

مبارزه علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست‌وجو و کشف واقعیت‌هاست. «امام خمینی (ره)»

دفترچه سؤالات مرحله اول سال ۱۳۹۶

# چهاردهمین دوره المپیاد نجوم و اخترفیزیک

بعدازظهر - ساعت : ۱۴:۰۰

## کد دفترچه: ۱

تعداد سؤالات	مدت آزمون (دقیقه)
۳۵	۱۸۵

شماره صندلی :

نام خانوادگی :

نام :

### توضیحات مهم

#### استفاده از ماشین حساب مجاز است.

- ۱ - کد دفترچه سؤالات شما ۱ است. این کد را در محل مربوط روی پاسخ‌نامه با مداد پر کنید. در غیر این صورت پاسخ‌نامه شما تصحیح نخواهد شد. توجه داشته باشید کد دفترچه سؤالات شما که در زیر هر یک از صفحه‌های این دفترچه نوشته شده است، با کد اصلی که در همین صفحه است، یکی باشد.
- ۲ - بلافاصله پس از آغاز آزمون، تعداد سؤالات داخل دفترچه و وجود همه برگه‌های دفترچه سؤالات را بررسی نمایید. در صورت وجود هر گونه نقصی در دفترچه، در اسرع وقت مسؤول جلسه را مطلع کنید.
- ۳ - 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 مسؤول جلسه را مطلع کنید. ضمناً مشخصات خواسته شده در پایین پاسخ‌نامه را با مداد مشکی بنویسید.
- ۴ - برگه 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 محل مربوط علامت بزنید. لطفاً خانه مورد نظر را کاملاً سیاه کنید.
- ۵ - پاسخ درست به هر سوال ۳ نمره مثبت و پاسخ نادرست ۱ نمره منفی دارد.
- ۶ - همراه داشتن هرگونه کتاب، جزوه، یادداشت و لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه و لپ‌تاپ ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد، تقلب محسوب خواهد شد.
- ۷ - شرکت‌کنندگان در دوره تابستانی از بین دانش‌آموزان پایه دهم و یازدهم انتخاب می‌شوند.
- ۸ - داوطلبان نمی‌توانند دفترچه سؤالات را با خود ببرند. (دفترچه باید همراه پاسخ‌نامه تحویل داده شود).

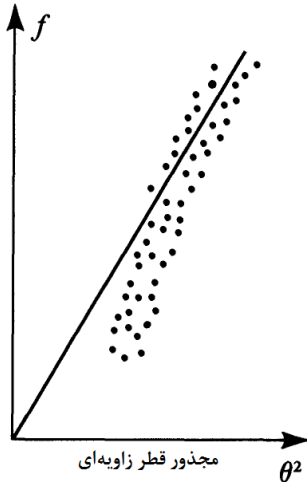
ثوابت نجومی و فیزیکی مورد نیاز

$6,67 \times 10^{-11}$	$N m^2 kg^{-2}$	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	$h$
$1,60 \times 10^{-19}$	$C$	بار الکترون	$e$
$9,1 \times 10^{-31}$	$kg$	جرم الکترون	$m_e$
$1,67 \times 10^{-27}$	$kg$	جرم اتم هیدروژن	$m_H$
$3,00 \times 10^8$	$m/s$	سرعت نور	$c$
$3,09 \times 10^{16}$	$m$	پارسک	$pc$
$1,50 \times 10^{11}$	$m$	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	$\varepsilon$
50	$AU$	شعاع منظومه شمسی	$R_{solars\ sys}$
15	$kpc$	شعاع کهکشان راه شیری	$R_{Gal}$
50	$kpc$	فاصله‌ی ابر ماژلانی بزرگ	$R_{LMC}$
60	$kpc$	فاصله‌ی ابر ماژلانی کوچک	$R_{SMC}$
0.07		ضریب بازتاب سطح ماه	$A_{moon}$
20	$Mpc$	فاصله‌ی خوشه کهکشانی سنبله	$r_{virgo-Clustr}$
4	$Gpc$	ابعاد کیهان	$D_{cosmos}$
13.6	$Gyr$	عمر عالم	$T_{cosmos}$
68	$(km/s)/Mpc$	ثابت هابل	$H_0$
$1,37 \times 10^3$	$Wm^{-2}$	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	$m_{sum}$
23,45	$Degree$	زاویه تمایل محور دوران زمین	
-12,74		قدر ظاهری ماه بدر	$m_{moon}$
$33.67^{\circ}N, 51.32^{\circ}E$	$Degree$	مختصات جغرافیایی شهر زنجان	$\lambda, \beta_{INO}$
1737	$km$	شعاع ماه	$R_{moon}$
$3,8 \times 10^8$	$m$	فاصله زمین تا ماه	$r_{moon}$

35 سوال در 8 صفحه و در 2 کد تنظیم شده است. در صورتی که کد دفترچه خود را در قسمت مربوطه روی پاسخ برگ منظور نکنید، برگه شما تصحیح نخواهد شد. قبل از شروع 5 دقیقه زمان خواهید داشت که کد دفترچه خود را علامت زده، تمام سوالات و صفحات را چک کنید. پس از این 5 دقیقه به هیچ اعتراضی پاسخ داده نخواهد شد.

1- طول پویس آزاد میانگین یک فوتون در فضای خالی میان ستاره‌ای ناشی از غبار میان ستاره‌ای 3000 سال نوری است. اگر شعاع غبارهای موجود  $10^{-5}$  سانتیمتر باشد، تعداد این غبارها در حجمی به ابعاد تقریبی یک استادیوم فوتبال  $(100\text{m})^3$  چقدر است؟

- 10000 (4)                      0.01 (3)                      1 (2)                      100 (1)



2- اگر شار انرژی دریافتی از خوشه‌های ستاره‌ای مختلفی را از آسمان بر حسب مجذور اندازه زاویه‌ای آنها رسم کنیم چنین شکلی به وجود خواهد آمد. کدام گزینه توصیف بهتری برای این پدیده است؟

- 1) خوشه‌های ستاره‌ای دورتر بزرگترند  
 2) خوشه‌های ستاره‌ای نزدیکتر بزرگترند  
 3) خاموشی بین ستاره‌ای باعث کم فروغ شدن ستاره‌های دورتر می‌شود  
 4) خاموشی بین ستاره‌ای باعث کم فروغ شدن ستاره‌های نزدیکتر می‌شود

3- ابرهای هیدروژن خنثی، ابرهای HI، توسط تابش ناشی از بازگشت اسپین الکترون‌ها قابل مشاهده هستند. مقدار انرژی آزاد شده از بازگشت اسپین الکترون‌ها در این ابرها حدوداً چند الکترون ولت و دمای متناظر آنها حدوداً چند کلوین است؟

- $10^{-3}$  و  $10^{-7}$  (1)                       $10^{-1}$  و  $10^{-5}$  (2)                       $10^1$  و  $10^{-3}$  (3)                       $10^3$  و  $10^{-1}$  (4)

4- نزدیکترین و دورترین ستاره‌های صورت فلکی دب اکبر با قطب شمال سماوی زوایای  $20^\circ$  و  $60^\circ$  را می‌سازند. در طول 1.5 روز نجومی چند درصد از آسمان توسط این صورت فلکی جاروب می‌شود؟

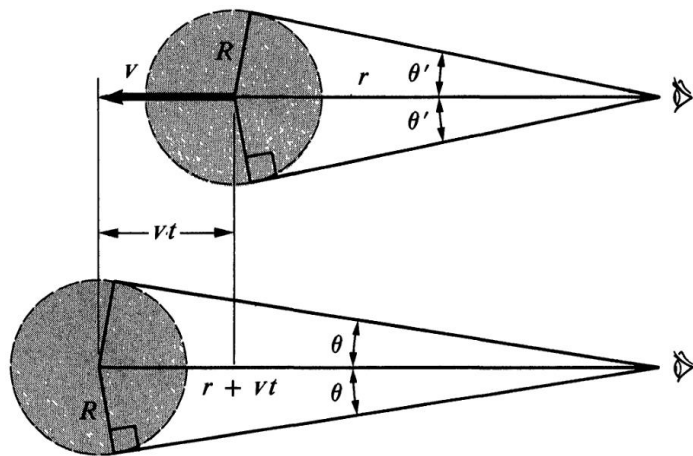
- 22 (4)                      11 (3)                      33 (2)                      44 (1)

5- ناظر 1 در طول جغرافیایی  $99.6^\circ \text{ E}$  و روی خط استوا یک ماهواره‌ی زمین ثابت (geostationary) را در زاویه  $90^\circ$  در جهت غرب، مشاهده می‌کند. ناظر 2 ماهواره را در نصف النهار خود می‌بیند. طول جغرافیایی ناظر 2 چقدر است؟

- 108.3 (4)                      90.9 (3)                      180.9 (2)                      18.3 (1)

6- در روز برگزاری آزمون و در زمان ظهر شرعی طول سایه یک میله یک متری در این شهر حدوداً چند سانتیمتر خواهد بود؟

- 100 (4)                      152 (3)                      74 (2)                      30 (1)



7- می‌توان خوشه‌های باز را با استفاده از رصد و آسترومتری فاصله یابی کرد. خوشه‌ی بازی به قطری در حدود 1 پارسک را در نظر بگیرید. فاصله زمانی-های بین دو رصد 10 سال است. سرعت خوشه‌های ستاره‌ای 200 کیلومتر بر ثانیه و دقت زاویه‌ای در رصد حدود 0.001 ثانیه قوسی است. حداکثر فاصله چنین خوشه‌ی بازی که می‌توان از این روش فاصله یابی کرد، چند کیلو پارسک است؟

- |   |     |   |     |
|---|-----|---|-----|
| 1 | (2) | 2 | (1) |
| 4 | (4) | 3 | (3) |

8- بارلو قطعه‌ای بسیار مفید در ادوات مورد استفاده منجمان آماتور است. کدام گزینه در مورد عملکرد بارلو در یک تلسکوپ آماتوری گزینه مناسبتری است؟

- (1) بارلو در تلسکوپ‌های شکستی و بازتابی استفاده می‌شود.
- (2) بارلو قبل از عدسی چشمی قرار می‌گیرد.
- (3) بخش اصلی یک بارلو یک عدسی مقعر است.
- (4) همه موارد فوق صحیح است.

9- کدامیک از عبارتهای زیر نادرست است؟

- (1) اختلاف منظر، جابجایی اجرام نزدیک به دلیل حرکت زمین به دور خورشید است که برای فاصله سنجی‌های کیهانی قابل استفاده نیست.
- (2) روشنایی ظاهری سطحی، مقدار شار انرژی است که ناظری روی سطح زمین از واحد زاویه فضایی یک جرم آسمانی دریافت می‌کند و مستقل از فاصله است.
- (3) انتقال دوپلری، جابجایی زاویه‌ای ستاره ناشی از حرکت آن در آسمان است.
- (4) به سبب پراکندگی نور توسط مواد میان ستاره‌ای رنگ اجرام آسمانی از دید ناظر زمینی همواره قرمزتر دیده می‌شود.

10- یک پرتو سفید با زاویه  $\theta_1$  به سطح یک شیشه می‌تابد. اگر ضریب شکست شیشه در مرکز طیف مرئی ( $\lambda_0=550\text{nm}$ ) برابر  $n_0$  و در دو حد آبی و قرمز به ترتیب  $n_B$  و  $n_R$  باشد، مقدار پهن شدگی طیفی پرتو نفوذ کننده به داخل شیشه چقدر خواهد بود؟ یک فرض ساده کننده: فرض کنید که تغییرات ضریب شکست بر حسب طول موج خطی است.

$$\Delta n = |n_0 - n_B| = |n_0 - n_R|$$

$$\Delta\theta = \frac{2\Delta n}{n_0} \frac{\sin\theta_1}{\sqrt{n_0^2 - \sin^2\theta_1}} \quad (2)$$

$$\Delta\theta = \frac{\Delta n}{n_0} \frac{\sin\theta_1}{\sqrt{n_0^2 - \sin^2\theta_1}} \quad (1)$$

$$\Delta\theta = \frac{2\Delta n}{n_0} \frac{\cos\theta_1}{\sqrt{n_0^2 - \sin^2\theta_1}} \quad (4)$$

$$\Delta\theta = \frac{\Delta n}{n_0} \frac{\cos\theta_1}{\sqrt{n_0^2 - \sin^2\theta_1}} \quad (3)$$

11- در مدل اتم بور طول موج خط  $H_\alpha$  (انتقال از تراز 3 به 2) برابر  $\lambda_\alpha=656\text{nm}$  است. طول موج خط  $H_\gamma$  (انتقال از تراز 5 به 2) چند نانومتر است؟

812

500 (3)

992 (2)

434 (1)

12- فرض کنید یک کهکشان به صورت یک جسم صلب و با سرعت زاویه‌ای  $\omega$  حول مرکز کهکشان (نقطه O) دوران می‌کند. ناظری که در فاصله  $r_1$  از مرکز کهکشان قرار گرفته، ستاره دیگری که در فاصله  $r_2$  (از مرکز کهکشان) قرار گرفته را مشاهده می‌کند. امتداد  $r_1-O$  با  $r_2-O$  زاویه  $90^\circ$  درجه می‌سازد. مقدار انتقال طیفی مشاهده شده توسط ناظر چقدر است. هر دو ستاره روی صفحه کهکشان هستند.

$$\Delta\theta = \frac{\omega(r_2^2 - r_1^2)}{c\sqrt{r_1^2 + r_2^2}} \quad (3) \quad \Delta\theta = \frac{\omega\sqrt{r_1^2 + r_2^2}}{c} \quad (2) \quad (1) \quad 0$$

13- یکی از عواملی که باعث شتابدهی ذرات باردار پرتوهای کیهانی می‌شود، برخورد آنها به ابرهای پلاسمایی در حال حرکت است. اگر این عمل به دفعات بین دو ابری که به هم نزدیک می‌شوند رخ دهد شرایط بسیار مناسبی برای شتابدهی ذرات به وجود می‌آید. حال این مسئله را به صورت یک مدل ساده در نظر می‌گیریم.

گلوله‌ای به جرم  $m$  از ارتفاع  $h$  از سطح زمین رها می‌شود. همزمان یک آسانسور به جرم  $M$  (خیلی بزرگتر از جرم  $m$ ) از سطح زمین و با سرعت  $V$  به سمت بالا شروع به حرکت می‌کند. سرعت گلوله بلافاصله پس از برخورد به آسانسور در جهت بالا چقدر است؟

$$V\left[\sqrt{1 + \frac{2gh}{V^2}} + 1\right] \quad (2)$$

$$V\left[\sqrt{1 + \frac{2gh}{V^2}} - 1\right] \quad (1)$$

$$\sqrt{2gh\left(1 + \frac{gh}{V^2}\right)} \quad (4)$$

$$\sqrt{2gh\left(1 + \frac{V^2}{gh}\right)} \quad (3)$$

14- سیاره‌ای به دور ستاره مادر خود با بیشینه تابشی در طول موج  $\lambda=651\text{nm}$  در یک مدار دایروی می‌چرخد. شعاع ستاره  $0.75$  شعاع خورشید است ( $R^*=0.75R_{\text{sun}}$ ). در هنگام گذر کامل سیاره، قدر ستاره مادر به اندازه  $\Delta m = 0.25 \cdot 10^{-3}$  تغییر می‌کند. شعاع سیاره بر حسب شعاع ستاره مرکزی چقدر است؟

اطلاعات ناکافیست (4)

0.005 (3)

0.01 (2)

0.05 (1)

15- سیاره‌ای به دور ستاره مادر خود با بیشینه تابشی در طول موج  $\lambda=651\text{nm}$  در یک مدار دایروی می‌چرخد. شعاع ستاره 0.75 شعاع خورشید است ( $R^*=0.75R_{\text{sun}}$ ). در هنگام گذر کامل سیاره، قدر ستاره مادر به اندازه  $\Delta m=0.25 \times 10^{-3}$  تغییر می‌کند. دوره تناوب سیاره به دور ستاره مادر 205 روز است. بر اساس داده‌های طیفی نیز درمی‌یابیم که سیاره بدون جو بوده و با ستاره مرکزی هم‌زمان نشده است. اگر ضریب آلبودی سیاره  $A=0.3$  باشد، دمای تعادل سیاره چند کلوین است؟

218 (4)

510 (3)

315 (2)

110 (1)

16- کدام عبارت زیر صحیح است؟

- 1) امواج گرانشی که اخیراً در آزمایش لایگو (LIGO) مشاهده شدند، تاییدی بر نظریه وجود ماده تاریک است.
- 2) سرعت بیش از انتظار کهکشان‌ها در خوشه‌های کهکشانی یکی از شواهد وجود انرژی تاریک در کیهان است.
- 3) بر طبق مدل استاندارد کیهان‌شناسی پس از آزاد شدن فوتون‌ها از ذرات ماده در  $300,000$  پس از مه‌بانگ، انبساط کیهان وارد فاز تند شونده شده است.
- 4) سرعت بیش از انتظار ستاره‌ها در بیشتر کهکشان‌ها یکی از شواهد جدی مبنی بر وجود ماده تاریک یا نقض قانون گرانش انشتین است.

17- کدام عبارت زیر نادرست است؟

- 1) طول عمر ستاره‌ها در رشته اصلی تقریباً 10 برابر طول عمر آنها خارج از رشته اصلی است.
- 2) طول عمر ستاره‌ها در رشته اصلی به فلزیت آنها بستگی دارد.
- 3) طول عمر ستاره‌ها در رشته اصلی به شدت به جرم آنها بستگی دارد.
- 4) علت اصلی خروج ستاره‌ها از رشته اصلی وارد شدن گاز درون هسته ستاره به فاز کوانتومی است.

18- از ناحیه مرکزی کهکشان و موقعیت ستاره‌ها تصویری تهیه شده است. ابعاد تصویر مربعی به ضلع 10 ثانیه قوسی است که حدوداً 100 ستاره در آن قابل مشاهده است. به دلایل نامعلومی این ستاره‌ها با سرعت‌های بسیار بالا و در حدود 800 کیلومتر بر ثانیه در حال حرکت در جهت‌های مختلف هستند. حد اکثر چند سال بعد باید تصویر دیگری از این موقعیت تهیه کنیم تا جابجایی ستاره‌ها در این مدت کمتر از فاصله متوسط فعلی آنها باشد؟

10 (4)

100 (3)

30 (2)

1 (1)

19- یک ستاره متغیر از نوع RR شلیاقی دوره تناوب درخشندگی 12 ساعته و بازه تغییرات  $\Delta m = 0.5$  دارد. دمای ستاره در بیشینه و کمینه درخشندگی به ترتیب  $T_{max}$  و  $T_{min}$  است که  $T_{max}/T_{min} = 1.2$ . ضمناً قرمزگرایی (یا آبی گرایی) در طول تپش ستاره تقریباً ثابت و برابر  $z = 2.7 \times 10^{-5}$  است.  $R_{min}$  و  $R_{max}$  را در بیشینه و کمینه درخشندگی ستاره به دست آورید.

$$R_{max} = 2.00 R_{sun} \quad (2)$$

$$R_{min} = 1.50 R_{sun}$$

$$R_{max} = 1.50 R_{sun} \quad (4)$$

$$R_{min} = 2.00 R_{sun}$$

$$R_{max} = 1.75 R_{sun} \quad (1)$$

$$R_{min} = 2.00 R_{sun}$$

$$R_{max} = 1.50 R_{sun} \quad (3)$$

$$R_{min} = 1.75 R_{sun}$$

20- در یک مساحتی ستاره‌ای کشف شد که یک حلقه در حال گسترش در اطراف آن قابل مشاهده بود. این حلقه یک بیضی با نیم محور بزرگ  $\theta_a = 0.80''$  و نیم محور کوچک  $\theta_b = 0.57''$  است. همچنین مشاهده شده است که درخشندگی ستاره به شکل کاملاً نامنظمی تغییر می‌کند. ولی تغییرات کاملاً مشابهی (با یک تغییر زمانی) دقیقاً در درخشندگی حلقه اطراف ستاره نیز مشاهده می‌شود. بیشینه تاخیر مشاهده شده به مدت 400 دقیقه بوده است. فرض کنید تغییرات درخشندگی حلقه نتیجه تغییرات درخشندگی ستاره است (یعنی در اثر برخورد نور ستاره با ذرات حلقه است). فاصله ستاره از زمین بر حسب پارسک چقدر است؟

$$65 \quad (4)$$

$$35 \quad (3)$$

$$115 \quad (2)$$

$$85 \quad (1)$$

21- استوانه‌ای توپر به طول بینهایت طویل و به شعاع  $R$  دارای جرم واحد طول  $\mu$  است. اندازه میدان گرانشی در  $r > R$  چقدر است؟

$$G\mu/r \quad (4)$$

$$2G\mu R/r^2 \quad (3)$$

$$2G\mu r/R^2 \quad (2)$$

$$2G\mu/r \quad (1)$$

22- تعداد برگ‌های درختان روی کره زمین به کدام عدد نزدیکتر است؟

$$10^{27} \quad (4)$$

$$10^{21} \quad (3)$$

$$10^{15} \quad (2)$$

$$10^9 \quad (1)$$

23- یکی از منابع تولید امواج گرانشی ادغام دو سیاهچاله است. دو سیاهچاله که تشکیل یک دوتایی داده‌اند، در اثر انتشار امواج گرانشی شعاع چرخش آنها به مرور کاهش می‌یابد تا نهایتاً ادغام می‌شوند. دو سیاهچاله به جرمهای 20 برابر جرم خورشید را در نظر بگیرید. که در فاصله اولیه یک واحد نجومی از یکدیگر قرار گرفته‌اند و نهایتاً ادغام (به هم مماس می‌شوند) میشوند. مقدار انرژی تابش شده در اثر امواج گرانشی چند ژول است؟

$$10^{48} \quad (4)$$

$$10^{44} \quad (3)$$

$$10^{40} \quad (2)$$

$$10^{35} \quad (1)$$

24- وقتی با چشم غیر مسلح به آسمان می‌نگریم، کم نورترین جرمی که می‌بینیم شاری به اندازه‌ی  $f_{lim} = 10^{-11} \text{ Jcm}^{-2}\text{s}^{-1}$  دارد. با فرض این که همه ستاره‌های آسمان مشابه خورشید باشند و حدوداً 5000 ستاره را بتوان با چشم غیر مسلح مشاهده کرد، چگالی عددی ستاره‌های اطراف ما بر حسب ستاره بر پارسک مکعب به کدام گزینه نزدیکتر است؟

$$10 \quad (4)$$

$$10^{-2} \quad (3)$$

$$10^{-1} \quad (2)$$

$$1 \quad (1)$$

25- انرژی یونیزاسیون (I) برخی از عناصر در جدول زیر داده شده است.

$$T_{ion} \sim 11600 \left( \frac{I}{10eV} \right) K$$

H(eV)	He I (eV)	Ca I (eV)
13.6	24.6	6.1

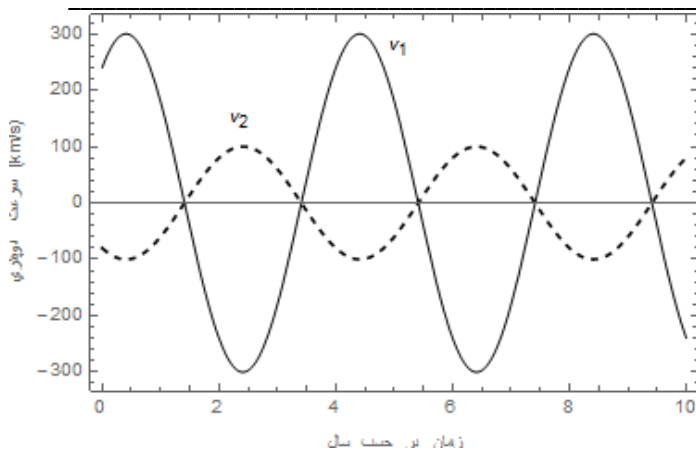
به عنوان یک تقریب، یونیزاسیون‌ها در سطح یک ستاره بر حسب کلون (K) در دمایی رخ می‌دهد که با رابطه فوق داده می‌شود. خطوط جذبی مربوط به هر کدام از یونیزاسیون‌ها زمانی بیشترین ضخامت را پیدا می‌کند که دمای سطح ستاره به  $T_{ion}$  می‌رسد. کدامیک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

(1) در دمای تقریبی 28000 کلون خط جذبی He I بیشترین کسر یونیزاسیون را دارد.

(2) در دمای کمتر از 10000 کلون خط جذبی He I اصلاً دیده نخواهد شد.

(3) بیشینه خط جذبی Ca I در دمای 3800 کلون رخ می‌دهد.

(4) در دمای بیش از 10000 کلون فقط خطوط جذبی Ca I، He I و H وجود دارد.



26- منحنی سرعت دو مولفه یک دوتایی که با استفاده از روش طیف سنجی به دست آمده مطابق شکل روبرو است. این دوتایی به صورت لبه نما دیده می‌شود (زاویه تمایل مداری 90 درجه دارند). جرم دو ستاره به کدام گزینه نزدیکتر است؟

$$M_1 = 0.69 M_{sun}, M_2 = 1.98 M_{sun} \quad (2)$$

$$M_1 = 6.9 M_{sun}, M_2 = 19.8 M_{sun} \quad (1)$$

$$M_1 = 1.98 M_{sun}, M_2 = 0.69 M_{sun} \quad (4)$$

$$M_1 = 19.8 M_{sun}, M_2 = 6.9 M_{sun} \quad (3)$$

27- گازهای اطراف یک سیاه‌چاله، می‌توانند در اثر جاذبه شدید سیاه‌چاله به داخل آن فروبرمبند. در اثر این برافزایش گاز فوق گرم شده و تابش X خواهد داشت. مقیاس زمانی شار دریافتی تابش X از مرتبه دوره تناوب مداری گاز به دور سیاه‌چاله است. برای سیاه‌چاله‌ای با جرم  $M_{bh} = 10 M_{sun}$  کمترین بازه زمانی شار تابش X به کدام گزینه نزدیکتر است؟

(4) میلی ثانیه

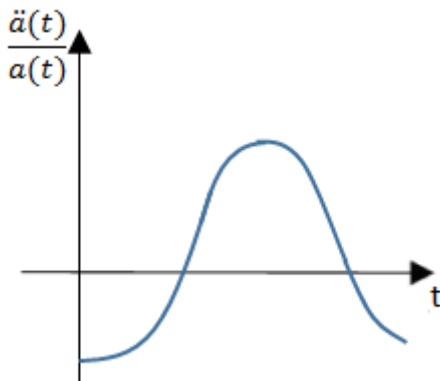
(3) میکرو ثانیه

(2) دقیقه

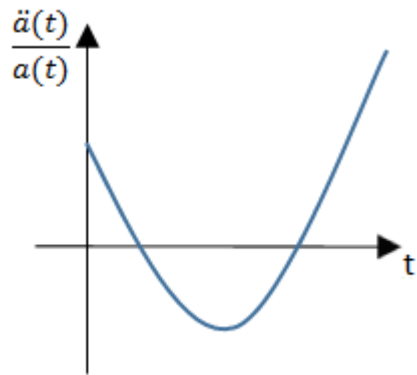
(1) ثانیه



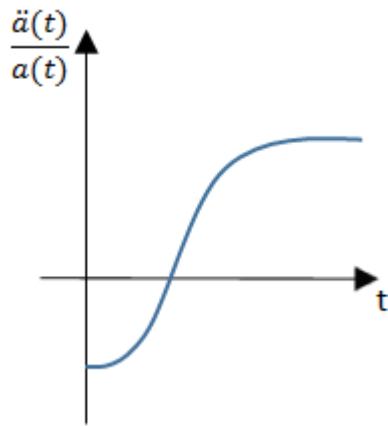
28- در مدل استاندارد کیهانشناسی تخت، در مقیاس کیهانی تمام فاصله ها با فاکتور مقیاس،  $a(t)$  با زمان منبسط می‌شوند. تحول زمانی شتاب  $\ddot{a}(t)$  به صورت کاملا شماتیک از زمان‌های بسیار نزدیک به مهبانگ تا زمان حال با کدام نمودار سازگارتر است؟



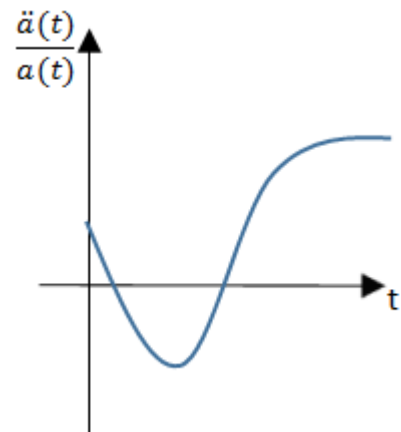
(2)



(1)



(4)



(3)

29- بر طبق قضیه ویريال اگر یک ستاره بدون هر گونه واکنش هسته‌ای منقبض شود، انرژی گرمایی آن چگونه تغییر می‌کند؟

- (1) به اندازه دو برابر میزان تغییر انرژی پتانسیل گرانشی، کاهش می‌یابد.
- (2) به اندازه دو برابر میزان تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی، افزایش می‌یابد.
- (3) به اندازه نصف میزان تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی کاهش می‌یابد.
- (4) به اندازه نصف میزان تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی افزایش می‌یابد.

30- یک هسته فعال کهکشانی (AGN) دارای یک درخشندگی پرتو  $X$  با شدت  $L_X = 4.26 \times 10^{35} w$  است. فرض کنید تابش پرتو  $X$  این هسته فعال 30% تابش بولومتریک آن باشد. این هسته فعال با چه کسری از تابش ادینگتون تابش می‌کند؟ تابش ادینگتون را برای این سیستم  $L_{edd} = 1.78 \times 10^{37} w$  در نظر بگیرید.

0.14 (4)

0.014 (3)

0.8 (2)

0.08 (1)

31- نزدیکترین ناحیه ستاره‌زایی در فاصله 50 پارسکی از ما قرار دارد. در این ناحیه سیاره‌ای مشتری گون به شعاع  $R=70000\text{km}$  به دور ستاره‌ای شبیه خورشید در مداری دایره‌ای به شعاع 5 واحد نجومی در حال چرخش است. ضریب بازتاب سیاره را 100٪ فرض کنید. در اثر انعکاس نور ستاره توسط سیاره، قادر به مشاهده‌ی سیاره خواهیم بود. تفاوت قدر ظاهری سیاره در بیشترین درخشندگی خود، و ستاره مادر از دید ناظر زمینی به کدام گزینه نزدیکتر است؟

(1) 22 (2) 20 (3) 18 (4) 16

32- یک ستاره که توسط ناظری در حال رویت است، به سرعت پشت یک قله دور ناپدید می‌شود. این مشاهده را می‌توان در کوه‌ها دید. همین پدیده را در یک سطح هموار در صورت وجود ساختمان بلند و به اندازه کافی دور نیز می‌توان مشاهده کرد. شخص ناظر بایستی با سرعت چند متر بر ثانیه بدود تا ستاره را در همان فاصله زاویه‌ای از کوه که در ابتدا مشاهده کرده بود، ببیند؟ فرض کنید فاصله بین ناظر و قله کوه 10 کیلومتر است و این مشاهده در قطب صورت گرفته است. (سرعت بر حسب متر بر ثانیه است)

(1) 7 (2) 1.4 (3) 14 (4) هیچکدام

33- معمولاً یکی از مشکلاتی که رصدگران با آن مواجه هستند، وجود یک ماه پرنور در آسمان است. ولی معمولاً هماهنگی این که برنامه رصد دقیقاً در شب‌های بدون ماه رخ دهد، کار سختی است. فرض کنید که شبی که شما برای رصد انتخاب کرده‌اید شب هشتم ماه قمری و در دی‌ماه است. می‌خواهیم ببینیم حدوداً چه زمانی رصد ستارگان را آغاز کنیم که ماه تقریباً در آن بازه در آسمان نباشد؟

(1) 19:00 (2) 22:00 (3) 2:00 بامداد (4) 4:00 بامداد

34- زمانی که در یک شب مهتابی (ماه کامل) به طبیعت می‌رویم مشاهده می‌کنیم که در مناطق دور از شهر، ماه بسیار درخشان است به طوری که می‌توانیم سایه خود را به خوبی مشاهده کنیم و اگر مدتی را در زیر نور ماه سپری کنیم چشمان عادت کرده و حتی می‌توانیم یک متن عادی را زیر نور ماه بخوانیم. حال می‌خواهیم ببینیم که نور ماه با یک لامپ ال-ای-دی سفید رنگ 10 وات، در چه فاصله‌ای معادل است. فاصله فوق را بر حسب متر بیان کنید. تقریباً ضریب کارایی لامپ 100٪ است.

(1) 270 (2) 90 (3) 30 (4) 10

35- یکی از کارهایی که برای منجمان آماتور بسیار جذاب است، ترسیم نقشه آنالمای منطقه است. نقشه آنالما، مکان هندسی نقاط سایه یک جسم گلوله‌ای شکل است که راس ساعت 12:00 ظهر روی سطح زمین ترسیم می‌شود. این مکان هندسی، به مکان ناظر وابسته است. بنابراین هر منطقه، آنالمای مخصوص خود را دارد. برای این کار لازم است که یک شاخص عمودی به طول 1 متر، که در انتهای آن یک گوی قرار گرفته، تهیه کنید. سپس هر روز و راس ساعت 12:00 رفته و جای سایه‌ی شاخص را روی سطح تختی که سایه روی آن می‌افتد علامت بزنید. پس از یک سال می‌بینید که شکلی شبیه 8 انگلیسی به دست می‌آید. حال برای این که در علامت گذاری‌ها دقت بیشتری داشته باشیم لازم است که حتماً گوی مورد استفاده یک منطقه‌ی سایه کامل تشکیل دهد (چون اگر اندازه گوی از یک مقدار مشخص کمتر شود، گوی سایه نخواهد داشت و فقط نیمسایه تشکیل می‌شود). حال برای ترسیم آنالمای شهر زنجان قطر گوی را چند سانتیمتر انتخاب کنیم تا در تمام روزهای سال سایه مربوطه را داشته باشیم (قطر بر حسب سانتیمتر).

(1) 0.5 (2) 6 (3) 4 (4) 2

پاسخ سوالات کد 1 دفترچه آزمون المپیاد نجوم و اخترفیزیک، مرحله اول، بهمن ماه 1396

	1	2	3	4
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				