



# آزمون مدارک برتر ایران



به ابتکار دبیرستان انرژی اتمی ایران



آزمون

المپیاد

۲۹ مهر ۱۳۹۰

# نجوم

مدت آزمون: ۳/۵ ساعت

تذکرات:

استفاده از نقشه‌های آسمان و دیگر جدول‌های نجومی مجاز نیست.

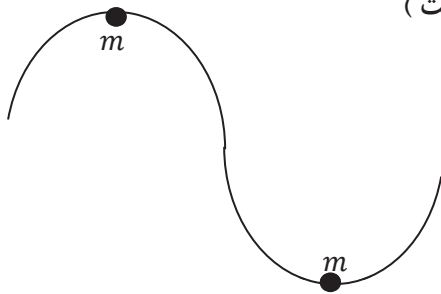
## جدول ثابت‌های مورد نیاز

$\varepsilon = 23/5^\circ$	زاویه انحراف چرخش زمین
$6/67 \times 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2}$	ثابت جهانی گرانش
$H_0 = 70 \frac{km}{sec \cdot Mpc}$	ثابت ادوین هابل
$pc = 3/26 ly$	یک پارسک
$ly = 9/46 \times 10^{15} m$	یک سال نوری
$R = 1/0.97 \times 10^7 m^{-1}$	ثابت ریذبرگ
$c = 3 \times 10^8 m$	سرعت نور در خلاء
$h = 6/626 \times 10^{-34} j \cdot s$	ثابت پلانک
$ev = 1/6.02 \times 10^{-19} j$	یک الکترون ولت
$\sigma = 5/67 \times 10^{-8} \frac{J \cdot K^4}{sec}$	ثابت استفان-بولتزمان
$2/898 \times 10^{-3} m \cdot K$	ثابت جابجایی وین
$AU = 1/496 \times 10^{11} m$	واحد نجومی
$R_\odot = 6/96 \times 10^8 m$	شعاع خورشید
$T_\odot = 5780^\circ K$	دمای مؤثر خورشید
$L_\odot = \frac{3}{86} \times 10^{26} watt$	تابندگی خورشید
$m_{\odot bol} = -26/85$	قدر ظاهری بولومتریک خورشید
$M_{\odot bol} = +4/72$	قدر مطلق بولومتریک خورشید
$BC_\odot = +0/07$	تصحیح تابش سنجی خورشید
$R_\oplus = 6400 km$	شعاع سیاره زمین
$M_\oplus = 6 \times 10^{24} kg$	جرم سیاره زمین
$R_m = 3393 km$	شعاع سیاره مریخ
$M_m = 6/421 \times 10^{23} kg$	جرم سیاره مریخ
$P_m = 24/623 hour$	دوره حرکت و ضعی مریخ
$r_j = 5/2 AU$	شعاع مداری سیاره مشتری
$R_j = 71400 km$	شعاع سیاره مشتری
$A_j = 0/5$	ضریب بازتاب مشتری
$P_j = 11/88 year$	دوره تناوب سیاره مشتری

۱- فرض کنید در سیاره زهره مدت حرکت وضعی معکوس و حرکت انتقالی آن برابر باشد، مدت یک شبانه روز خورشیدی ( دو عبور پیاپی خورشید ) در این سیاره چند سال زهره خواهد بود؟

- (۱) ۰/۵ (۲) ۲ (۳) ۱ (۴) خورشید در آسمان ثابت است

۲- یک مه نورد در حال حرکت روی سطح ماه است. اگر مسیر یک تپه و دره‌ای که ماه نورد طی می‌کند، مانند شکل دایره‌های با شعاع برابر باشد، و مه نورد درست در بالای تپه بر اثر سرعتش احساس بی وزنی کند، در پایین دره چه وزنی را احساس می‌کند. ( سرعت مه نورد در تمام مسیر ثابت و برابر  $v$  و شتاب گرانش در سطح ماه  $-g_m$  است )

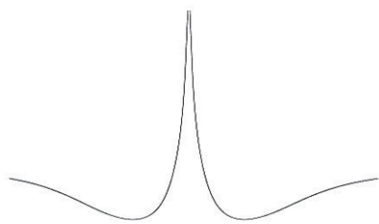


- (۱)  $mg_m$  (۲)  $2mg_m$  (۳) صفر (۴) بستگی به شعاع دارد.

۳- در روند یافتن ریز اجرام گردنده در اطراف خورشید در منظومه‌ی شمسی ما، کدامیک از ناحیه‌های اشاره شده در گزینه‌های زیر در گذشته نزدیک‌تری پیشنهاد شده‌اند؟ ( دیرتر پیدا شده‌اند )

- (۱) کمربند سیارک‌ها (۲) شکاف کِرکوود (۳) کمربند کوئپپر (۴) ابر اورت

۴- تغییرات قدری در آسمان زمین برای کدام دسته از اجرام، مانند نمودار رو برو است؟ در این نمودار محور افقی زمان و محور عمودی نیز قدر ظاهری است.



- (۱) سیارات داخلی (۲) سیارات خارجی (۳) ماه قمر زمین (۴) موارد الف و ب

۵- با داشتن عرض و طول جغرافیایی، اختلاف زاویه‌ی بین سمت الرأس‌های دو ناظر در شهرهای تبریز و زنجان چه قدر است؟

عرض تبریز :  $+38/0^\circ$       عرض زنجان :  $+36/6^\circ$   
 طول تبریز :  $46/3^\circ$  شرقی      طول زنجان :  $48/5^\circ$  شرقی

- (۱)  $2/26^\circ$  درجه (۲) صفر درجه (۳)  $90^\circ$  درجه (۴)  $10/75^\circ$  درجه

۶- ستاره‌ای در شهر تهران با عرض جغرافیایی  $35/5^\circ$ ، در ساعات نجومی  $ST = 18^h 24^m$  غروب می‌کند. اگر بیش‌ترین ارتفاع این ستاره  $80^\circ$  در آسمان شهر تهران باشد، بعد ستاره‌ی مذکور چه قدر است؟

- (۱)  $18^h 24^m$  (۲)  $6^h 5^m 30^s$  (۳)  $11^h 4^m 24^s$  (۴)  $20^h 11^m 35^s$

۷- اگر یک سنگ آسمانی از فاصله‌ای خیلی دور، مستقیم و بدون اثر جرم‌های دیگر روی زمین سقوط کند، بدون در نظر گرفتن اثر جو زمین، هنگام برخورد با سطح زمین چه سرعتی خواهد داشت؟

- (۱)  $6/25 \times 10^7 \frac{m}{s}$  (۲)  $8/84 \times 10^7 \frac{m}{s}$  (۳)  $7/91 \times 10^3 \frac{m}{s}$  (۴)  $1/12 \times 10^4 \frac{m}{s}$

۸- جسی به جرم  $1kg$  را با زاویه  $30^\circ$  نسبت به افق و سرعت  $20 \frac{m}{s}$  یک‌بار در سطح زمین و بار دیگر در سطح ماه پرتاب می‌کنیم. نسبت بیش‌ترین ارتفاع و بیش‌ترین برد در ماه نسبت به زمین به ترتیب کدام است؟ (شتاب گرانش روی زمین را تقریباً شش برابر شتاب گرانش روی ماه در نظر بگیرید.)

- (۱)  $6$  و  $\frac{1}{6}$  (۲)  $6$  و  $1$  (۳)  $6$  و  $6$  (۴)  $\frac{1}{6}$  و  $\frac{1}{6}$

۹- اگر در همین لحظه یک پدیده خورشید گرفتگی رخ دهد، احتمال مشاهده کدام ستاره در آسمان تاریک شده شما کمتر خواهد بود؟

- (۱) عیوق یا Capella (۲) شباهنگ یا Sirius (۳) قلب‌الأسد یا Regulus (۴) فم‌الحوث یا Fomalhaut

۱۰- با فرض توزیع یکنواخت ستارگان آسمان، در کدام عرض جغرافیایی سیاره زمین برای ناظران رصدگر، تعداد ستارگان دور قطبی مشاهده شده با تعداد ستارگان دیگر قابل مشاهده که همواره در دوره سال طلوع و غروب دارند یکسان است؟

- (۱)  $23/5^\circ \pm$  درجه (۲)  $41/8^\circ \pm$  درجه (۳)  $64/7^\circ \pm$  درجه (۴)  $70/5^\circ \pm$  درجه

۱۱- اگر بدانیم ستاره‌ی نسر واقع دارای بعد  $18^h 36^m 52^s$  و میل  $39^\circ$  است، زاویه‌ی ساعتی این ستاره را برای ناظری با طول جغرافیایی  $126^\circ$  شرقی در ساعت  $10^h 30^m$  زمان منطقه‌ای محاسبه کنید. می‌دانیم که زمان نجومی گرینویچ در ساعت صفر GMT برابر  $8^h 45^m$  می‌باشد و زمان منطقه‌ای این محل با نصف‌النهار  $8^h$  - سنجیده می‌شود.

- (۱)  $10^h 30^m$  (۲)  $8^h 45^m$  (۳)  $8^h$  (۴)  $1^h 2^m 8^s$

۱۲- فرض کنید زمین با سرعت زاویه‌ای کنونی‌اش در خلاف جهت کنونی بچرخد، طول یک روز خورشیدی متوسط چه اندازه با اکنون اختلاف خواهد داشت؟ (یک سال را  $365/25$  روز در نظر گرفته و مدت زمانی که زمین یک دور به دور خودش می‌چرخد  $23^h 56^m 4^s$  است)

- (۱)  $24^h$  (۲)  $24^h 56^m 4^s$  (۳)  $23^h 51^m 49^s$  (۴)  $48^h$

۱۳- بیشترین فاصله‌ی ظاهری سیاره‌های عطارد و زهره از خورشید از دید ناظر زمینی به ترتیب  $28^\circ$  و  $48^\circ$  است. با فرض دایره‌ای و هم صفحه بودن مدارها نسبت شعاع مداری عطارد به زهره چند است؟

- (۱)  $0/58$  (۲)  $0/63$  (۳)  $0/47$  (۴)  $0/74$

۱۴- ماهواره‌ای به شکل دمبل در ارتفاع  $1400\text{ km}$  از سطح زمین در حال دوران است. میله متصل کننده دو قسمت کوتاه و تقریباً بدون جرم است. فرض کنید ماهواره به گونه‌ای دوران کند که میله متصل کننده دو قسمت ماهواره در راستای شعاع مداری ماهواره باشد. با قطع ناگهانی میله چه اتفاقی می‌افتد.

- (۱) دو قطعه به حرکت قبلی خود ادامه می‌دهند. (۲) قطعه داخلی به سمت زمین و قطعه خارجی به سمت بیرون می‌روند.  
(۳) دو قطعه به سمت زمین سقوط می‌کنند. (۴) داده‌های مسأله کافی نیست.

۱۵- در مدل کیهان شناختی جهان غیر تخت و باز شونده، چند سال لازم است تا فاصله خوشه کهکشانی سنبله که اکنون حدود  $54$  میلیون سال نوری از ما است؛ تا  $60$  میلیون سال نوری افزایش پیدا نماید؟

- (۱) بیشتر از حدود  $1/6$  میلیارد سال (۲) کمتر از حدود  $1/6$  میلیارد سال  
(۳) در حدود  $1/6$  میلیارد سال (۴) اطلاعات مسئله کافی نیست

۱۶- اگر انرژی یونش هر یک از الکترون‌های اتم هلیوم  $HeI$  حدود  $24$  الکترون ولت باشد، خطوط جذبی ناشی از گذار الکترون‌ها میان ترازهای ۲ و ۳ در چه پرتوهایی در طیف ستارگان ثبت خواهد شد؟

- (۱)  $372$  نانومتر (۲)  $410$  نانومتر (۳)  $549$  نانومتر (۴)  $651$  نانومتر

۱۷- در یک سال چند بار اذان ظهر دقیقاً رأس ساعت ۱۲ ظهر برای ناظری در شهر شیراز گفته می‌شود؟

- (۱) ۱ بار (۲) ۲ بار (۳) ۳۶۵ بار (۴) هیچ‌گاه

۱۸- غروب ستاره‌ی  $A$  با میل  $+20^\circ$  با عبور ستاره‌ی  $B$  با میل  $+25^\circ$  در شهری به عرض  $60^\circ$  شمالی به طور همزمان رخ می‌دهد. ارتفاع ستاره‌ی  $B$  را وقتی که ستاره‌ی  $A$  در قائم مبدا غربی قرار دارد بیابید.

- (۱)  $27/7$  درجه (۲)  $79/3$  درجه (۳)  $10/35$  درجه (۴)  $40/53$  درجه

۱۹- فوبوس قمر مریخ است که در فاصله  $9380\text{ km}$  از مرکز مریخ در حال دوران است. اگر مدار آن را دایره‌ای و استوایی فرض کنیم، ناظری در استوای مریخ چه مدت فوبوس را بالای افق می‌بیند؟

- (۱) ۲۷۵۸۰ ثانیه (۲) ۱۳۷۵۰ ثانیه (۳) ۴۰۰۰۰ ثانیه (۴) ۲۰۰۰۰ ثانیه

۲۰- اگر همه مردم زمین در یک لحظه روی خط استوا قرار گیرند و هم‌زمان با سرعت  $10 \frac{m}{s}$  در خلاف جهت حرکت وضعی زمین بدونند! چه تأثیری در دوره زمین خواهد داشت؟

- (۱) نزدیک به یک ثانیه کند می‌شود. (۲) نزدیک به یک ثانیه تند می‌شود.

- (۳) تغییری نمی‌کند. (۴) زمین تقریباً متوقف می‌شود.

۲۱- در تصویر مقابل ابتدا در نوار بالایی طیف بدست آمده در آزمایشگاه برای عناصر موجود مشاهده می‌شود و در نوار زیر آن، طیف بدست آمده از جرمی آسمانی مشاهده می‌گردد. جرم مذکور کدامیک از گزینه‌های زیر می‌تواند باشد؟



- (۱) ستاره‌ای دوتایی همراه با یک مؤلفه بسیار سنگین. (۲) ستاره‌ای دوتایی دارای ستارگان تقریباً مشابه در درون ابر غبار.

- (۳) تک ستاره‌ای با میدان مغناطیسی بسیار قوی. (۴) موارد الف و ب هر دو می‌تواند درست باشد.

۲۲- اگر قدر مجموع ظاهری یک خوشه ستاره‌ای دارای ستارگان یکسان با قدر ظاهری تک تک ستارگان آن ۷ قدر اختلاف داشته باشد، تعداد ستارگان این خوشه را بیابید؟

- (۱) ۴۰ ستاره (۲) ۲۴۰ ستاره (۳) ۶۳۰ ستاره (۴) ۱۴۰۰ ستاره

۲۳- کمترین عرض جغرافیایی که در آنجا خورشید نیمه شب هم‌رصد می‌شود چه قدر است؟

- (۱) صفر (۲)  $90^\circ$  (۳)  $23/5^\circ$  (۴)  $66/5^\circ$

۲۴- طول سماوی نقطه‌ی حضيض مدار زمین تقریباً برابر  $102/5^\circ$  است. در چه روزی از سال زمین به حضيض مدار خود می‌رسد؟

- (۱) ۱ فروردین (۲) ۱۷ آبان (۳) ۱۲ دی (۴) ۱ مهر

۲۵- ماهواره‌ای که به مداری دایره‌ای با ارتفاع  $600\text{ km}$  از سطح زمین فرستاده شده است، با آهنگ  $100$  ژول بر ساعت انرژی از دست می‌دهد. اگر این آهنگ ثابت باشد، برای ماهواره‌ای به جرم  $100\text{ kg}$  چقدر طول می‌کشد تا این ماهواره روی زمین سقوط کند؟

- (۱) ۷۰۰ سال (۲) ۶۳۰۰ ساعت (۳) ۲۶۰۰۰ روز (۴) ۵۲۰۰۰ روز

۲۶- در یک منظومه فراخورشیدی دو سیاره با شعاع مداری  $1\text{ AU}$  در حال گردش به دور ستاره مرکزی خود هستند. صفحه مداری این دو سیاره بر هم عمود است. بیشترین فاصله‌ای که ممکن است این دو سیاره از هم داشته باشند چند واحد نجومی است؟

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳)  $\sqrt{2}$  (۴)  $2\sqrt{2}$

۲۷- ستاره‌ای با میل  $+10^\circ$  درجه در دو عرض جغرافیایی  $-10^\circ$  و  $+60^\circ$  برای دو ناظر مختلف، در شرایط جوی یکسان و فیلترهای مشابه در هنگام عبور از نصف النهار ناظران این دو منطقه، به ترتیب از قدر ظاهری  $+1/37$  و  $+1/51$  دیده می‌شود. پارامتر ضخامت اپتیکی یکسان برای جو این دو ناظر چقدر است؟

- (۱)  $0/16$  (۲)  $0/28$  (۳)  $0/48$  (۴)  $0/89$

۲۸- بر روی نمودار هر تسپرونک - راسل حل ، روند تغییرات کدام دو پارامتر زیر یکسان است؟

- (۱) افزایش اندازه ستاره و چگالی آن  
 (۲) کاهش دمای مؤثر ستاره و افزایش تابندگی آن  
 (۳) افزایش گرانش سطحی ستاره و کاهش اندازه آن  
 (۴) کاهش قدر مطلق ستاره و افزایش دمای مؤثر آن

۲۹- هرگاه سمت اعتدال بهاری ۹۰ درجه شرقی باشد، زاویه‌ی دایره البروج با افق را در شهری به عرض جغرافیایی  $70^\circ$  شمالی پیدا کنید؟

- (۱)  $66/5^\circ$  (۲)  $23/5^\circ$  (۳)  $3/5^\circ$  (۴)  $0^\circ$

۳۰- اختلاف بعد ستاره‌ی ردف ( $\alpha = 20^h 40^m$  و  $\delta = 45^\circ$ ) با خورشید را در روز ۱۸ فروردین محاسبه کنید؟

- (۱)  $20^h 40^m$  (۲)  $16^h 3^m$  (۳)  $16^h 35^m 47^s$  (۴)  $45^\circ$



## مسأله‌های کوتاه

پیش از شروع به حل مسئله‌های کوتاه توضیح زیر را به دقت بخوانید.

در این مسئله‌ها باید پاسخ را بر حسب واحدهای مورد نظر (متر، کیلوپارسک، ثانیه‌ی قوسی و غیره) که در صورت مسئله خواسته شده، با دو رقم به دست آورید. سپس خانه‌های مربوط به رقم‌های این عدد را در پاسخ‌نامه سیاه کنید.

توجه کنید که رقم یکان عدد در ستون یکان، و رقم دهگان در ستون دهگان علامت زده شود.

مثال: فرض کنید سرعت یک دنباله‌دار بر حسب کیلومتر بر ثانیه خواسته شده است و شما مقدار آن را  $27/2 \frac{km}{s}$  محاسبه می‌کنید. ابتدا باید این عدد را به نزدیک‌ترین عدد صحیح گرد کنید تا ۲۷ بدست آید. سپس مطابق شکل زیر آن را در پاسخ‌نامه وارد کنید:

دهگان	یکان
○	○
①	①
●	②
③	③
④	④
⑤	⑤
⑥	⑥
⑦	●
⑧	⑧
⑨	⑨

ثوابت فیزیکی و نجومی در ابتدای برگه‌ی سوالات داده شده است. در حل مسئله‌ها فقط از این ثوابت استفاده کنید اعداد باید تنها یک بار و آن هم در انتهای حل هر مسئله گرد شوند.

اگر مرتبه‌ی بزرگی جواب از شما خواسته شده بود، پس از محاسبه‌ی پاسخ، ابتدا آن را به شکل نماد علمی یعنی  $a \times 10^b$  در آورید و  $b$  را در پاسخ‌نامه وارد کنید. دقت کنید که در این حالت  $1 \leq a < 10$  و  $b$  مرتبه‌ی بزرگی است. مثلاً یک واحد نجومی یعنی  $m \times 10^{11} / 5$  را در نظر بگیرید مرتبه‌ی بزرگی این عدد ۱۱ است.

هر مسئله ۱۲ نمره دارد. پاسخ نادرست در این بخش نمره‌ی منفی ندارد.

۶۱- دوتایی گرفتی به یک سیستم دو ستاره‌ای گفته می‌شود که در آن صفحه مداری دو ستاره درست در راستای خط دید ما ( عمود بر کره آسمان ) قرار گرفته است. به همین علت ستاره کوچک‌تر در هر دوره دوران خود یک‌بار از جلوی ستاره بزرگ‌تر گذر کرده و یک بار پشت آن پنهان می‌شود. در بررسی‌هایی که روی یک دوتایی گرفتی صورت گرفته، بیش‌ترین فاصله دو ستاره از هم  $1 AU$  و دوره دوران آن‌ها ۵۰ روز است. مدت گرفت جزئی ( قسمتی از ستاره کوچک‌تر جلوی ستاره بزرگ‌تر است ) در هر بار ۲ ساعت و مدت گرفت کلی ( تمام ستاره کوچک‌تر جلوی ستاره بزرگ‌تر است ) ۱۰ ساعت بدست آمده است. شعاع ستاره کوچک‌تر چند برابر شعاع خورشید است؟

۶۲- در یک سفر اکتشافی، سفینه در حال گردش در مداری دایره‌ای به دور یک سیاره به دور سیاره فراخورشیدی با سرعت  $10 \frac{km}{s}$  است. در پایان مأموریت برای گریز از گرانش این سیاره، و سرعت این سفینه حداقل چند کیلومتر بر ثانیه باید باشد؟

۶۳- ستاره‌ای با اختلاف منظر  $0.4''$  ثانیه قوسی از قدر ظاهری  $5/4 +$  در آسمان مشاهده می‌شود. اگر تداخل سنج مایکلسون برای پهنای این ستاره زاویه  $10^{-4} \times 6/4$  ثانیه قوسی را نشان دهد، انرژی فوتون‌های گسیل شده از این ستاره با بیش‌ترین شدت تابش در طیف آن، چند الکترون ولت است؟

۶۴- با توجه به پارامترهای سیاره مشتری، در چه جدایی زاویه‌ای از خورشید این سیاره نسبت به حالت مقارنه اش با خورشید  $0.1$  قدر پرنورتر می‌گردد؟ ( توجه شود که می‌توانید مدارها را دایره‌ای بگیرید و قدر مشتری باید  $0.1$  واحد کاهش پیدا کند )

۶۵- در یک شب رصدی ناظری در شهر تهران با عرض جغرافیایی  $35/5^\circ$  شمالی، دهانه‌ی دوربین عکاسی خود را باز گذاشته تا ردّ ستارگان را ثبت کند. مسیر ستاره‌ای با میل  $20^\circ +$  در عکس گرفته شده چه زاویه‌ای با صفحه‌ی افق ساخته است؟

۶۶- طول مدتی که خورشید در قطب شمال دیده می‌شود را وقتی بر روی کوهی به ارتفاع ۴۰۰ متر ایستاده‌اید محاسبه کنید. ( قطر زاویه‌ای خورشید برابر  $0.5$  درجه و شکست افقی را  $34'$  در نظر بگیرید. همچنین پس از گرد کردن عدد بدست آمده، تنها دو رقم سمت چپ را در پاسخنامه بنویسید. )