

$$\Rightarrow L_{\star} = 3.85 \times 10^{26} \times 279.5$$

$$\frac{L_{\star}}{4\pi d^2} = 6^{12} \Rightarrow \frac{L_{\star}}{4\pi d^2} = 10^{12} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{L_{\star}}{4\pi \times 10^{12}}}$$

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 به‌جرم 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.

273K

373K

3.2 (1) 1.8

5.9 (2)

6.9 (3)

3.7(4)

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.

2.5, 2.5, 10⁻⁶ / 10⁻¹²

2.5, 2.5, 10⁻⁶ / 10⁻¹²

0.04 (1)

4 (2)

400 (3)

40000 (4)

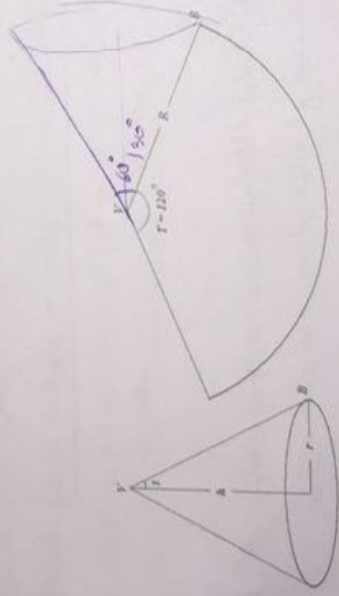
6- خوشه‌ای ستاره‌ای را در نظر بگیرید که متشکل از ستاره‌هایی خورشیدگون است. این خوشه از نظر ناظر زمینی با چشم غیر مسلح مانند یک سحابی با روشنایی سطحی $20 \text{ mag.arcsec}^{-2}$ دیده می‌شود. تلسکوپی با قطر دهانه 10 سانتی متر به سختی می‌تواند ستاره‌های این خوشه را تفکیک کند. اگر n تعداد ستاره‌ها در هر 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 $\lambda_v=550 \text{ nm}$ و قدر ظاهری خورشید در نور مرئی برابر $m=-27$ است. از جذب میان ستاره‌ای صرف‌نظر کنید.

4.1 (1)

12.4 (2)

5.8 (3)

8.8 (4)



7- به کمک قطعی از دایره مطابق شکل زیر، مخروطی ساختیم اگر زاویه $T = 120^\circ$ باشد. آنگاه زاویه t چند درجه خواهد بود؟

60.0 (4)

30.0 (3)

19.5 (2)

19.1 (1)

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 $R = 8.5 \pm 0.4 \text{ AU}$ حول 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. ✓

ستاره صرف نظر کنید.

(1) 1.7

(2) 2.0

(3) 1.1

(4) 0.8

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{GM} a^3$$

کد 1، صفحه 3 از 10

$$T_{\max}^2 = \frac{4\pi^2 (8.9)^3}{GM(1.16M_{\odot})} = \frac{4\pi^2 (8.1 \text{ AU})^3}{G(1.3M_{\odot})} = 6.38 \times 10^8 \text{ s} = 20.1 \text{ years}$$

لی خورشیدی

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

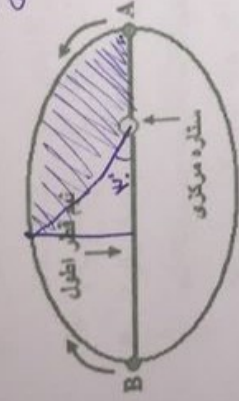
- (1) 0.02 (2) 0.01 (3) 0.005 (4) اطلاعات مسئله کافی نیست

11- می دانید 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 کاملاً با هم متفاوت هستند. به همین دلیل می بینیم که تعداد سال های قمری با سال های شمسی از زمان هجرت پیامبر متفاوت است. می خواهیم محاسبه کنیم که چند سال بعد، اختلاف سال هجری قمری و شمسی دقیقاً عدد 100 می شود؟

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

365, 24 365, 25

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{G M} a^3 \Rightarrow T = 6.39 \times 10^7 \text{ سال}$$



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

- (1) 1.60 (2) 0.50 (3) 0.75 (4) 0.25

13- در سیستم دوتایی نزدیک SS433 ماده از یک مولفه، به ستاره دیگر (مولفه دوم سیستم دوتایی) پرافروده می شود. قرص پرافرایشی حاصل بسیار داغ است بطوریکه مواد و تابش با سرعت از قرص خارج می شوند. 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 نزدیک تر است؟ پاسخ خود را 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

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$$

کد 1. صفحه 4 از 10

14- میرزا محمود خان قلی یکی از شاهزادگان مشهوره دارالفنون بود که از طرف حکومت قاجار در سال 1275 هجری شمسی برای آموزش نجوم به فرانسه رفت. در همان سال کاندیدیت دنیاه داری با مدرسی دایروی به نام دانه (Danae) کشف کرده و محمود خان قلی به عنوان بخشی از امتحان عایش به محلیات مداری این دنیاه دار پرداخت. بهمن دلیل این دنیاه دار در ایران به نام «سیاره محمودی» معروف شد. شعاع مداری این دنیاه دار 3 واحد نجومی بوده و انحراف مدار آن نسبت به دایره البروج 18 درجه است. بیشترین عرض سلوی این سیاره از دید ما چند درجه می تواند باشد؟

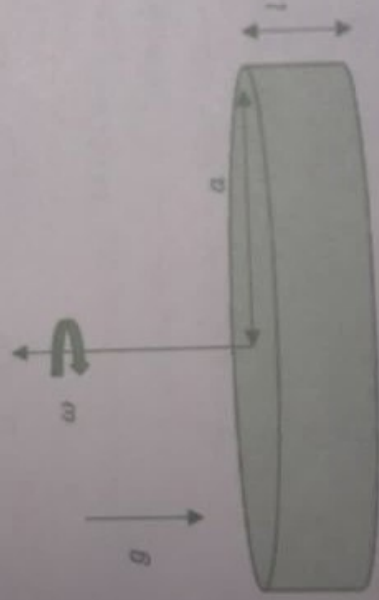
- 13.5 (4) 26.5 (3) 23.5 (2) 18 (1)

15- یک خط نثری مصنوع در اتم اکسیژن بر انگیخته (یا جرمی در حدود 16 جرم پروتون)، که طول عمر متوسط آن 2.8×10^{-9} s است از گازی با دمای 2000 K اشکارسازی شده است. اگر طول پویش آزاد میانگین به صورت $\lambda = \frac{1}{n\sigma}$ باشد حد بالایی چگالی عددی n کدام گزینه است؟ سطح مقطع برخورد اتم اکسیژن $\pi \times 10^{-20} m^2$ می باشد.

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

16- فرض کنید در حال حاضر فیزی تریک نقش غالب در تحول کیهان را بازی می کند. در اینصورت آهنگ التباط کیهان ثابت و فاصله ها با مقیاس $a(t) = a_0 e^{H_0(t-t_0)}$ با زمان منبسط می شوند، 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؟

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



17- در نلکوپهای با آینه مایع، طرفی استوانه ای به شعاع a و ارتفاع l حاوی جیوه مطابق شکل با سرعت زاویه ای ثابت ω حول محور تقارنش می چرخد. چرخش این مایع باعث می شود سطح جیوه سهموی شده و همانند یک آینه مایع رفتار کند. آینه این نوع نلکوپها فقط توانایی رصد اجرامی را دارند که از سربو عبور می کنند. ولی به دلیل لرزگی قابل توجهشان، به شدت مورد استقبال متحلمان قرار نگرفتند. فاصله کانونی آینه نشان داده شده در شکل، کدام است؟

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

$$\tau_0 = 7.10^8$$

$$F = 8K - 6,500K$$

$$O \quad 50K - 25K$$

$$G = 6500 - 4500$$

$$A \quad 11K - 8K$$

$$G T^2 \propto \rho^2 = L$$

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

B (1)

F/2

A (3)

$$= 5T = 22.979 K (4)$$

$$\epsilon \pi r^2 = \epsilon \pi (4 \times 10^8)^2$$

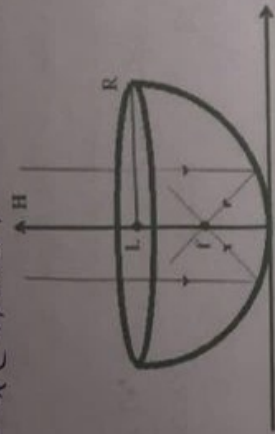
سطوح

19- در تلسکوپ های بازتابی از آینه هایی استفاده می شود که مطابق

شکل، هر پرتو دایره موازی با محور OH را در نقطه کانون f

متمرکز می کنند. در شکل زیر $OL = 80 \text{ cm}$ و $Of =$

50cm است. با این فرض ها شعاع دهانه آینه (R) چقدر است؟



40√6 (1)

20√10 (2)

40√10 (3)

20√6 (4)

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

بیش از (1)

٪10 (2)

٪5 (3)

٪1 (4)

21- یک سیستم جرم فنر مطابق شکل روبرو داریم. جسمی از ارتفاع یک متری ($h=1\text{m}$) نسبت به سطح

فشرده نشده ی فنری به ثابت چهار نیوتون بر متر ($k=4 \text{ N/m}$) از حال سکون روی آن سقوط می کند.

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؟ $m=0.1$ کیلوگرم و شتاب گرانش را $g=10$ در نظر بگیرید.

h=1m

g=10

16

7.34

1737

10^3

2

16

7.34

10^3

2

16

7.34

10^3

2

16

7.34

10^3

2

16

7.34

10^3

2

16

7.34

10^3

2

16

7.34

10^3

2

16

7.34

10^3

2

16

7.34

10^3

2

16

7.34

10^3

2

16

7.34

10^3

2

16

7.34

22- خوشه پروین در صورت فلکی ثور (گاونر) 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.

4.1 (1)

-4.1 (2)

4.1 (3)

4.1 (4)

$$- \mu = 5 \log(D) - 5 \frac{\Delta m_K}{X_{\text{par}} - K}$$

$$5 \log(D) - 5 \frac{\Delta m_K}{X_{\text{par}} - K} = - \mu$$

$$5 \log(D) - 6.6 = - \mu \Rightarrow \mu = -4.07$$

$$5 \log(D) - 6.6 = - \mu \Rightarrow \mu = -4.07$$

$$5 \log(D) - 6.6 = - \mu \Rightarrow \mu = -4.07$$

$$5 \log(D) - 6.6 = - \mu \Rightarrow \mu = -4.07$$

$$5 \log(D) - 6.6 = - \mu \Rightarrow \mu = -4.07$$

$$P = \frac{1}{d} \Rightarrow 7.342 \times 10^{-3} = \frac{1}{d}$$

$$d = \frac{1}{7.342 \times 10^{-3}} = 136.2$$

$$d_{\text{par}} = 136.2$$

$$d_{\text{par}} = 136.2$$

$$d_{\text{par}} = 136.2$$

$$d_{\text{par}} = 136.2$$

$$\left(\frac{10}{3}\right)^4 \cdot \left(\frac{4}{10}\right) = 123.4 \approx 123.4 \approx 123.4 \approx 123.4 \approx 123.4$$

✓

23- رصد حله ملی ایران ایده ای به قطر 3.4 متر دارد این اشاره از تلسکوپها در کشتی 50.3 متر قرار می گیرند که هزینه ساخت آنها از حدود 40 تا 50 میلیون دلار شروع می شود. معمولاً یک رابطه تقریبی هم بین هزینه تلسکوپها و قطر دهانه آنها وجود دارد که هزینه تمام شده یک تلسکوپ تقریباً با توان چهارم قطر تلسکوپ ($P \propto D^4$) متناسب است. معمولاً قطر مفید یک تلسکوپ حدوداً 10 سال است و پس از آن باید تلسکوپ نوسازی شده و به روز رسانی گردد یا تخصص ساخت روز و شبهای غیر قابل رصد مثل شبهای لری، بارانی یا برفی، تخصص برزید که هزینه هر ساعت رصد با یک تلسکوپ 10 متری صرفاً ناشی از قیمت تمام شدهی تلسکوپ (بدون در نظر گرفتن هزینههای پرسنلی و نگهداری) چند دلار می شود.

$$2.5 \times 10^6 \times 2.5 \times 10^6 = 6.25 \times 10^{12}$$

1500000 (4)	1500000 (3)	15000 (2)	1500 (1)
-------------	-------------	-----------	----------

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

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

25- شماری یمنی 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 می تواند باشد تا از دید ناظر زمینی یک دوتایی گرفته شود.

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

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

✓ 26- شهاب سنگها ذرات معلق در منظومه شمسی هستند که به خاطر حرکت زمین به دور خورشید، به جو زمین برخورد کرده، سوخته و تابش می کنند. سالانه 10 هزار تن شهاب سنگ وارد جو زمین می شود. اگر با یک فرض ساده بگوییم که تمام انرژی جنبشی آنها به تابش تبدیل می شود، از دید یک ناظر بیرون از زمین درخشندگی این شهاب سنگها (mag) درخشندگی بر افزایش وارد بر جو زمین) چند وات است؟

2.9×10^{16} (4)	9.0×10^{23} (3)	4.5×10^{15} (2)	1.5×10^8 (1)
--------------------------	--------------------------	--------------------------	-----------------------

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؟

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

کد 1. صفحه 7 از 10

$$v = \frac{\sqrt{GM}}{r} = \frac{\sqrt{6.67 \times 10^{-11} \times 30 \times 1000}}{r} = \frac{1}{r} \times 10^4 \times 10^3 \times (30 \times 1000)^2 = \frac{1}{r} \times 10^4 \times 10^3 \times 9 \times 10^8 = \frac{9 \times 10^{15}}{r}$$

28- هواپیمایی در ساعت 6 صبح به وقت محلی از شهر A ($30^{\circ}\text{N}, 60^{\circ}\text{E}$) به شهر B ($30^{\circ}\text{S}, 60^{\circ}\text{W}$) با سرعت 600

مایل بر ساعت حرکت می کند. این هواپیما در چه ساعتی به وقت محلی شهر B به آنجا می رسد؟ راهتمایی: هر یک

مایل یک دقیقه فوسی روی سطح زمین است.

21 و 25 دقیقه (1) 2 و 11 دقیقه (2) 25 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 زاویه ای این دوتایی به ترتیب 0.2 و 0.7 ثانیه قوس است. جرمهای m_1 و m_2 بر حسب

جرم خورشید به ترتیب چه مقادیری هستند؟

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

30- امواج مکانیکی ایجاد شده در جو ستاره ای امواجی هستند که ناشی از انقباض و انقباض های سطح ستاره به وجود

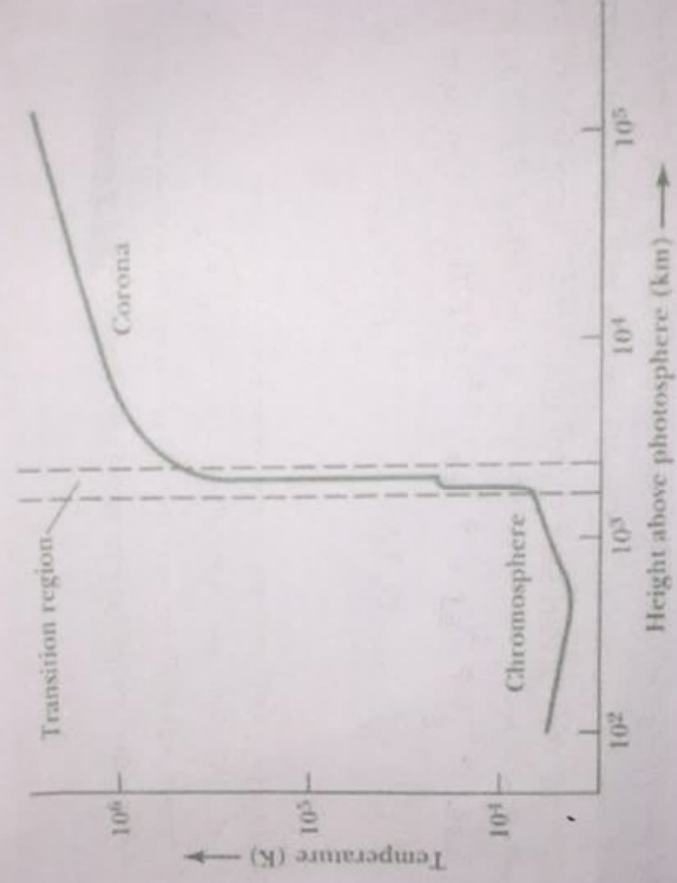
می آیند. این امواج می توانند حداکثر به سرعت صوت برسند. چرا که این امواج اگر با سرعتی بیش از سرعت صوت

منتشر گردند موج ضربه ایجاد کرده و به سرعت میرا می شوند. اگر در ناحیه ای سرعت انتشار صوت به $1/6=0.17$

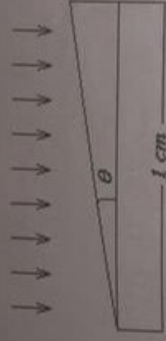
سرعت فرار برسد آنگاه این امواج صوتی می توانند باعث فرار ذرات از سطح ستاره شود. با استفاده از اطلاعات موجود

در شکل زیر بگویید کدامیک از گزینه های زیر نادرست است. باد خورشیدی عمدتاً پروتون یعنی هسته ی هیدروژن

است.



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



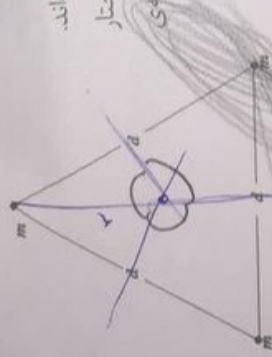
31- یک گوهی اپتیکی (Optical wedge) به پهنای یک سانتیمتر و با ضریب شکست 1.500 داریم که یک سر آن ضخیمتر از سر دیگرش است. نور قرمز با طول موج 630 نانومتر را عمود بر لبه تخت آن، ولی از سوی لبه‌ی مایل به آن می‌تابانیم. میبینیم که روی این گوه 10 فریز روشن و 9 فریز تاریک تشکیل شده است. زاویه ی θ چند ثانیه قوس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

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

32- در یک توری پراش، طول موجی که تداخل سازنده خواهد داشت (λ) از رابطه ی $d \sin \theta = m \lambda$ 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 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.

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



33- سه جرم مشابه m در سه رأس یک مثلث متساوی الاضلاع به ضلع d قرار گرفته‌اند.

و این سامانه در حال دوران، یک تعادل دینامیکی دارد. به طوری که این ساختار مثلی در طول زمان ثابت باقی می‌ماند. اگر بین T و d رابطه‌ی $T^2 = 4\pi^2 d^3 / \alpha G m$ برقرار باشد، مقدار α چقدر خواهد بود؟

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

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

هیچ کدام (4) 90 (3) 32 (2) 24 (1)

✓ 35- لیزرهای سبزی که برای اشاره گر به ستاره ها در برنامه های رصدی استفاده می شوند معمولاً لیزرهای 20، 50 یا 100 میلی وات هستند. شار تابش دریافتی از یک لیزر سبز 20 میلی وات با سطح مقطع دایره ای و قطر 1 میلیمتر چند برابر شار تابشی خورشید است؟

186 (4) 18.6 (3) 1.86 (2) 0.186 (1)

$$\begin{aligned}
 & 10^{-3} \times 10^{-3} \times \pi r^2 \\
 & \frac{20 \times 10^{-3}}{(10^{-3} \times 10^{-3} \times R)^2} = \frac{n}{n_{\text{sun}}} \\
 & \frac{20 \times 10^{-3}}{1372} = \frac{n}{6.36 \times 10^6} \quad \Rightarrow n = 6.36 \times 10^6 \quad \text{sun} \\
 & \frac{20 \times 10^{-3}}{(10^{-3} \times 10^{-3} \times \pi)} \\
 & \frac{20 \times 10^{-3} \times 10^{-3} \times 10^{-3} \times \pi}{1372}
 \end{aligned}$$