درصد باشد بر سر راه این سی سی دی قرار گیرد شکل زیر به چه صورت تغییر خواهد یافت (اعداد بر حسب count/pixel هستند).



- (۱)  $\sigma=8$  ،  $\mu=80$
- (۲)  $\sigma=10$  ،  $\mu=80$
- (۳)  $FWHM=29$  ،  $\mu=80$
- (۴)  $FWHM=29$  ،  $\mu=100$

۱۴- تلسکوپ بزرگ دوچشمی LBT دارای آینه‌هایی اصلی به قطر ۸٫۴ متر است که در آن مرکز آینه‌ها با فاصله‌ی ۱۴٫۴ متر از یکدیگر قرار گرفته‌اند این تلسکوپ می‌تواند در حالت دوچشمی یا دو تلسکوپ مجزا بکار گرفته شود. توان تفکیک زاویه‌ای این تلسکوپ در حالتی که به صورت دوچشمی از آن استفاده شود نسبت به حالتی که دو تلسکوپ آن بصورت مجزا کار کنند چه نسبتی خواهد بود.



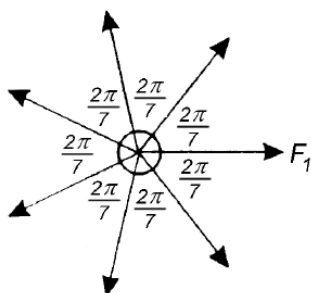
- (۱) ۱٫۷ برابر
- (۲) ۲ برابر
- (۳) ۲٫۷ برابر
- (۴) ۷٫۴ برابر

۱۵- سیاره نورد «کنجکاو» از سطح مریخ نمونه برداری کرده و آزمایش‌های لازم را انجام می‌دهد. این سیاره نورد مقداری از خاک مریخ را که برمی‌دارد، در حالت سکون نیروی ۱ نیوتون به بازوی آن وارد می‌شود، این سیاره نورد چه مقدار جرم را بر حسب کیلوگرم نمونه برداری کرده است؟



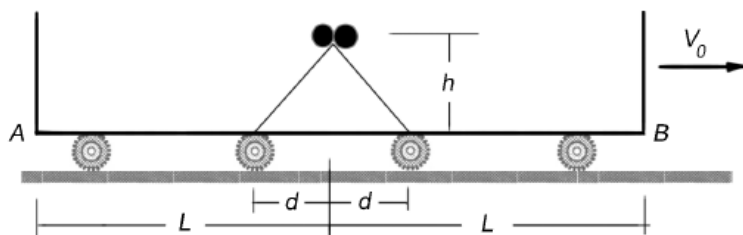
- (۱) ۰٫۱۰
- (۲) ۰٫۲۷
- (۳) ۰٫۴۵
- (۴) ۱

۱۶- فرض کنید یک خوشه‌ی با ستاره‌های شبیه خورشید در فاصله‌های یکسان ۱۰۰۰ واحد نجومی از یکدیگر قرار گرفته و ساکنند. عبور جرمی دیگر از نزدیکی این سامانه‌ی ستاره‌ای بیشترین نیرو را به اندازه‌ی  $F_1$  به یکی از آنها وارد می‌کند و آن را از مجموعه دور می‌کند. با یک فرض ساده کننده می‌توانیم فرض کنیم در یک لحظه نیروی  $F_1$  حذف می‌شود. شتاب اعمال شده به ستاره مرکزی در چه جهتی و چقدر است؟



- (۱) در جهت  $F_1$  و  $۱۰^{-۸}$  متر بر مجذور ثانیه
- (۲) در جهت  $F_1$  و  $۱۰^{-۱۰}$  متر بر مجذور ثانیه
- (۳) در خلاف جهت  $F_1$  و  $۱۰^{-۸}$  متر بر مجذور ثانیه
- (۴) در خلاف جهت  $F_1$  و  $۱۰^{-۱۰}$  متر بر مجذور ثانیه

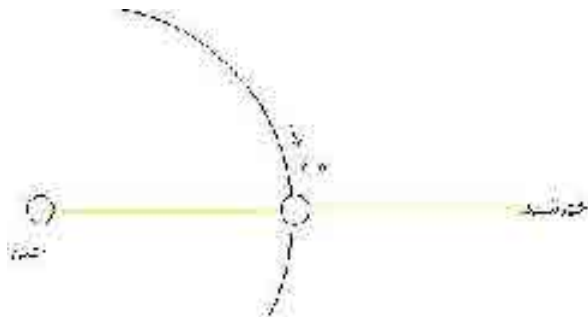
۱۷- مطابق شکل واگنی با سرعت ثابت  $V_0$  در حال حرکت است. در بالای سطح شیبدار دوطرفه‌ای که مطابق شکل به وسط واگن چسبیده است، دو گلوله کوچک یکسان قرار دارند. این دو گلوله همزمان از بالای سطح شیبدار از حالت سکون نسبت به واگن رها می‌شوند. اختلاف زمان رسیدن آنها به نقاط A و B را محاسبه کنید.



- (۱)  $L/V_0$
- (۲)  $(L-d)/V_0$
- (۳)  $2(L-d)/V_0$
- (۴) همزمان



۱۸- می‌دانیم که ماه به دور زمین می‌چرخد و زمین نیز به دور خورشید و جهت چرخش هر دو در خلاف جهت چرخش عقربه‌های ساعت است. حال فرض کنید جهت چرخش زمین به دور خورشید در همان جهت قبلی (خلاف جهت عقربه‌های ساعت) باشد ولی جهت چرخش ماه برعکس جهت چرخش قبلی (جهت عقربه‌های ساعت) باشد. در اینصورت طول ماه قمری چند روز خواهد بود؟

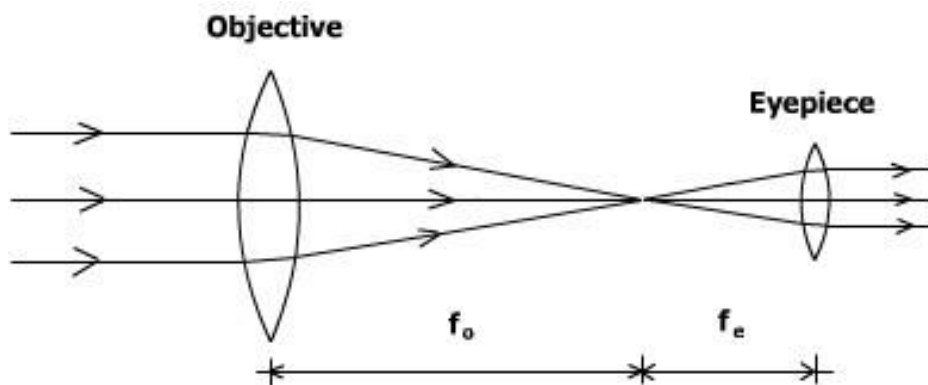


- (۱) ۲۷,۳
- (۲) ۲۹,۵
- (۳) ۲۵,۴
- (۴) هیچکدام

۱۹- کمینه و بیشینه‌ی سرعت قمری که اورانوس را در یک مدار بیضوی دور میزند،  $V_{\max}=V+V_0$  و  $V_{\min}=V-V_0$  است. خروج از مرکز این قمر کدام گزینه است؟

- (۱)  $V_0/V$
- (۲)  $(V_0/V)^2$
- (۳)  $V_0/2V$
- (۴)  $(V_0/2V)^2$

۲۰- تلسکوپ شکستی آماتوری مطابق شکل زیر دیده می‌شود. حد قدری آن چقدر است؟ کانون‌های شیئی و چشمی آن به ترتیب ۰,۵ متر و ۵ سانتیمتر و قطرهای شیئی و چشمی آن به ترتیب ۶ و ۱ سانتیمتر هستند.



- (۱) ۷,۵
- (۲) ۸,۵
- (۳) ۹,۵
- (۴) ۱۱

۲۱- برای حذف اثر تلاطم‌های جوی در تلسکوپ‌های بزرگ از لیزر استفاده می‌کنند تا بتوانند تابعیت تلاطم‌های جوی را بیابند. به این منظور نور لیزر دقیقاً در امتداد جسم مورد بررسی ارسال می‌شود. این پرتو از لایه‌های بالایی جو در ارتفاع ۹۲ کیلومتری پراکنده می‌شود بازتاب آن از دید تلسکوپ مشاهده می‌گردد. این بازتاب (ستاره‌ی مجازی) قطری در حدود یک ثانیه‌ی قوس و قدری در حدود ۱۲ دارد. کم‌ترین توان لازم برای لیزر فوق‌چند وات است؟ از جذب نور لیزر در جو صرف نظر کنید



- (۱) ۰٫۰۵
- (۲) ۵
- (۳) ۵۰۰
- (۴)  $۵ \times ۱۰^۴$

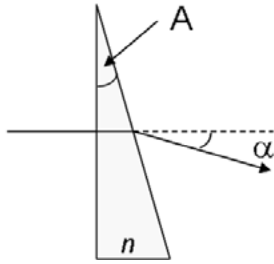
۲۲- در پروژه‌ی آنتارز (ANTARES) آشکارسازهای نوترینویی در جنوب فرانسه و در اعماق اقیانوس در حدود ۲۰۰۰ متر زیر سطح دریا قرار گرفته‌اند. در چنین عمقی حتی در طول روز نیز محیط کاملاً تاریک بوده و نه تنها هیچ نوری به آن نفوذ نمی‌کند، بلکه هیچ ذره‌ی بارداری نیز نمی‌تواند به آن عمق برسد. تنها ذره‌ای که می‌تواند در آن عمق وجود داشته باشد نوترینو است که آن هم می‌تواند ذرات باردار پر انرژی را در آن محل تولید کند و تابش چرنکف این ذرات توسط لامپهای تکثیر فوتون مشاهده شوند. این لامپها و المان‌های الکترونیکی حمایت‌کننده‌ی آنها توسط یک محفظه‌ی شیشه‌ای محافظت می‌شوند. این محفظه‌ها چند اتمسفر فشار را باید تحمل کنند؟

- (۱) ۲۰
- (۲) ۲۰۰
- (۳) ۱۰۰۰
- (۴) ۲۰۰۰

۲۳- فرض کنید در یک خوشه‌ی ستاره‌ای با جرم  $۱۰^۴$  جرم خورشید و شعاع ۱۰ پارسک، ناگهان در اثر نزدیک شدن دو ستاره‌ی خورشیدگون به یکدیگر یک دوتایی با نیم محور اطول یک واحد نجومی (1AU) تشکیل می‌شود. در این صورت متوسط انرژی جنبشی ستاره‌های دیگر این خوشه تقریباً چند درصد تغییر می‌کند؟

- (۱)  $۱۰^{-۳}$
- (۲)  $۱۰^{-۱}$
- (۳) ۱۰
- (۴) ۱۰۰

۲۴- از ادواتی که در نجوم استفاده می‌شود، یک گوهی نازک است با ضریب شکست  $n$  و زاویه‌ی راس بسیار کوچک  $A$  است که برای انحراف نور استفاده می‌گردد. این گوه به شکل زیر است. زاویه‌ی انحراف  $\alpha$  نور توسط این گوه چقدر است؟

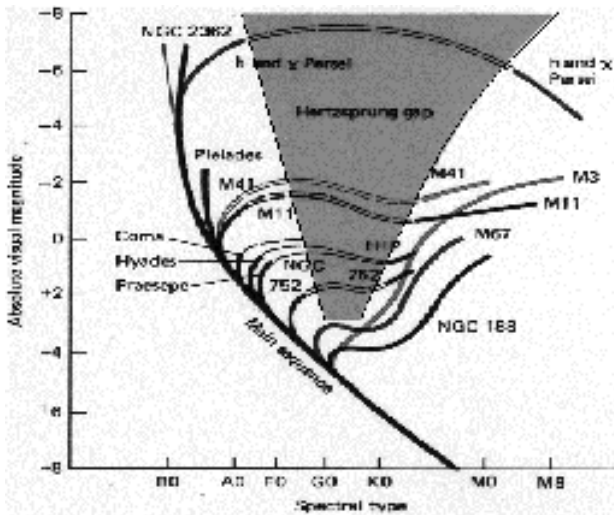


- (۱)  $(n-1)A$
- (۲)  $nA$
- (۳)  $(n+1)A$
- (۴)  $(n+2)A$

۲۵- فرض کنید در کیهان فقط کهکشان راه شیری وجود داشته باشد و چگالی هاله‌ی ماده‌ی تاریک آن نیز با فاصله توسط رابطه‌ی  $\rho = ar^{-2}$  کاهش یابد. می‌دانیم که سرعت چرخش ستاره‌ها به دور کهکشان حدود ۲۰۰ کیلومتر بر ثانیه است. از آنجایی که ابعاد شناخته شده‌ی عالم حدود ۱۳ میلیارد سال نوری است، جرم کل کیهان فرضی بر حسب جرم خورشید به کدام گزینه نزدیک‌تر است.

- (۱)  $10^{11}$
- (۲)  $10^{17}$
- (۳)  $10^{22}$
- (۴)  $10^{27}$

۲۶- وقتی یک ستاره‌ی سنگین از رشته‌ی اصلی خارج می‌شود، وارد شکاف هرتزپرونگ شده و در طول مسیر خود از ناحیه‌ای به نام نوار ناپایداری عبور می‌کند. در حین عبور، ستاره شروع به نوسان می‌نماید. اگر فرض کنیم که در طول عبور ستاره از نوار ناپایداری، جرم و درخشندگی ستاره تقریباً ثابت باشد؛ در این صورت تحول دوره‌ی تناوب ستاره  $((dP/dt)/P)$  متناسب با کدام گزینه است؟ ( $P$  دوره‌ی تناوب،  $T_e$  دمای سطحی ستاره و  $t$  زمان است)



- (۱)  $-3 (dT_e/dt) / T_e$
- (۲)  $-3 (dT_e/dt) / T_e^2$
- (۳)  $-3 (dT_e/dt) / T_e^3$
- (۴)  $-3 (dT_e/dt) / T_e^4$

۲۷- روشنایی سطحی خورشید بر حسب قدر بر ثانیه‌ی قوسی مربع چقدر است؟

- (۱) ۲۶/۵-
- (۲) ۱۹-
- (۳) ۱۱-
- (۴) ۸-

۲۸- یک خوشه‌ی کهکشانی که علاوه بر کهکشان‌ها گاز هیدروژن بین کهکشانی نیز دارد، را فرض کنید. کهکشان‌ها در این خوشه با سرعت متوسط ۲۰۰۰ کیلومتر بر ثانیه در حرکت کاتوره‌ای هستند. دمای تقریبی گاز هیدروژن بین کهکشانی چند کلوین است؟

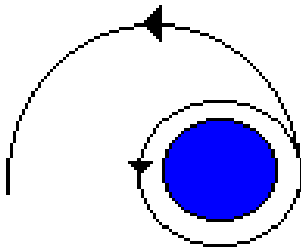


- (۱) ۱۰۴
- (۲) ۱۰۶
- (۳) ۱۰۸
- (۴) ۱۰۱۰

۲۹- کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) دمای ابرهای ملکولی حتما کمتر از ۱۰۰ کلوین است.
- (۲) جرم سیاهچاله‌هایی که پس از تحول ستاره‌ای به وجود می‌آیند حتما بیش‌تر از ۱۱ جرم خورشید است.
- (۳) در ستاره‌های سنگین، هم از طریق همرفت و هم از طریق تابش انرژی منتقل می‌شود.
- (۴) ستاره‌ای مانند خورشید پس از تحول، تبدیل به کوتوله‌ای سفید با جرمی کمتر از ۰/۷ جرم خورشید خواهد شد.

۳۰- ماهواره‌ای در مداری دایره‌ای به شعاع R زمین را دور میزند. سرعت این ماهواره (V) چند برابر شود تا مدار آن یک بیضی با  $r_{min}=R$  و  $r_{max}=2R$  شود.



- (۱)  $4/3=1/33$
- (۲)  $(4/3)^{0.5}=1/15$
- (۳)  $8/3=2/67$
- (۴)  $(8/3)^{0.5}=1/63$

۳۱- به نظر می‌رسد که در مرکز خوشه‌های کروی یک سیاهچاله‌ی مرکزی وجود داشته باشد. شعاع موثر سیاهچاله  $R_{BH}$  به شعاعی از خوشه‌ی کروی گفته می‌شود که در آن حضور سیاهچاله تاثیر قابل توجهی در حرکت ستاره‌ها دارد. یعنی اثر حضور سیاهچاله در حرکت ستاره‌ها با اثر گرانشی خوشه برابری می‌کند. شعاع موثر سیاهچاله‌ای با جرم  $100$  برابر جرم خورشید را در خوشه‌ای ستاره‌ای به شعاع  $10$  پارسک و جرم  $10^5$  جرم خورشید بر حسب پارسک کدام است؟

- (۱) ۱
- (۲)  $10^{-2}$
- (۳)  $10^{-5}$
- (۴)  $10^{-11}$

۳۲- یک کوتوله‌ی سفید به جرم یک جرم خورشید را در نظر بگیرید که از ستاره‌ی همدم خود با آهننگ  $10^{-9}$  جرم خورشید بر سال ( $M_{sun}/yr$ ) در حال بلعیدن هیدروژن است. این فرآیند به مدت  $10^5$  سال ادامه می‌یابد. سپس هیدروژن بلعیده شده در طول مدت بسیار کوتاه  $90$  روز شروع به سوختن می‌کند. درخشندگی تولید شده در این مدت کوتاه چندبرابر درخشندگی خورشید است؟

- (۱)  $4 \times 10^7$
- (۲)  $2 \times 10^4$
- (۳) ۲۰۰
- (۴) ۴۰

۳۳- می‌خواهیم ماکتی با رعایت مقیاس از توزیع ستاره‌ها در یک کهکشان بسازیم. فرض کنید ابعاد ستاره‌ها به اندازه‌ی یک گردو باشد؛ در این صورت این گردوها باید در چه فاصله‌ای از هم قرار گیرند تا ماکتی با رعایت مقیاس از توزیع ستاره‌ها در این کهکشان داشته باشیم؟



- (۱) ۴ متر
- (۲) ۴۰۰ متر
- (۳) ۴۰۰ کیلومتر
- (۴) ۴۰۰۰ کیلومتر

۳۴-

کدام گزینه صحیح است.

- (۱) شعاع کوتوله‌های سفید سنگین‌تر، بزرگتر است
- (۲) خورشید پس از تحول به کوتوله‌ای سفید با دمای ۲۵۰۰۰ کلوین و درخشندگی ۱٪ درخشندگی فعلی ( $L=0.01L_{\text{sun}}$ ) تبدیل خواهد شد.
- (۳) در ابرهای ملکولی که در حال تشکیل ستاره هستند، نقش حضور میدان مغناطیسی این است که باعث تشکیل ستاره‌های سبکتر می‌شود.
- (۴) ستاره‌های RR شلیاقی برای اندازه‌گیری فواصل کیهانی ( $d > 1 \text{ Gpc}$ ) مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۳۵-

- بسیاری ماهواره‌ها، امروزه برای نیازهای روزمره‌ی انسان‌ها مثل ماهواره‌های هواشناسی، ماهواره‌های نقشه بردار و مواردی مشابه اینها در ارتفاع‌های پایین (*Low Earth Orbit (LEO)*) ارتفاع زیر ۲۰۰۰ کیلومتر) مورد استفاده قرار می‌گیرند. بیشترین دوره‌ی تناوبی که یک ماهواره *LEO* می‌تواند داشته باشد چقدر است؟
- |              |               |               |              |
|--------------|---------------|---------------|--------------|
| (۱) ۸۴ دقیقه | (۲) ۱۰۳ دقیقه | (۳) ۱۲۸ دقیقه | (۴) بی‌نهایت |
|--------------|---------------|---------------|--------------|