

## دفترچه سؤالات مرحله اول

### کد دفترچه: ۱

# نوزدهمین المپیاد نجوم و اخترفیزیک

سال برگزاری	تعداد سؤالات	زمان پاسخ‌گویی
۱۴۰۱	۳۵+۸	۲۴۰ دقیقه

## توضیحات مهم

### استفاده از ماشین حساب مجاز است.

- کد دفترچه‌ی سؤالات شما ۱ است. این کد را در محلّ مربوط روی پاسخ‌نامه با مداد پر کنید. در غیر این صورت پاسخ‌نامه‌ی شما تصحیح نخواهد شد.
- بلافاصله پس از آغاز آزمون، تعداد سؤالات داخل دفترچه و وجود همه‌ی برگه‌های دفترچه‌ی سؤالات را بررسی نمایید. در صورت وجود هر گونه نقصی در دفترچه، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید.
- یک برگ پاسخ‌نامه در اختیار شما قرار گرفته که مشخصات شما بر روی آن نوشته شده است. در صورت نادرست بودن آن، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید. ضمناً مشخصات خواسته شده در بالای پاسخ‌نامه را با مداد مشکی بنویسید.
- برگه‌ی پاسخ‌نامه 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 محلّ مربوط علامت بزنید. لطفاً خانه‌ی مورد نظر را کاملاً سیاه کنید.
- در سؤال‌های چهار گزینه‌ای هر پاسخ درست ۳ نمره مثبت و هر پاسخ نادرست ۱ نمره منفی دارد. در مسأله‌های کوتاه هر پاسخ درست ۶ نمره مثبت و پاسخ نادرست نمره منفی ندارد.
- شرکت‌کنندگان در دوره‌ی تابستانی از بین دانش‌آموزان پایه‌ی دهم و یازدهم انتخاب می‌شوند.
- داوطلبان نمی‌توانند دفترچه‌ی سؤالات را با خود ببرند. (دفترچه باید همراه پاسخ‌نامه تحویل داده شود).



ثوابت فیزیکی و نجومی

مقدار		کمیت
$6.67 \times 10^{-11}$	$m^3 s^{-2} kg^{-1}$	ثابت جهانی گرانش G
$3.00 \times 10^8$	$ms^{-1}$	سرعت پلانک h
$3.00 \times 10^8$	$ms^{-1}$	سرعت نور c
$5.67 \times 10^{-8}$	$W m^{-2} K^{-4}$	ثابت استفان - بولتزمن $\sigma$
$1.67 \times 10^{-27}$	kg	جرم پروتون $m_p$
$9.11 \times 10^{-31}$	kg	جرم الکترون $m_e$
$1.60 \times 10^{-19}$	I	الکترون ولت eV
$9.46 \times 10^{15}$	m	سال نوری ly
$3.09 \times 10^{16}$	m	پارسک pc
$1.50 \times 10^{11}$	m	واحد نجومی AU
$1.99 \times 10^{30}$	kg	جرم خورشید $M_{\odot}$
$6.96 \times 10^8$	m	شعاع خورشید $R_{\odot}$
$3.85 \times 10^{26}$	W	درخشندگی خورشید $L_{\odot}$
5777	K	دمای مؤثر سطح خورشید $T_{\odot}$
4.83		قدر مطلق خورشید
-26.7		قدر ظاهری خورشید
0.39	AU	نیم قطر بزرگ مدار عطارد
0.72	AU	نیم قطر بزرگ مدار زهره
71492	km	شعاع مشتری
60268	km	شعاع زحل
$5.97 \times 10^{24}$	kg	جرم زمین $M_{\oplus}$
6380	km	شعاع زمین $R_{\oplus}$
69	$kms^{-1} Mpc^{-1}$	ثابت هابل $H_0$
$1.097 \times 10^7$	$m^{-1}$	ثابت ریذبرگ $R_{\infty}$
9.81	$ms^{-2}$	شتاب جاذبه در سطح زمین g

حداکثر قطر مردمک چشم انسان = ۸ میلیمتر

حد قدر قابل مشاهده برای چشم غیر مسلح = ۶٫۵+



محاسبات و نکته‌های مهم





۱- خروج از مرکز مدار یک سیاره به دور خورشید دقیقاً یک است؛ بنابراین:

- (۱) مدار سهمی است  
(۲) مدار پاره‌خطی است که از مرکز خورشید می‌گذرد  
(۳) مدار هذلولی است  
(۴) هر کدام از گزینه‌های ۱ و ۲ می‌توانند درست باشند
- ۲- اگر منبع انرژی ستاره‌ها انرژی پتانسیل گرانشی می‌بود، کدام گزینه به حدود طول عمر ستاره‌ای به جرم خورشید نزدیک‌تر بود؟  
(۱) ۱۰ هزار سال (۲) ۳۰ میلیون سال (۳) ۱۰ میلیارد سال (۴) ۱۰۰ میلیارد سال
- ۳- چگالی میانگین کوتوله‌ای سفید به جرم خورشید در حدود چند کیلوگرم بر متر مکعب است؟

- (۱)  $10^9$  (۲)  $10^3$  (۳)  $10^5$  (۴)  $10^{14}$

۴- اگر دو ستاره هم فاصله باشند:

- (۱) روشنایی ظاهری آن‌ها یکسان است.  
(۲) قدر مطلق یکسان دارند.  
(۳) قدر ظاهری آن‌ها یکسان است.  
(۴) اختلاف قدر ظاهری و قدر مطلق آن‌ها یکسان است.
- ۵- کدامیک حتماً داغ‌تر از خورشید است؟

- (۱) ستاره‌ای که شعاع آن کوچک‌تر از خورشید است.  
(۲) ستاره‌ای با جرم نصف جرم خورشید  
(۳) غول قرمزی به جرم خورشید  
(۴) ستاره‌ای که به تازگی به کوتوله سفید تبدیل شده

۶- تعداد ستاره‌های کهکشان راه شیری در چه حدودی است؟

- (۱)  $10^3$  (۲)  $10^5$  (۳)  $10^{11}$  (۴)  $10^{15}$

۷- در حال حاضر انرژی تاریک حدوداً چند درصد از محتویات عالم را به خود اختصاص داده است؟

- (۱) ۵۰ (۲) ۲۵ (۳) ۵ (۴) ۷۰

۸- در یک عالم تابش غالب ضریب مقیاس به شکل  $a(t) \propto t^\beta$  با زمان متناسب است، مقدار  $\beta$  برابر است با؟

- (۱)  $\frac{2}{3}$  (۲)  $\frac{3}{2}$  (۳)  $\frac{1}{2}$  (۴) ۲

۹- شدت نور دو ستاره که هر دو جسم سیاه کامل هستند در یک طول موج خاص برابر است؛ در این صورت:

- (۱) دمای دو ستاره یکسان است.  
(۲) اندازه دو ستاره یکسان است.  
(۳) روشنایی دریافتی از دو ستاره یکسان است.  
(۴) همه گزینه‌های بیان شده درست هستند.

محاسبات و نکته‌های مهم





۱۰- در تصویر سیاهچاله مرکزی راه شیری که سرانجام در سال ۲۰۲۲ میلادی منتشر شد، دایره مرکزی به قطر ۲۴ میلیون کیلومتر نمایانگر افق رویداد آن است. اگر اندازه ظاهری آن از دید ما تنها  $2 \times 10^{-5}$  ثانیه قوسی باشد، جرم این سیاهچاله و فاصله ما از آن چقدر است؟

(۱)  $1.6 \times 10^{40}$  کیلوگرم - ۱۳ هزار سال نوری

(۲)  $1.6 \times 10^{37}$  کیلوگرم - ۱۳ هزار سال نوری

(۳)  $8 \times 10^{39}$  کیلوگرم - ۲۶ هزار سال نوری

(۴)  $8 \times 10^{36}$  کیلوگرم - ۲۶ هزار سال نوری

۱۱- در کهکشان راه شیری به طور متوسط نسبت جذب در پرتوهای مرئی به فزونهای رنگی  $E_{B-V}$  و  $E_{U-B}$  طبق روابط زیر رصد شده‌اند. نسبت جذب در پرتوهای فرابنفش به جذب در پرتوهای مرئی یا  $\frac{A_U}{A_V}$  چقدر است؟

$$\frac{A_V}{E_{B-V}} = 3.2, \quad \frac{A_V}{E_{U-B}} = 4.5, \quad (E_{X-Y} = A_X - A_Y)$$

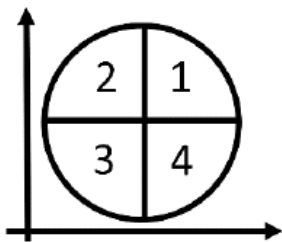
(۱) ۰٫۵ (۲) ۱٫۵ (۳) ۳٫۵ (۴) ۵

۱۲- عبارت «مشتري‌های داغ» واژه‌ای برای سیاره‌های بزرگ در نزدیکی ستاره‌های مادر است که دوره تناوبشان حداکثر ۱۰ روز است. اگر حداکثر دقت زاویه سنجی‌های نجومی  $10^{-6}$  ثانیه قوسی باشد، با استفاده از روش نوسان ستاره مرکزی حداکثر تا چه فاصله‌ای می‌توان اطراف ستارگان خورشیدگون چنین سیاراتی پیدا کرد؟

(۱) ۶۰ سال نوری (۲) ۶۰۰ سال نوری

(۳) ۶۰۰۰ سال نوری (۴) ۶۰۰۰۰ سال نوری

۱۳- مطابق شکل یک دایره مثلثاتی روی نمودار هرتسپرونگ-راسل منطبق می‌کنیم، به نحوی که مبدأ آن روی مرکز نمودار قرار گیرد. در این صورت در ربع‌های ۱ تا ۴ دایره مثلثاتی به ترتیب کدام ستارگان قرار می‌گیرند؟



(۱) گول‌های آبی - گول‌های قرمز - کوتوله‌های سفید - کوتوله‌های قرمز

(۲) گول‌های آبی - گول‌های قرمز - کوتوله‌های قرمز - کوتوله‌های سفید

(۳) گول‌های قرمز - گول‌های آبی - کوتوله‌های سفید - کوتوله‌های قرمز

(۴) گول‌های قرمز - گول‌های آبی - کوتوله‌های قرمز - کوتوله‌های سفید

۱۴- اگر ستاره‌های پرجرم در مرحله درخش هلیومی یا Helium Flash، هسته‌ای با جرم خورشید را از طریق واکنش‌های همجوشی سه-آلفا بسوزانند (انرژی تولید شده در هر واکنش  $7.3 \text{ MeV}$  است)، مدت زمان این درخش با درخشندگی متوسط  $1000 L_{\odot}$  چه مدت طول می‌کشد؟

(۱) حدود ۱۰ میلیون سال (۲) حدود ۱۰ هزار سال

(۳) حدود ۱۰ سال (۴) حدود ۱ میلیارد سال

محاسبات و نکته‌های مهم





۱۵- شهاب‌ها خُرده اجرامی جدا شده از سهپته دنباله‌دارها هستند که در نزدیکی مدار زمین با جو برخورد کرده و می‌سوزند؛ اگر حداکثر سرعت آنها به سبب مقید بودن به جاذبه خورشید هنگام ورود به جو ۴۲ کیلومتر بر ثانیه باشد، حداقل و حداکثر اندازه سرعت آنها نسبت به ناظر زمینی چقدر است؟

- (۱) ۳۰ تا ۴۲ کیلومتر بر ثانیه  
(۲) ۳۰ تا ۷۲ کیلومتر بر ثانیه  
(۳) ۴۲ تا ۷۲ کیلومتر بر ثانیه  
(۴) ۱۲ تا ۷۲ کیلومتر بر ثانیه

۱۶- صفحه مداری ماه نسبت به دایرةالبروج  $5,3^\circ$  انحراف دارد. اگر در شهر تهران با عرض جغرافیایی  $35,7^\circ$  بخواهیم در شب کمترین طول سایه برج میلاد با ارتفاع ۴۳۵ متر ناشی از تابش مهتاب را شاهد باشیم، طول این سایه روی شهر چند متر خواهد شد؟

- (۱) حدود ۱۰ متر  
(۲) حدود ۵۰ متر  
(۳) حدود ۲۰۰ متر  
(۴) حدود ۴۰۰ متر

۱۷- میدان دید ثبت شده روی تصاویر رصدخانه ملی ایران (INO۳۴۰) ۲۰ دقیقه قوسی است. اگر روی صفحه کانونی هر میلی‌متر معادل  $5,3$  ثانیه قوسی باشد، آشکارساز CCD سفارش داده شده برای آن چه ابعادی خواهد داشت؟

- (۱) ۳ سانتی‌متر  
(۲) ۱۰ سانتی‌متر  
(۳) ۱۵ سانتی‌متر  
(۴) ۲۳ سانتی‌متر

۱۸- کدامیک از گزینه‌های زیر در خصوص آغاز و پایان پدیده‌های نجومی قابل مشاهده از زمین درست است؟

- (۱) در یک خورشیدگرفتگی، قرص خورشید از سمت شرق ناظر پوشیده می‌شود.  
(۲) در یک ماه‌گرفتگی، ماه از سمت شرق ناظر به نیم‌سایه و سایه زمین وارد می‌شود.  
(۳) در پدیده گذر سیارات داخلی از مقابل خورشید، عطارد و زهره از سمت غرب ناظر روی قرص خورشید می‌آیند.  
(۴) در حرکت بازگشتی سیارات خارجی، آنها برای مدتی در زمینه آسمان از غرب به شرق حرکت می‌کنند.

۱۹- در کدامیک از گزینه‌های زیر، هر سه صورت فلکی نامبرده همگی با یکدیگر همسایه نیستند؟

- (۱) کلب اکبر و خرگوش و تکشاخ  
(۲) اسد و گیسو و سنبله  
(۳) هرکول و اژدها و عقاب  
(۴) فرس اعظم و آندرومدا و حوت

۲۰- اقمار گالیله‌ای سیاره مشتری با انحراف مداری کمی نسبت به دایرةالبروج بدور آن می‌گردند. به همین علت سایه همگی آنها ممکن است در زمان‌هایی خاص روی سطح گازی سیاره دیده شود. دیدن سایه کدامیک از این اقمار روی سیاره مشتری در یک بازه زمانی یکسان، محتمل‌تر است؟

- (۱) آیو  
(۲) اروپا  
(۳) گانیمد  
(۴) کالیستو



محاسبات و نکته‌های مهم



۲۱- دوربینی در اختیار داریم که با آن می‌توانیم یک عرقچین به شعاع  $\alpha$  را در آسمان ببینیم. اگر لنز دوربین را عوض کنیم به گونه‌ای که شعاع عرقچینی که می‌بینیم دو برابر شود، تعداد ستارگانی که در این صورت خواهیم دید چند برابر حالت قبلی است؟ (توزیع ستارگان در آسمان را یکنواخت در نظر بگیرید.)

- (۱)  $\cos^2 \alpha$  (۲)  $4 \cos^2 \frac{\alpha}{2}$  (۳)  $1 - \cos \alpha$  (۴)  $1 - \sin \alpha$

۲۲- کمترین عرض دایره البروجی بین تمام ستارگان دور قطبی در تهران ( $\phi = 35,7^\circ N$ ) چند درجه است؟

- (۱)  $0,3$  (۲)  $66,5$  (۳)  $54,3$  (۴)  $30,8$

۲۳- می‌دانیم یک فوتون در داخل خورشید حرکت تصادفی دارد. اگر طول پویس آزاد فوتون‌ها در مرکز خورشید ۱ cm باشد، مدت زمانی که طول می‌کشد تا یک فوتون از مرکز خورشید به سطح آن برسد چقدر است؟

- (۱) ۵۰۰ هزار سال (۲) ۵۰۰۰ سال (۳) ۵۰۰ روز (۴) ۵۰۰ ثانیه

۲۴- دمای تابش زمینه کیهانی در انتقال به سرخ  $z = 9$  چند برابر دمای آن در زمان حال است؟

- (۱) ۱ (۲) ۱۰ (۳) ۱۵ (۴) ۲۵

۲۵- در روز امتحان مریخ به کدام یک از ستارگان زیر نزدیک‌تر است؟

- (۱) رجل الجبار (۲) قلب الاسد (۳) الدبران (۴) پولوکس

۲۶- پرتابه‌ای با زاویه اولیه پرتاب  $\theta_0 = 30^\circ$  و با سرعت اولیه  $V_0 = 5 \text{ ms}^{-1}$  پرتاب شده و با هر بار برخورد به زمین سرعت آن  $\beta = 0,6$  برابر شده و زاویه پرتاب آن تغییر نمی‌کند. بُرد نهایی این پرتابه چند متر است؟

- (۱)  $4,4$  (۲)  $2,2$  (۳)  $3,7$  (۴)  $3,4$

۲۷- در یک تلسکوپ بازتابی نیوتونی با قطر دهانه  $D = 40 \text{ cm}$  و نسبت کانونی  $f / 4,5$ ، به منظور جانمایی مناسب چشمی تلسکوپ حداکثر فاصله آینه ثانویه از آینه اصلی چقدر می‌تواند باشد؟

- (۱)  $160 \text{ cm}$  (۲)  $140 \text{ cm}$  (۳)  $120 \text{ cm}$  (۴)  $180 \text{ cm}$

۲۸- در یک اتم هیدروژن، الکترونی از تراز ۵ به تراز ۳ انرژی منتقل می‌شود. انرژی فوتون آزاد شده ناشی از این تغییر تراز، چند برابر انرژی فوتونی است که طول موجی برابر با طول موج بیشینه تابش خورشید دارد؟

- (۱)  $2,0$  (۲)  $1,5$  (۳)  $0,4$  (۴)  $2,4$



محاسبات و نکته‌های مهم



۲۹- اگر تغییرات نسبی شعاع ستاره‌ای برابر  $\frac{3}{14}$  و تغییرات نسبی فشار مرکز آن برابر  $\frac{2}{7}$  باشد، تغییرات نسبی جرم آن به چه اندازه بوده است؟

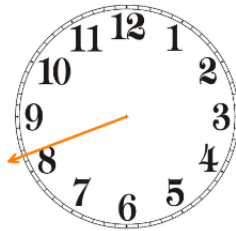
(۴)  $\frac{5}{7}$

(۳)  $\frac{5}{14}$

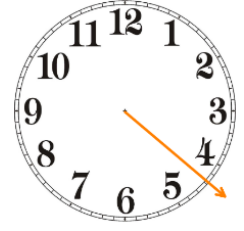
(۲)  $\frac{1}{2}$

(۱)  $\frac{4}{7}$

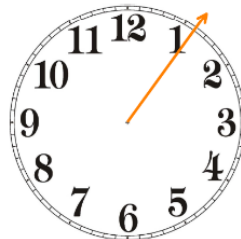
۳۰- در یک روز آفتابی ناظری به دنبال پیدا کردن جهت شمال با کمک ساعت عقربه‌ای خود است. برای این کار او ساعت را افقی روی دست خود گرفته و عقربه ساعت‌شمار را در جهت سمت خورشید نگه داشته است. اگر ساعت زمان  $2:35'$  را نشان دهد، کدام گزینه جهت جنوب را درست نشان می‌دهد؟



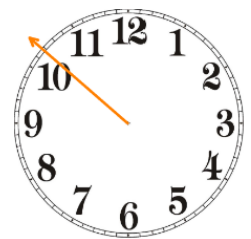
(۲)



(۱)



(۴)



(۳)

۳۱- می‌خواهیم مدلی با رعایت مقیاس از کهکشان بسازیم. اگر ابعاد یک ستاره را در این مدل به اندازه یک گردو در نظر بگیریم، فاصله بین ستاره‌ها در کهکشان در چه حدودی خواهد بود؟

(۴) ۱۰۰ هزار کیلومتر

(۳) ۱۰۰۰ کیلومتر

(۲) ۱ کیلومتر

(۱) ۱ متر

۳۲- اگر با چشم غیرمسلح قادر به مشاهده ۶۰۰۰ ستاره در آسمان باشیم، به وسیله یک تلسکوپ با قطر دهانه ۴ سانتی‌متر چند ستاره در آسمان خواهیم دید؟

(۴) ۴۰۰ میلیون

(۳) ۵۰ میلیون

(۲) ۸۰۰ هزار

(۱) ۱۰ هزار

۳۳- دو برابر گازی به شعاع‌های  $R_1 = R$  و  $R_2 = 3R$  و جرم‌های  $M_1 = M$  و  $M_2 = 3M$ ، بدون هیچ مقاومتی و فقط در اثر گرانش شروع به رُمبش می‌کنند. اگر زمان رُمبش کامل این ابرها به ترتیب  $T_1$  و  $T_2$  باشد، نسبت  $\frac{T_2}{T_1}$  چقدر است؟

(۴) ۹

(۳) ۳

(۲)  $\frac{1}{9}$

(۱)  $\frac{1}{3}$



محاسبات و نکته‌های مهم



۳۴- شار تابشی خورشید در بالای جو زمین برابر  $1370$  وات بر متر مربع است که به ثابت خورشیدی موسوم است. ولی وقتی تابش خورشید از جو زمین عبور می‌کند، تقریباً  $800$  وات بر متر مربع از آن به سطح زمین می‌رسد. بالای یک چراغ راهنمایی یک سلول خورشیدی مربعی به ضلع  $25$  سانتی‌متر با بازده  $10\%$  نصب می‌کنیم. در این چراغ به طور همزمان حدود  $50$  عدد LED (سبز، زرد یا قرمز) روشن است. در طول یک روز آفتابی تابش دریافتی از نور خورشید معادل  $5$  ساعت تابش عمودی (متوسط سالانه) است. هر LED با ولتاژ  $5$  ولت و جریان  $10$  میلی‌آمپر روشن می‌شود. انرژی دریافتی از تابش خورشید برای چند ساعت کار کردن این چراغ راهنمایی در طول روز کافی است؟

(۴) ۲۴

(۳) ۱۵

(۲) ۱۰

(۱) ۵

۳۵- شعاع شوارزشیلد در یک سیاهچاله شعاعی است که اگر ابعاد جسم کوچک‌تر یا مساوی آن شود، حتی نور هم نمی‌تواند از آن فرار کند. برای محاسبه شعاع شوارزشیلد کافیهست در رابطه سرعت فرار، سرعت فرار را برابر سرعت نور قرار دهیم. کهکشان‌های فعال کهکشان‌هایی هستند که یک سیاهچاله مرکزی در مرکز آن‌ها وجود دارد که به «هسته کهکشانی فعال» یا Active Galactic Nucleus (AGN) موسوم است. تقریباً از هر  $100$  کهکشان، یکی دارای هسته فعال است. این هسته فعال یک سیاهچاله پر جرم مرکزی است که جرمی در حدود  $10^8$  تا  $10^9$  جرم خورشید دارد. چگالی یک AGN به جرم  $10^9$  برابر جرم خورشید، چند برابر چگالی آب است؟ (منظور از چگالی AGN چگالی منطقه‌ای است که با شعاع شوارزشیلد احاطه شده است.)

(۴)  $2 \times 10^{15}$

(۳)  $2 \times 10^5$

(۲) ۲

(۱)  $0.2$



محاسبات و نکته‌های مهم

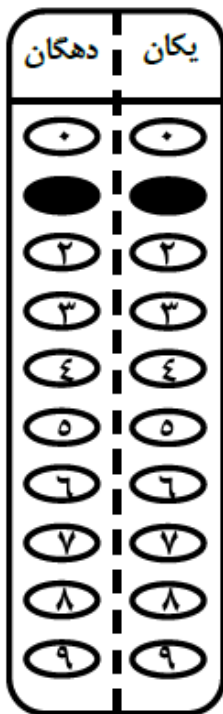






مسئله‌های کوتاه

پیش از شروع به حل مسئله‌های کوتاه، توضیحات زیر را با دقت بخوانید. در این مسئله‌ها باید پاسخ را برحسب واحدهای مورد نظر (متر، کیلوپارسک، ثانیه قوسی و غیره) که در صورت مسئله خواسته شده، به دست آورید. پاسخ معمولاً یک عدد یک رقمی یا دو رقمی صحیح است. سپس خانه‌های این عدد را در پاسخنامه سیاه کنید. توجه داشته باشید که رقم یکان عدد در ستون یکان و رقم دهگان در ستون دهگان علامت زده شود. اگر پاسخ شما عدد صحیح نشد جواب را به نزدیک‌ترین عدد صحیح گرد کنید و در پاسخنامه علامت بزنیید. اگر پاسخ عدد یک رقمی شد، فقط در رقم یکان علامت بزنیید و رقم دهگان را صفر بزنیید یا خالی بگذارید.



مثال: فرض کنید سرعت یک دنباله‌دار برحسب کیلومتر بر ثانیه خواسته شده است و شما مقدار آن را  $11.2 \text{ kms}^{-1}$  محاسبه کرده‌اید. ابتدا باید این عدد را به نزدیک‌ترین عدد صحیح گرد کنید تا ۱۱ به دست آید. سپس مطابق شکل مقابل، آن را در پاسخنامه وارد کنید. ثوابت فیزیکی و نجومی در ابتدای برگه سؤالات داده شده‌اند. در حل مسئله‌ها فقط از این ثوابت استفاده کنید. اعداد باید تنها یک بار و آن هم در انتهای حل مسئله گرد شوند. اگر مرتبه بزرگی جواب از شما خواسته شده بود، پس از محاسبه پاسخ، ابتدا آن را به شکل نماد علمی یعنی  $a \times 10^b$  در آورید و  $b$  را در پاسخنامه کنید. دقت کنید که در این حالت  $1 \leq a < 10$  و  $b$  مرتبه بزرگی است. مثلاً یک واحد نجومی یعنی  $1.5 \times 10^{11} \text{ m}$  در نظر بگیرید. مرتبه بزرگی این عدد ۱۱ است.

قاعده گرد کردن بدین گونه است که اگر نتیجه به دست آمده از حل مسئله در مبنای ده به شکل  $A = XX.XXXXX$  باشد. ابتدا اختلاف  $A$  با همان عدد وقتی که رقم‌های بعد از اعشار آن صفر شده یعنی  $\Delta = XX.XXXXX - XX.00000$  حساب می‌شود.  $\Delta$  کوچک‌تر یا مساوی  $0.5$  باشد  $A = XX$  و اگر  $\Delta$  بزرگ‌تر از  $0.5$  باشد  $A = XX + 1$  در نظر گرفته خواهد شد.



محاسبات و نکته‌های مهم



۱- وقتی یک تکه زغال به شکل تقریباً مکعب و به ضلع ۳ سانتی‌متر را گرم می‌کنیم، به رنگ سرخ تیره درمی‌آید. تابش دریافتی از آن با دقت خوبی همان تابش جسم سیاه سات که طول موج بیشینه آن در حدود  $2400$  نانومتر است. وقتی به این زغال می‌دمیم رنگ آن روشن‌تر و قرمزتر می‌شود و دمای آن نیز افزایش می‌یابد و طول موج بیشینه آن به  $1600$  نانومتر می‌رسد. در حالت دمیدن، شار گرمایی تولید شده از این زغال چند برابر حالتی است که بدون دمیدن روشن بود؟

۲- گروه محلی از سه کهکشان متوسط با حرمی در حدود جرم راه شیری و تعدادی در حدود  $50$  کهکشان کوتوله با جرم‌هایی در محدوده  $0.5$  تا  $10000$  جرم کهکشان راه شیری تشکیل شده است. کهکشان‌های این گروه در منطقه‌ای به ابعاد یک مگاپارسک به صورت تصادفی توزیع شده‌اند. مرتبه بزرگی انرژی پتانسیل ذخیره شده در گروه محلی برحسب ژول را حساب کنید.

۳- فرض کنید به طور ناگهانی زمین در حالی که در مدار خود در حال گردش است دو تکه می‌شود. تکه اول که جرمی برابر  $0.8$  جرم زمین را داراست در فضا می‌ایستد و به سمت خورشید سقوط آزاد می‌کند. محاسبه کنید وقتی این تکه به مرکز خورشید می‌رسد تکه دوم در چه انومالی حقیقی ای ( $\theta$ ) قرار دارد. توجه کنید فرآیند دو تکه شدن زمین در مدت زمان بسیار کم رخ می‌دهد و اتلاف جرم هم نداریم.

۴- فرض کنید کشور استرالیا یک عرقچین با شعاع  $15$  درجه است که مرکز آن در مختصات  $\left\{ \begin{array}{l} \phi = 25^\circ S \\ l = 13^\circ E \end{array} \right.$  قرار دارد. اگر یک هواپیما از تهران

بخواهد در یک جهت کاملاً تصادفی دور زمین بچرخد، چند درصد احتمال دارد که از روی استرالیا عبور کند؟ مختصات تهران  $\left\{ \begin{array}{l} \phi = 35^\circ S \\ l = 53^\circ E \end{array} \right.$  است.

۵- در روز ۱۲ اردیبهشت، زهره با فاز  $90\%$  در شرق خورشید دیده می‌شود. در این لحظه مبل زهره چند درجه است؟

۶- می‌خواهیم توسط یک تلسکوپ آماتوری خوب، قدر ظاهری سیاره زهره را مانند ماه بدر در آسمان نورانی ببینیم. اگر قدر این دو به ترتیب  $4/5-$  و  $12/7-$  باشد، قطر دهانه این ابزار برحسب اینچ چقدر خواهد بود؟ (یک اینچ  $2/5$  سانتی‌متر است.)

۷- علاوه بر خطوط هیدروژن، خطوط جذبی یا نشری عنصر هلیوم نیز در اکثر اجرام نجومی دیده می‌شود. اگر پُر انرژی‌ترین خط طیف هیدروژن (به ازای انرژی یونش  $13/6$  الکترون‌ولت) در  $91/2$  نانومتر باشد، پُر انرژی‌ترین خط طیف هلیوم یکبار یونیزه (Hell) در چه طول موجی است؟

۸- مرتبه بزرگی نسبت انرژی الکتروشمیایی به انرژی گرانشی ذخیره شده در بدن یک انسان چقدر است؟



محاسبات و نکته‌های مهم



اگر این پاسخنامه برای به شما نیست، مسئول جلسه را آگاه کنید.



# کلیدالمپیاد نجوم و اخترفیزیک

## مرحله اول ۱۴۰۱

غلط: صحیح:

فقط یک گزینه درست را برای هر سؤال با مداد سیاه تکمیل کنید:

۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۲۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۴۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۶۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۲۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۴۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۶۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۲۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۴۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۶۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۲۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۴۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۶۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۲۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۴۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۶۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۲۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۴۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۶۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۲۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۴۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۶۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۲۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۴۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۶۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۲۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۴۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۶۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۳۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۵۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۷۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۳۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۵۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۷۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۳۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۵۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۷۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۳۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۵۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۷۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۳۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۵۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۷۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۳۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۵۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۷۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۳۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۵۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۷۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۳۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۵۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۷۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۳۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۵۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۷۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۳۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۵۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۷۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۴۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۶۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	۸۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
مسئله ۱	دِهگان	یکان	دِهگان	یکان	دِهگان	یکان	دِهگان	یکان	دِهگان	یکان	دِهگان	یکان	دِهگان	یکان	دِهگان	یکان	دِهگان	یکان					
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					



@irysccom



@irysc



iran.olympiad