

$\hat{E} \cdot Z \in \mathbb{A}^{\frac{1}{4}} \oplus Z]$

$\frac{1}{2} Y \in \mathbb{E} Y \quad \hat{E} \rightarrow \hat{O} \pm Y \quad E \bullet \hat{A} A$

$\%_0 \bullet A \in a \quad A \quad \%_0 \bullet A \gg M \quad c \bullet Y$

½ Y Ä mš ½YZ{Å Á „¾ Z ØE y • { ïÉ, ZÅ»{ Y

½ Y Ä mš ½YZ{Å Á ; Å Z »



مکالمہ برقراری استعداد بحث و خشان

مذکور شد

å 6<sup>10</sup> Bå d ≠ å Å « Y Á ! Å ~ m Á s Å Å n | % { É X È 1 , G Å Z m »  
μ 4 ± Å V € » R c Ó È f § {

® Ë € à fßy Y Á ¹ Â ñ ï ¿ Á { Z³À b ¼ Á  
d ÿ Z ± € Æ › • Y | ]

Ä q € f §

Ä ñ ï «/â Ä »= M c ÓR/‡ { Y |

$\hat{E} \cdot |A \bullet Z|^{1/4} <$

$$\hat{E}^3 \{ Y \hat{A} Z y^{-1} Z \hat{A} \}$$

1

$\text{d} \pm Y \cdot Z n^{\frac{3}{4}} \text{lgz} \approx Y \cdot \tilde{A} \{ Z \}$

°Æ » c Z v

| Å Y Å z ð t ï v x þ Z Z a ¼ a • Ä » Z ð ð Å - € € a ( Æ # Z ð ] J E Ä » Z Å ] € » 6 ¶ ¶ Y Z ¼ Y • c Æ Y ð S Y | -  
Ä v " • ¾ i ¼ Å • { Ä - È , • Y | - Z ] , d # Ä v Ä o • V A f @ Ä ð e Ä q € Æ S { • ¼ Æ Y Z Z Å c O Y R # È q € Y  
| ( Z ] È ° È , d # Y  
Ä ð Å ð Å Ä c Å Å = { | i E Z ¼ g q } Ø R È q € f S Z Ä A S È Y Å m Å q € | S Y N C Ø R { Y | , ¼ Å » Z M M a Å , • Z S O ]  
| i Å z 6 Y Å ^ , n p Å R d w Å € f Y , Ä q € f S f o - i  
d « Å € f Y , ¼ M { Å # } • { Z g Å = { d # Ä l | Ä f c Å j Å € Z ¼ Z 6 z Z Ä f S € S Z i f y Å » Z Z A E P È  
| i E Å Å ] È ° O E » x f Y | a | Z ] E Z e Å p Z g Z Z A H I X A g Y Z ; n p Å R ^ »  
6 ¶ v f i € È ° Q E Y | Z Y S f € € Å f Z Å Å Q Å l E • M { j ¼ Å q i Å Z g ¼ M a , | Å E x i v • Å z f Y Å » Z Z A E  
| i Å Z o Z o Y E Q E Å È Z O Y | i e d » O p Å ] € »  
{ • Y È ( " Å ¼ ¼ g f { Z k Z A d ^ j Q € ¼ y Y È # Å f f Z a  
È 6 ¶ u È Z H I Å ¼ È M f , Å Y € / f Å Å Å ¼ Z e Å Å Y € / f Å d e g i , Ä € f M Å Y { Z Å Å , [ Z f Å t Å ¼ Å Å Y € ¼ Å  
| ( | Å Y [ Å Y v x 6 , + e Z p Å » Z Z E Å Å d Z ¼ M E ³ Y  
| è Å E { Z f g Å { • Z E { È E Y Z Å g M i ] È Z f g Å ¼ ¼ Z ³ | d Å È  
{ Å Å { Y È Å Å » Z Z A Y € È Z A € f \$ & € M ] Z Y c Ø R È q € f S A J Y g Z Å Å Y {

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-بولترمن	$\sigma$
$7.56 \times 10^{-16}$	$J m^{-3} K^{-4}$	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	$\epsilon$
50	$AU$	شعاع منظومه شمسی	$R_{solars\ sys}$
15	$kpc$	شعاع کهکشان راه شیری	$R_{Gal}$
50	$kpc$	فاصله‌ی ابر مازلانی بزرگ	$R_{LMC}$
60	$kpc$	فاصله‌ی ابر مازلانی کوچک	$R_{SMC}$
0.07		ضریب بازتاب سطح ماه	$A_{moon}$
20	$Mpc$	فاصله‌ی خوشة کهکشانی سنبله	$r_{virgo-Clstr}$
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.

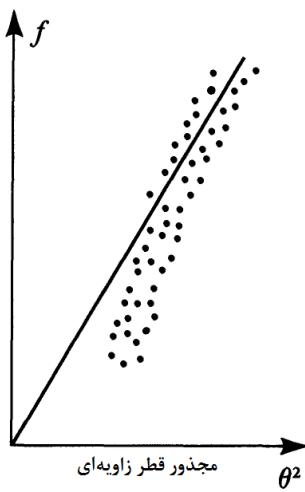
1- طول پویش آزاد میانگین یک فوتون در فضای خالی میان ستاره‌ای ناشی از غبار میان ستاره‌ای 3000 سال نوری است. اگر شعاع غبارهای موجود  $10^5$  سانتیمتر باشد، تعداد این غبارها در حجمی به ابعاد تقریبی یک استادیوم فوتبال ( $100m^3$ ) چقدر است؟

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

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

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 E  $99.6^\circ$  و روی خط استوا یک ماهواره‌ی زمین ثابت (geostationary) را در زوایه  $90^\circ$  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)

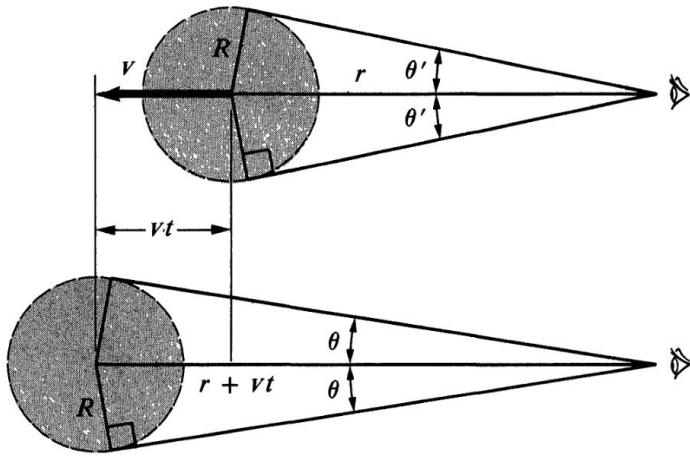
6- در روز برگزاری آزمون و در زمان ظهر شرعی طول سایه یک میله یک متری در این شهر حدوداً چند سانتیمتر خواهد بود؟

100 (4)

152 (3)

74 (2)

30 (1)



- 7- می توان خوشه های باز را با استفاده از رصد و آسترومتری فاصله یابی کرد. خوشه بازی به قطعی در حدود 1 پارسک را در نظر بگیرید. فاصله زمانی- های بین دو رصد 10 سال است. سرعت خوشه های ستاره ای 200 کیلومتر بر ثانیه و دقیق زاویه ای در رصد حدود 0.001 ثانیه قوسی است. حداکثر فاصله چنین خوشه بازی که می توان از این روش فاصله یابی کرد، چند کیلو پارسک است؟

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

- 8- بارلو قطعه ای 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 تلسکوپ های شکستی و بازتابی استفاده می شود.
- (2) بارلو قبل از عدسی چشمی قرار می گیرد.
- (3) بخش اصلی یک بارلو یک عدسی مقعر است.
- (4) همه موارد فوق صحیح است.

- 9- کدامیک از عبارت های زیر نادرست است؟

- (1) اختلاف منظر، جابجایی اجرام نزدیک به دلیل حرکت زمین به دور خورشید است که برای فاصله سنگی های 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 می کند و مستقل از فاصله است.
- (3) انتقال دوبلری، جابجایی زاویه ای ستاره ناشی از حرکت آن در آسمان است.
- (4) به سبب پراکندگی نور توسط مواد میان ستاره ای رنگ اجرام آسمانی از دید ناظر زمینی همواره قرمزتر دیده می شود.

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.

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

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

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

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

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

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

$$812 \quad 500 \quad (3) \quad 992 \quad (2) \quad 434 \quad (1)$$

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  $r_1-O-r_2$  زاویه ۹۰ درجه می‌سازد. مقدار انتقال طیفی مشاهده شده توسط ناظر چقدر است. هر دو ستاره روی صفحه کهکشان هستند.

$$(4) \quad \text{هيچکدام} \quad \Delta\theta = \frac{\omega(r_2^2 - r_1^2)}{c\sqrt{r_1^2 + r_2^2}} \quad (3) \quad \Delta\theta = \frac{\omega\sqrt{r_1^2 + r_2^2}}{c} \quad (2) \quad 0 \quad (1)$$

13- یکی از عواملی که باعث شتابدهی ذرات باردار پرتوهای کیهانی می‌شود، برخورد آنها به ابرهای پلاسمایی در حال حرکت است. اگر این عمل دفعات بین دو ابری که به هم نزدیک می‌شوند رخدده 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 سرعت  $V$  به سمت بالا شروع به حرکت می‌کند. سرعت گلوله بالا فاصله پس از برخورد به آسانسور در جهت بالا چقدر است؟

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

$$\sqrt{2gh(1 + \frac{gh}{V^2})} \quad (4) \quad \sqrt{2gh(1 + \frac{V^2}{gh})} \quad (3)$$

14- سیاره‌ای به دور ستاره مادر خود با بیشینه تابشی در طول موج  $\lambda=651\text{nm}$  در یک مدار دایروی می‌چرخد. شعاع ستاره ۰.۷۵ شعاع خورشید است ( $R_* = 0.75R_{\text{sun}}$ ). در هنگام گذر کامل سیاره، قدر ستاره مادر به اندازه  $\Delta m = 0.25 * 10^{-3}$  تغییر می‌کند. شعاع سیاره بر حسب شعاع ستاره مرکزی چقدر است؟

$$(4) \quad \text{اطلاعات ناکافیست} \quad 0.005 \quad (3) \quad 0.01 \quad (2) \quad 0.05 \quad (1)$$

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 ( $R_*=0.75R_{\odot}$ ). در هنگام گذر کامل سیاره، قدر ستاره مادر به اندازه  $\Delta m=0.25*10^{-3}$  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 آبدوی 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 اخیرا در آزمایش لایگو (LIGO) مشاهده شدند، تاییدی بر نظریه وجود ماده تاریک است.
- 2) سرعت بیش از انتظار کهکشان‌ها در خوش‌های 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، انساط کیهان وارد فاز تندر 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 تقریبا 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 کوانتمی است.

18- از ناحیه مرکزی کهکشان و موقعیت ستاره‌ها تصویری تهیه شده است. ابعاد تصویر مربعی به ضلع 10 ثانیه قوسی است که حدودا 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 شلیاچی دوره تناوب درخشندگی 12 ساعته و بازه تغییرات  $\Delta m=0.5$  دارد. دمای ستاره در بیشینه و کمینه درخشندگی به ترتیب  $T_{\text{max}}$  و  $T_{\text{min}}$  است که  $T_{\text{max}}/T_{\text{min}}=1.2$ . ضمناً قرمزگرایی (یا آبی گرایی) در طول تپش ستاره تقریباً ثابت و برابر  $z=2.7 \times 10^{-5}$  است.  $R_{\text{min}}$  و  $R_{\text{max}}$  را در بیشینه و کمینه درخشندگی ستاره به دست آورید.

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

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

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

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

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

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

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

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

20- در یک مساحی ستاره‌ای کشف شد که یک حلقه در حال گسترش در اطراف آن قابل مشاهده بود. این حلقه یک بیضی با نیم محور بزرگ  $\theta_b=0.57$  و نیم محور کوچک  $\theta_a=0.80$  است. همچنین مشاهده شده است که درخشندگی ستاره به شکل کاملاً نامنظمی تغییر می‌کند و لی تغییرات کاملاً مشابهی (با یک تغییر زمانی) دقیقاً در درخشندگی حلقه اطراف ستاره نیز مشاهده می‌شود. بیشینه تاخیر مشاهده شده بمدت 400 دقیقه بوده است. فرض کنید تغییرات درخشندگی حلقه نتیجه تغییرات درخشندگی ستاره است (یعنی در اثر برخورد نور ستاره 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 اندازه  $f_{\text{lim}}=10^{-11} \text{ J cm}^{-2} \text{s}^{-1}$  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 (ا) 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

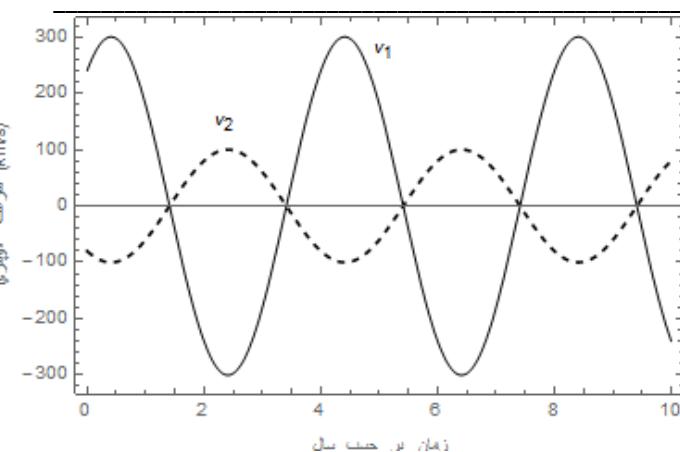
به عنوان یک تقریب، یونیزاسیون‌ها در سطح یک ستاره بر حسب کلوین (K) در دمایی رخ می‌دهد که با رابطه فوق داده می‌شود. خطوط جذبی مربوط به هر کدام از یونیزاسیون‌ها زمانی بیشترین ضخامت را پیدا می‌کند که دمای سطح ستاره به  $T_{ion}$  می‌رسد. کدامیک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

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

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

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

4) در دمای بیش از 10000 کلوین فقط خطوط جذبی He I, Ca 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؟

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

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

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

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

27- گاز‌های اطراف یک سیاه‌چاله، می‌توانند در اثر جاذبه شدید سیاه‌چاله به داخل آن فروبرمبنند. در اثر این برافراشیش 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  $M_{bh}=10 M_{\text{sun}}$  کمترین بازه زمانی شار تابش X به کدام گزینه نزدیکتر است؟

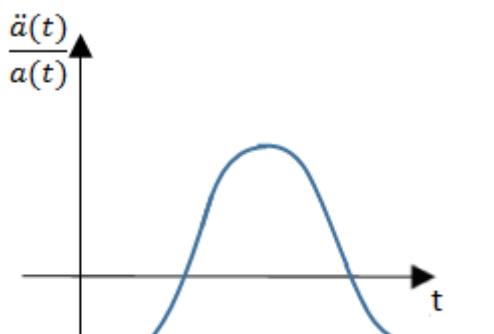
4) میلی ثانیه

3) میکرو ثانیه

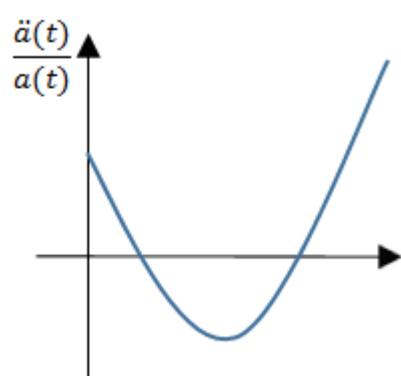
2) دقیقه

1) ثانیه

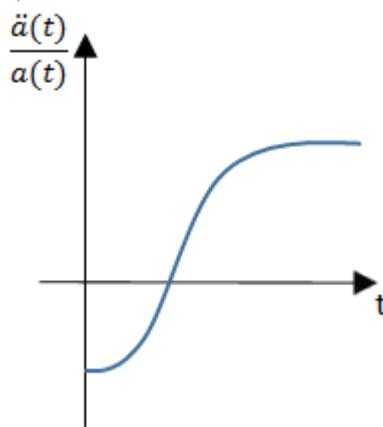
28- در مدل استاندارد کیهانشناسی تخت، در مقیاس کیهانی تمام فاصله ها با فاکتور مقیاس،  $a(t)$  با زمان منبسط می شوند. تحول زمانی شتاب  $\ddot{a}(t)$  به صورت کاملاً شماتیک از زمان های بسیار نزدیک به مهبانگ تا زمان حال با کدام نمودار سازگارتر است؟



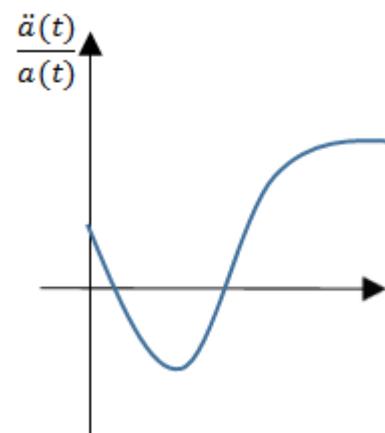
(2)



(1)



(4)



(3)

29- بر طبق قضیه ویریال اگر یک ستاره بدون هر گونه واکنش هسته ای منقبض شود، انرژی گرمایی آن چگونه تغییر می کند؟

1) به اندازه دو برابر میزان تغییر انرژی پتانسیل گرانشی، کاهش می یابد.

2) به اندازه دو برابر میزان تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی، افزایش می یابد.

3) به اندازه نصف میزان تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی کاهش می یابد.

4) به اندازه نصف میزان تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی افزایش می یابد.

30- یک هسته فعال کهکشانی (AGN) دارای یک درخشندگی پرتو  $X$  با شدت  $W = 4.26 \times 10^{35} W$  است. فرض کنید تابش پرتو  $X$  این هسته فعال 30% تابش بولومتریک آن باشد. این هسته فعال با چه کسری از تابش ادینگتون تابش می کند؟ 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؟

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

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 بددود تا ستاره را در همان فاصله زاویه‌ای از کوه که در ابتدا مشاهده کرده بود، ببیند؟ فرض کنید فاصله بین ناظر و قله کوه 0 کیلومتر است و این مشاهده در قطب صورت گرفته است. (سرعت بر حسب متر بر ثانیه است)

- |            |        |         |       |
|------------|--------|---------|-------|
| 4) هیچکدام | 14 (3) | 1.4 (2) | 7 (1) |
|------------|--------|---------|-------|

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 دقیقت 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 دی ماه است. می‌خواهیم ببینیم حدوداً چه زمانی رصد ستارگان را آغاز کنیم که ماه تقریباً در آن بازه در آسمان نباشد؟

- |                |                |          |          |
|----------------|----------------|----------|----------|
| 4) 4:00 بامداد | 3) 2:00 بامداد | 2) 22:00 | 1) 19:00 |
|----------------|----------------|----------|----------|

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 چشممان عادت کرده و حتی می‌توانیم یک متر عادی را زیر نور ماه بخوانیم. حال می‌خواهیم ببینیم که نور ماه با یک لامپ ال-ای-دی سفید رنگ 10 واتی، در چه فاصله‌ای معادل استناد فاصله فوق را بر حسب متر بیان کنید. تقریباً ضریب کارایی لامپ 100٪ است.

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

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).

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

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

	1	2	3	4
<b>1</b>	A			
<b>2</b>			B	
<b>3</b>		C		
<b>4</b>	D			
<b>5</b>	E			
<b>6</b>				F
<b>7</b>			G	
<b>8</b>				H
<b>9</b>			I	
<b>10</b>		J		
<b>11</b>			K	
<b>12</b>			L	
<b>13</b>		M		
<b>14</b>		N		
<b>15</b>		O		
<b>16</b>				P
<b>17</b>				Q
<b>18</b>	R			
<b>19</b>	S			
<b>20</b>				T
<b>21</b>	U			
<b>22</b>		V		
<b>23</b>				W
<b>24</b>		X		
<b>25</b>	Y			
<b>26</b>		Z		
<b>27</b>			AA	
<b>28</b>				BB
<b>29</b>				CC
<b>30</b>		DD		
<b>31</b>				EE
<b>32</b>				FF
<b>33</b>		GG		
<b>34</b>			HH	
<b>35</b>	II			