باسمه تعالی
جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش
مرکز ملّی پرورش استعدادهای درخشان و دانش‌پژوهان جوان
معاونت دانش‌پژوهان جوان

مرکز ملی پرورش استعدادهای درخشان و دانش‌پژوهان جوان

مبارزهٔ علمی برای جوانان، زنده‌کردن روح جست‌وجو و کشف واقعیت‌هاست. «امام خمینی(ره)»

دفترچهٔ سؤالات مرحلهٔ اوّل

سیزدهمین دورهٔ المپیاد نجوم و اخترفیزیک سال ۱۳۹۵

بعدازظهر - ساعت : ۱۴:۰۰

کد دفترچه : **۱**

تعداد سؤالات	مدّت آزمون (دقیقه)
۳۵	۲۱۰

نام : **نام خانوادگی :** **شمارهٔ صندلی :**

توضیحات مهم

استفاده از ماشین‌حساب مجاز است.

۱ - کد دفترچهٔ سؤالات شما ۱ است. این کد را در محلّ مربوط روی پاسخ‌نامه با مداد پر کنید. در غیر این صورت پاسخ‌نامهٔ شما تصحیح نخواهد شد. توجّه داشته باشید کد دفترچهٔ 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 همهٔ برگه‌های دفترچهٔ سؤالات را بررسی نمایید. در صورت وجود هرگونه نقصی در دفترچه، در اسرع وقت مسؤول جلسه را مطّلع کنید.

۳ - یک برگ پاسخ‌نامه در اختیار شما قرار گرفته که مشخّصات شما بر روی آن نوشته شده است. در صورت نادرست بودن آن، در اسرع وقت مسؤول جلسه را مطّلع کنید. ضمناً مشخّصات خواسته شده در پایین پاسخ‌نامه را با مداد مشکی بنویسید.

۴ - برگهٔ 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 خانهٔ مورد نظر را کاملاً سیاه کنید.

۵ - پاسخ درست به هر سوال ۳ نمرهٔ مثبت و پاسخ نادرست ۱ نمرهٔ منفی دارد.

۶ - همراه داشتن هرگونه کتاب، جزوه، یادداشت و لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه و لپ‌تاپ ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتّی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد، تقلّب محسوب خواهد شد.

۷ - شرکت‌کنندگان در دورهٔ تابستانی از بین دانش‌آموزان پایهٔ دهم و سوّم متوسّطه انتخاب می شوند.

۸ - داوطلبان نمی‌توانند دفترچهٔ سؤالات را با خود ببرند. (دفترچه باید همراه پاسخ‌نامه تحویل داده شود.)

کلّیهٔ حقوق این سؤالات برای مرکز ملّی پرورش استعدادهای درخشان و دانش‌پژوهان جوان محفوظ است.

$6/67\times10^{-11}$	$N\ m^2\ kg^{-2}$	ثابت جهانی گرانش	G
$5/67\times10^{-8}$	$W\ m^{-2}\ K^{-4}$	ثابت استفان-بولتزمن	σ
$7/56\times10^{-16}$	$J\ m^{-3}\ K^{-4}$	ثابت تابش	$a=4\sigma/c$
$1/38\times10^{-23}$	$J\ K^{-1}$	ثابت بولتزمن	k_B
$6/63\times10^{-34}$	$J.s$	ثابت پلانک	h
$1/60\times10^{-19}$	C	بار الکترون	e
$9/1\times10^{-31}$	kg	جرم الکترون	m_e
$1/67\times10^{-27}$	kg	واحد جرم اتمی	$1u$
$3/00\times10^{8}$	m/s	سرعت نور	c
$3/09\times10^{16}$	m	پارسک	pc
$1/50\times10^{11}$	m	واحد نجومی	$r_{earth}=AU$
$9/46\times10^{15}$	m	سال نوری	Ly
$6/96\times10^{8}$	m	شعاع خورشید	R_{sun}
$1/99\times10^{30}$	kg	جرم خورشید	M_{sun}
$6/38\times10^{6}$	m	شعاع زمین	R_{earth}
$5/97\times10^{24}$	kg	جرم زمین	M_{earth}
$7/0\times10^{7}$	m	شعاع مشتری	$R_{Jupiter}$
4	kpc	شعاع بالج کهکشان	R_{bulg}
15	kpc	شعاع دیسک کهکشان	R_{disk}
$3/85\times10^{26}$	W	درخشندگی خورشید	L_{sun}
4/72		قدر مطلق خورشید	M_{sun}
-26/7		قدر ظاهری خورشید	m_{sum}
73	$(km/s)/Mpc$	ثابت هابل	H_0
$1/37\times10^{3}$	Wm^{-2}	ثابت خورشیدی	f_{sun}
$6/02\times10^{23}$	mol^{-1}	عدد آووگادرو	N_A
8/314	$J\ mol^{-1}\ K^{-1}$	ثابت گازها	R
$5/29\times10^{-11}$	m	شعاع اتم بور	r_B
$1/60\times10^{-19}$	J	الکترون ولت	eV
29.53	روز	دوره تناوب هلالی ماه	T_{moon}
1737	km	شعاع ماه	R_{moon}
7.342×10^{22}	kg	جرم ماه	M_{moon}
$35.70^oN,51.42^oE$	$Degree$	مختصات جغرافیایی تهران	λ,β_{Tehran}
365.25 روز	$3/15\times10^{7}\ \ s$	سال نجومی	yr
656.3	نانومتر	طول موج خط اچ آلفا	H_α
0.007		ضریب کارایی همجوشی هیدروژن	ε

توجه: تعداد 35 سوال در 10 صفحه تنظیم شده، که پیشنهاد می‌شود پیش از شروع آن را وارسی نمایید.

لطفا اطلاعات مندرج روی روکش سوال‌ها را بدقت مطالعه کنید. نگران نباشید، وقت به اندازه کافی خواهید داشت.

1- فردی را در نظر بگیرید که در مسابقات پرش طول که در قطب شمال زمین برگزار شده است توانسته است حداکثر d متر به جلو بپرد. این شخص در استوا و با همان توان قبلی حداکثر چند متر می‌تواند به جلو بپرد؟ شتاب در قطب شمال را 10 متر بر مجذور ثانیه و شعاع زمین را در استوا 6400 کیلومتر در نظر بگیرید. فرض کنید که جهت پرش در استوا از شمال به جنوب باشد. از مقاومت هوا و تغییرات شعاع زمین در قطب و استوا صرفنظر کنید.

1) d 2) 1.0015 d 3) 0.9985 d 4) 1.051 d

2- در جدول زیر مقادیر قدر ظاهری یک ابرنواختر در طول یک انفجار ابرنواختری داده شده است.

قدر (mag)	19.5	17.5	16.5	15.9	16.4	16.9	17.5	18.1	18.5
زمان (روز)	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25

با توجه به اینکه قدر مطلق این ابرنواختر در لحظه‌ی بیشینه‌ی درخشندگی تقریبا برابر است با M= -19.4، مقدار ثابت هابل برحسب کیلومتر بر ثانیه بر مگاپارسک ($\frac{km/s}{Mpc}$) بکدام گزینه نزدیکتر است. قرمزگرایی این ابرنواختر z=0.01 است.

1) 25 2) 50 3) 75 4) 100

3- 75٪ از سطح یک سیاره‌ی فراخورشیدی از اقیانوسی با آلبدوی 0.1 و مابقی به صورت مناطق خشکی با آلبدوی 0.5 پوشیده شده است. ناحیه‌ی خشکی بصورت یک قاره است که در نیمکره‌ی شمالی و از قطب شمال تا استوای سیاره توزیع شده است. سیاره به دور محور قطبی خود در حال دوران است. برای ناظری که در دور دست قرار دارد و خط دیدش عمود بر محور دوران سیاره است کدام گزینه صحیح است.

1) آلبدوی این سیاره با گذشت زمان بین 0.1 و 0.5 تغییر می‌کند
2) مقدار متوسط آلبدوی این سیاره برابر است با 0.3
3) آلبدوی این سیاره بین 0.1 و 0.3 تغییر می‌کند.
4) مقدار متوسط آلبدوی این سیاره برابر است با 0.25

4- به فاصله‌ای از اطراف یک ستاره که در آن آب به صورت مایع می‌تواند وجود داشته باشد ناحیه‌ی (Habitable Zone) قابل زیست گفته می‌شود. ستاره‌ای بجرم 5 جرم خورشیدی را در نظر بگیرید؛ با فرض وجود سیاره‌ای در اطراف آن، ضخامت ناحیه‌ی قابل زیست برحسب واحد نجومی (AU) به کدام گزینه نزدیکتر است. فرض کنید آلبدوی سیارات برابر A=0.5 باشد. رابطه‌ی جرم– درخشندگی ستارگان را به صورت $L=M^{3.5}$ در نظر بگیرید.

1) 3.2 2) 5.9 3) 6.9 4) 3.7

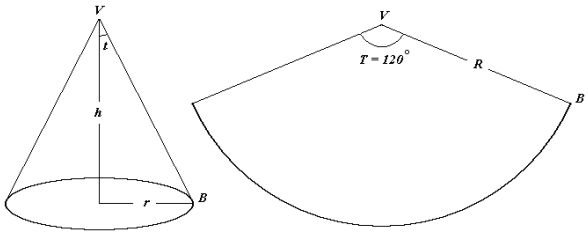
5- با پیشرفت فناوری و اختراع CCD و دوربین‌های دیجیتال در قرن بیستم، تعداد زیادی از محققان علاقه‌مند به بررسی دقیقتر چشم انسان شده‌اند. قطر مردمک چشم در روز حدودا 2.5 میلی‌متر و میدان دید آن نیز حدودا 120 درجه است. اگر چشم انسان را یک CCD فرض کنیم، این CCD بیولوژیکی چندمگاپیکسل خواهد بود؟
راهنمایی: فرض کنید توان تفکیک حاصل از پراش چشم ما با توان تفکیک CCD برابر است.

1) 0.04 2) 4 3) 400 4) 40000

6- خوشه‌ای ستاره‌ای را در نظر بگیرید که متشکل از ستاره‌هایی خورشیدگون است. این خوشه از نظر ناظر زمینی با چشم غیر مسلح مانند یک سحابی با روشنایی سطحی $20\ mag.arcsec^{-2}$ دیده می‌شود. تلسکوپی با قطر دهانه 10 سانتی متر به سختی می‌تواند ستاره‌های این خوشه را تفکیک کند. اگر n تعداد ستاره‌ها در هر رادیان مربع و α متوسط فاصله‌ی زاویه‌ای ستاره‌ها از یکدیگر باشد، داریم $n=1/\alpha^2$. فاصله‌ی این خوشه بر حسب کیلوپارسک به کدام گزینه نزدیکتر است. طول موج نور مرئی $\lambda_V=550\ nm$ و قدر ظاهری خورشید در نور مرئی برابر m=-27 است. از جذب میان ستاره‌ای صرفنظر کنید.

1) 4.1 2) 12.4 3) 5.8 4) 8.8

7- به کمکِ قطاعی از دایره مطابق شکلِ زیر، مخروطی ساخته‌ایم اگر زاویه $T = 120°$ باشد. آنگاه زاویه t چند درجه خواهد بود؟



1) 19.1 2) 19.5 3) 30.0 4) 60.0

8- در شکل زیر کدام صورت فلکی **وجود ندارد**؟

1) عقاب 2) دلفین 3) شلیاق 4) تیر (سهم)

9- سیاره‌ای در مداری دایروی به شعاع $R = 8.5 \pm 0.4\ AU$ حولِ ستاره‌ای با جرم $M = 1.23 \pm 0.07\ M_{\odot}$ می‌گردد. خطای دوره تناوب این سیاره را بر حسب سال خورشیدی گزارش کنید. از جرم سیاره در مقابل جرم ستاره صرف نظر کنید.

1) 1.7 2) 2.0 3) 1.1 4) 0.8

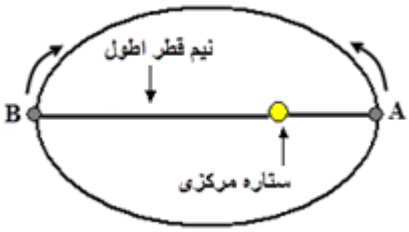
10- منجمی که در سیاره دیگری زندگی می‌کند، خورشید را مطالعه کرده و درمی‌یابد که در هنگام گذر مشتری از مقابل خورشید قدر خورشید تغییر می‌کند. تغییر قدر خورشید ناشی از این گذر چقدر است؟

1) 0.02 2) 0.01 3) 0.005 4) اطلاعات مسئله کافی نیست

11- می‌دانید که تقویم قمری بر اساس حرکت ظاهری ماه از دید ناظر زمینی است و تقویم شمسی بر اساس حرکت انتقالی زمین به دور خورشید و این دو کاملا با هم متفاوت هستند. به همین دلیل می‌بینیم که تعداد سال‌های قمری با سال‌های شمسی از زمان هجرت پیامبر متفاوت است. می‌خواهیم محاسبه کنیم که چند سال بعد، اختلاف سال هجری قمری و شمسی دقیقا عدد 100 می‌شود؟

1) 1861 2) 1961 3) 3260 4) 3360

12- در مدار بیضی زیر دو سیاره در نقاط A و B در خلاف جهت هم به دور ستاره مرکزی با جرم $M = 2M_{\odot}$ می‌چرخند. اگر در لحظه اولیه مطابق شکل سیاره A در حضیض و سیاره B در اوج باشد پس از چند سال این دو سیاره با هم برخورد خواهند داشت؟پارامترهای مدار بیضی $a = 2\ AU$ و $e = 0.74$ است. از تاثیر گرانشی سیارات بر هم صرف نظر کنید



1) 0.25 2) 0.50 3) 0.75 1.00

13- در سیستم دوتایی نزدیک SS433 ماده از یک مولفه، به ستاره دیگر (مولفه دوم سیستم دوتایی) برافزوده می‌شود. قرص برافزایشی حاصل بسیار داغ است بطوریکه مواد و تابش با سرعت از قرص خارج می‌شوند. در طیف SS433 خط نشری H_{α} با طول موج 6200 آنگستروم دیده شده است. سرعت فرار گاز از سطح این قرص بر افزایشی به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟ پاسخ خود را بر حسب بر حسب کیلومتر بر ثانیه بیان کنید.

1) 1.6×10^5 2) 1.6×10^4 3) 3×10^4 4) 3×10^2

14- میرزا محمود خان قمی یکی از شاگردان مدرسه دارالفنون بود که از طرف حکومت قاجار در سال 1275 هجری قمری برای آموختن نجوم به فرانسه رفت. در همان سال گلدسمیت دنباله داری با مداری دایروی به نام دانائه (Danae) کشف کرد و محمود خان قمی به عنوان بخشی از امتحان عملیش به محاسبات مداری این دنباله دار پرداخت. بهمین دلیل این دنباله دار در ایران به نام «سیاره محمودی» معروف شد. شعاع مداری این دنباله دار 3 واحد نجومی بوده و انحراف مدار آن نسبت به دایره البروج 18 درجه است. بیشترین عرض سماوی این سیاره از دید ما چند درجه می‌تواند باشد؟

1) 18 2) 23.5 3) 26.5 4) 13.5

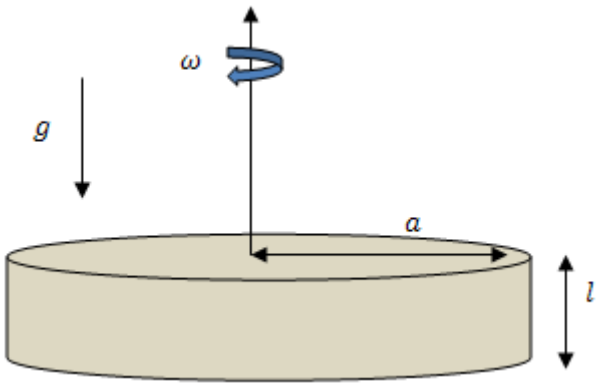
15- یک خط نشری ممنوع در اتم اکسیژن بر انگیخته (با جرمی در حدود 16 جرم پروتون)، که طول عمر متوسط آن $2.8 \times 10^4\ s$ است از گازی با دمای 2000 K آشکارسازی شده است. اگر طول پویش آزاد میانگین به صورت $\lambda = \frac{1}{n\sigma}$ باشد، حد بالای چگالی عددی n کدام گزینه است؟ سطح مقطع برخورد اتم اکسیژن $\pi \times 10^{-20} m^2$ می باشد.

1) $6 \times 10^{11} m^{-3}$ 2) $6 \times 10^{14} m^{-3}$ 3) $6 \times 10^{13} m^{-3}$ 4) $6 \times 10^{9} m^{-3}$

16- فرض کنید در حال حاضر انرژی تاریک نقش غالب در تحول کیهان را بازی می‌کند. در اینصورت آهنگ انبساط کیهان ثابت و فاصله‌ها با مقیاس $a(t) = a_0 e^{H_0(t-t_0)}$ با زمان منبسط می‌شوند، که در آن H_0 ثابت هابل، t_0 عمر کیهان در عصر حاضر و a_0 مقدار کنونی $a(t)$ است. با فرض اینکه دمای تابش پس زمینه کیهان (CMB) در حال حاضر T_0 است، چند سال طول می کشد تا دمای CMB به نصف مقدار کنونیش برسد؟

1) 1.2×10^7 2) 1.16×10^9 3) 9.50×10^9 4) 1.88×10^{10}

17- در تلسکوپ‌های با آینه مایع، ظرفی استوانه‌ای به شعاع a و ارتفاع l حاوی جیوه مطابق شکل با سرعت زاویه‌ای ثابت ω حول محور تقارنش می‌چرخد. چرخش این مایع باعث می‌شود سطح جیوه سهموی شده و همانند یک آینه مقعر رفتار کند. البته این نوع تلسکوپ‌ها فقط توانایی رصد اجرامی را دارند که از سرسو عبور می‌کنند؛ ولی به دلیل ارزانی قابل توجهشان، به شدت مورد استقبال منجمان قرار گرفته‌اند.



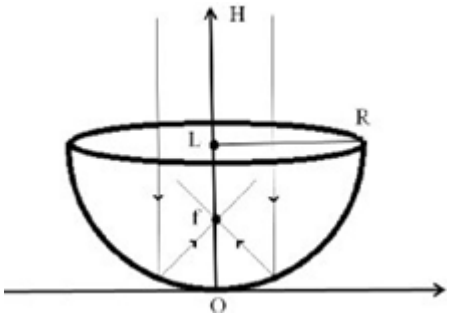
فاصله کانونی آینه نشان داده شده در شکل، کدام است؟

1) $\frac{g}{\omega^2}$ 2) $\frac{a}{l}\frac{g}{\omega^2}$ 3) $\frac{g}{2\omega^2}$ 4) $\frac{a}{2l}\frac{g}{\omega^2}$

18- فرض کنید یک ستاره رشته اصلی، درخشندگیی در حدود 4000 برابر درخشندگی خورشید و شعاعی تقریبا 4 برابر شعاع خورشید داشته باشد. کدام یک از گزینه های زیر رده طیفی این ستاره را بهتر نشان می دهد؟

1) B　　2) F　　3) A　　4) K

19- در تلسکوپ‌های بازتابی از آینه‌هایی استفاده می‌شود که مطابق شکل، هر پرتو دلخواه موازی با محور OH را در نقطه کانون f متمرکز می‌کنند. در شکل زیر $OL = 80\,cm$ و $Of =$ $50cm$ است. با این فرض ها شعاع دهانه آینه (R) چقدر است؟



1) $40\sqrt{6}$　　2) $20\sqrt{10}$　　3) $40\sqrt{10}$　　4) $20\sqrt{6}$

20- تخمین بزنید چند درصد از ستاره های کهکشان راه شیری با یک تلسکوپی 8 اینچی قابل رویت هستند؟

1) بیش از 20٪　　2) 10٪　　3) 5٪　　4) 1٪

21- یک سیستم جرم فنر مطابق شکل روبرو داریم. جسمی از ارتفاع یک متری (h=1m) نسبت به سطح فشرده نشده‌ی فنری به ثابت چهار نیوتون بر متر (k=4 N/m) از حال سکون روی آن سقوط می‌کند. مقدار فشردگی این فنر وقتی که این سیستم جرم فنر در زمین است نسبت به مقدار فشردگی آن وقتی این سیستم در ماه قرار دارد چقدر است؟

1) 1.25　　2) 1.10
3) 0.91　　4) 0.80

22- خوشه پروین در صورت فلکی ثور (گاو نر) است و نام مسیه آن M45 است.

این خوشه اختلاف منظر 7.342 میلی ثانیه قوس و پهنای 110.0 دقیقه قوسی دارد. قدر ظاهری این خوشه 1.6 است. قدر مطلق آن را به دست آورید.

1) 4.1　　2) - 4.1　　3) - 7.3　　4) هیچکدام

23- رصد خانه ملی ایران آینه ای به قطر 3.4 متر دارد. این اندازه از تلسکوپ‌ها در کلاس 3 تا 5 متر قرار می‌گیرند که هزینه ساخت آنها از حدود 40 تا 50 میلیون دلار شروع می‌شود. معمولا یک رابطه تقریبی هم بین هزینه تلسکوپ-ها و قطر دهانه آنها وجود دارد که هزینه تمام شده یک تلسکوپ تقریبا با توان چهارم قطر تلسکوپ ($P \propto D^4$) متناسب است. معمولا عمر مفید یک تلسکوپ حدودا 10 سال است و پس از آن باید تلسکوپ نوسازی شده و به روز رسانی گردد. با تخمین ساعات روز و شب‌های غیر قابل رصد مثل شب‌های ابری، بارانی یا برفی، تخمین بزنید که هزینه‌ی هر ساعت رصد با یک تلسکوپ 10 متری صرفا ناشی از قیمت تمام شده‌ی تلسکوپ (بدون در نظر گرفتن هزینه‌های پرسنلی و نگهداری) چند دلار می‌شود.

1) 1500 2) 15000 3) 150000 4) 1500000

24- در یک ماموریت خاص طیف سنجی، میدان دید تلسکوپ SDSS 4 ثانیه قوس است، این تلسکوپ کهکشانی مشابه راه شیری را مشاهده می‌کند. این کهکشان حدودا در چه انتقال به سرخی (z) باید باشد تا این تلسکوپ طیف تمام ستاره‌های بالج کهکشان فوق را دریافت کند؟

1) 0.01 2) 0.05 3) 0.1 4) 0.5

25- شعرای یمانی یک دوتایی است که مولفه بزرگتر آن A (یک ستاره آبی) و مولفه کوچکتر آن B (یک کوتوله سفید) است. کمترین زاویه تمایل این سامانه دوتایی چند درجه می‌تواند باشد تا از دید ناظر زمینی یک دوتایی گرفتی شود.

اختلاف منظر: 0.379 ثانیه قوس، شعاع مداری: 7.5 ثانیه قوس، $R_A=1.711R_{sun}$ و $R_B=0.0084R_{sun}$

1) 0.02 2) 83.0 3) 88.5 4) 90.0

26- شهاب سنگ‌ها ذرات معلقی در منظومه شمسی هستند که به خاطر حرکت زمین به دور خورشید، به جو زمین برخورد کرده، سوخته و تابش می‌کنند. سالانه 10 هزار تن شهاب سنگ وارد جو زمین می‌شود. اگر با یک فرض ساده بگوییم که تمام انرژی جنبشی آنها به تابش تبدیل می‌شود، از دید یک ناظر بیرون از زمین درخشندگی این شهاب سنگ‌ها (L_{acc}: درخشندگی بر افزایش وارد بر جو زمین) چند وات است؟

1) $1.5*10^8$ 2) $4.5*10^{15}$ 3) $9.0*10^{23}$ 4) $2.9*10^{16}$

27- طول سایه یک میله عمودی در ظهر روز اول تیرماه 120 سانتیمتر و در ظهر روز اول دیماه 10 سانتیمتر است. عرض جغرافیایی محل قرار گیری میله چقدر است؟

1) 60 درجه شمالی 2) 30 درجه شمالی 3) 30 درجه جنوبی 4) 60 درجه جنوبی

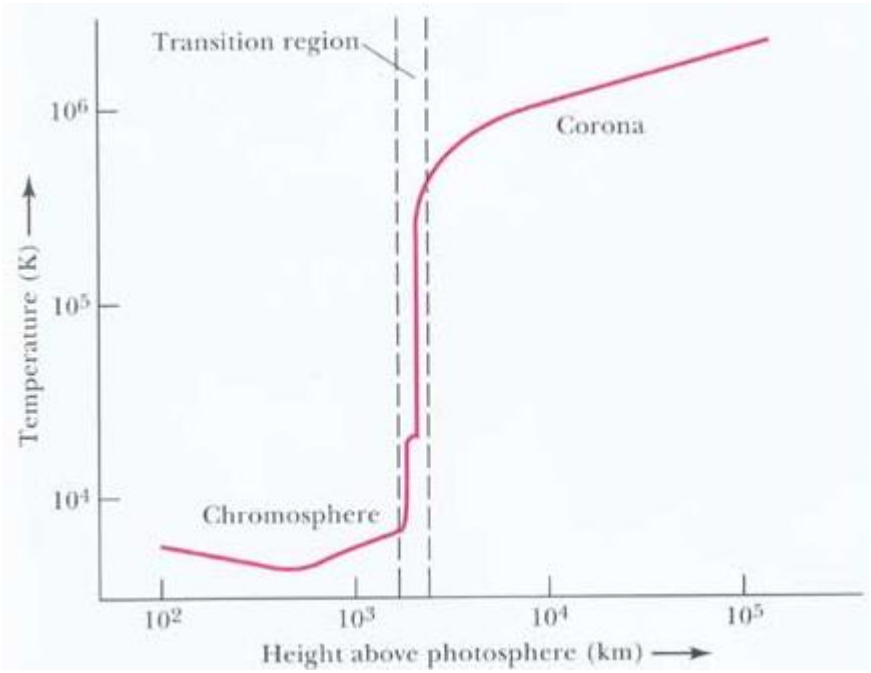
28- هواپیمایی در ساعت 6 صبح به وقت محلی از شهر A، ($30^oN,60^oE$) به شهر B، ($30^oS,60^oW$) با سرعت 600 مایل بر ساعت حرکت می‌کند. این هواپیما در چه ساعتی به وقت محلی شهر B به آنجا می‌رسد؟ راهنمایی: هر یک مایل یک دقیقه قوسی روی سطح زمین است.

1) 21 و 25 دقیقه 2) 11 و 25 دقیقه 3) 16 و 35 دقیقه 4) 2 و 35 دقیقه روز بعد

29- دوره تناوب یک دوتایی طیفی 3 سال است. نسبت جابجایی خطوط طیفی این دو مولفه 0.5 ($\Delta\lambda_1/\Delta\lambda_2=0.5$) است. اختلاف منظر و جدایی زاویه‌ای این دوتایی به ترتیب 0.2و 0.7 ثانیه قوس است. جرمهای m_1و m_2بر حسب جرم خورشید به ترتیب چه مقادیری هستند؟

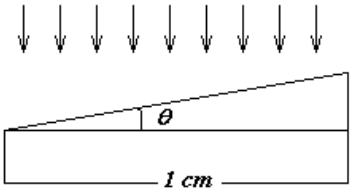
1) 2.0 و 3.9 2) 1.5 و 3.3 3) 3.9 و 2.0 4) 3.3 و 1.5

30- امواج مکانیکی ایجاد شده در جو ستاره‌ای امواجی هستند که ناشی از انبساط و انقباض‌های سطح ستاره به وجود می‌آیند. این امواج می‌توانند حداکثر به سرعت صوت برسند. چرا که این امواج اگر با سرعتی بیش از سرعت صوت منتشر گردند موج ضربه ایجاد کرده و به سرعت میرا می‌شوند. اگر در ناحیه‌ای سرعت انتشار صوت به 1/6=0.17 سرعت فرار برسد آنگاه این امواج صوتی می‌تواند باعث فرار ذرات از سطح ستاره شود. با استفاده از اطلاعات موجود در شکل زیر بگویید کدامیک از گزینه های زیر نادرست است. باد خورشیدی عمدتا پروتون یعنی هسته‌ی هیدروژن است.



1) در ناحیه کروموسفر نسبت سرعت صوت به سرعت فرار 0.0145 است.
2) باد خورشیدی نمی‌تواند از ناحیه کروموسفر سرچشمه بگیرد.
3) در کرونا نسبت سرعت صوت به سرعت فرار 0.190 است و باد خورشیدی از این ناحیه تابش می‌شود.
4) ناحیه انتقال (Transition) باعث تابش بادهای خورشیدی می‌شود.

31- یک گوه‌ی اپتیکی (Optical wedge) به پهنای یک سانتیمتر و با ضریب شکست 1.500 داریم که یک سر آن ضخیمتر از سر دیگرش است. نور قرمز با طول موج 630 نانومتر را عمود بر لبه تخت آن، ولی از سوی لبه‌ی مایل به آن می‌تابانیم. میبینیم که روی این گوه 10 فریز روشن و 9 فریز تاریک تشکیل شده است. زاویه ی θ چند ثانیه قوس است؟



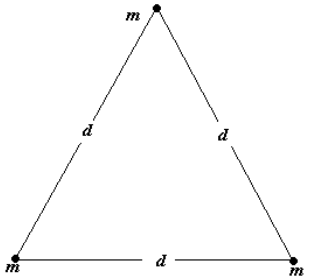
1) 39 2) 43 3) 78 4) 87

32- در یک توری پراش، طول موجی که تداخل سازنده خواهد داشت (λ) از رابطه‌ی $d\sin\theta=m\lambda$ تبعیت می‌کند. که d فاصله‌ی بین هر دو خط کناری در این توری پراش است، m مرتبه پراش و θ زاویه پراکندگی است. یک توری پراش مجهول به دستمان می‌رسد. ابتدا یک لیزر با طول موج 632.8 نانومتر را به آن می‌تابانیم و سه نقطه روی یک خط را روی پرده‌ای که به فاصله‌ی 2 متر از توری پراش قرار گرفته است مشاهده می‌کنیم. فاصله‌ی هر یک از نقاط کناری از نقطه مرکزی 821 میلیمتر است.

حال این توری را برای یک لامپ هیدروژنی استفاده می‌کنیم. فاصله‌ی خطوط مرتبه دوم و H_γ (434.1 نانومتر) و H_β (486.1 نانومتر) روی همان پرده چند میلیمتر خواهد شد.

1) 33 2) 315 3) 348 4) 37

33- سه جرم مشابه m در سه راس یک مثلث متساوی الاضلاع به ضلع d قرار گرفته‌اند. و این سامانه در حال دوران، یک تعادل دینامیکی دارد. به طوری که این ساختار مثلثی در طول زمان ثابت باقی می‌ماند. اگر بین T و d رابطه‌ی $T^2=4\pi^2d^3/\alpha Gm$ برقرار باشد، مقدار α چقدر خواهد بود؟



1) 1 2) $\sqrt{3}$ 3) 3 4) $3\sqrt{3}$

34- ماهواره‌ای که در یک مدار بیضی به دور زمین می‌گردد و بردار خروج از مرکز آن $\boldsymbol{e}$ است، در یک لحظه دقیقا در بالای سر ناظر تهران ($35^oN,51^oE$) و در ارتفاع 500 کیلومتری از سطح زمین قرار گرفته است. در این لحظه، زاویه‌ی حضیضی (true anomaly) این ماهواره چند درجه است؟ $\boldsymbol{e}=0.12\boldsymbol{i}+0.42\boldsymbol{j}+0.90\boldsymbol{k}$ در دستگاه زمین مرکز است. $\boldsymbol{i}$ از مرکز زمین به سمت محل تلاقی نصف‌النهار مبدا و استوا و $\boldsymbol{k}$ در امتداد محور دوران زمین هستند.

1) 24 2) 32 3) 90 4) هیچ کدام

35- لیزرهای سبزی که برای اشاره‌گر به ستاره‌ها در برنامه‌های رصدی استفاده می‌شوند معمولا لیزرهای 20، 50 یا 100 میلی وات هستند. شار تابش دریافتی از یک لیزر سبز 20 میلی وات با سطح مقطع دایره‌ای و قطر 1 میلیمتر چند برابر شار تابشی خورشید است؟

1) 0.186　　2) 1.86　　3) 18.6　　4) 186