

به نام حضرت دوست

اردیبهشت ماه ۱۳۹۶

آزمون های دوازدهمین دوره تابستانه

المپیاد نجوم و اخترفیزیک



12th IOAA TEAM
I.R. IRAN

گردآوری و بازنویسی توسط اعضای یازدهمین تیم جمهوری اسلامی ایران در المپیاد نجوم و اخترفیزیک

اعضای تیم به ترتیب حروف الفبا

سینا بلوکی	امیراحسان علیزاده
امیرحسین ستوده فر	عباس فروزان نژاد
عماد صالحی	زهرا فرهمند
پریمه صفریان	علیرضا ملکی
شایان عزیزی	محمد علی نادمی

بخش اول:

آزمون‌های تئوری



آزمون تئوری میان دوره

مدت آزمون : ۲۴۰ دقیقه

تاریخ آزمون ۹۵/۵/۱۹

۱- (۶۰ نمره) قبل از حل این سوال به نکات زیر توجه کنید :

در کنار برگه سوالات می بایست دو برگ کاغذ که شامل دو دایره نقشه اسطرلاب هستند، یک پرگار، یک نقاله و یک خط کش قرار داشته باشد.

دقت کنید که فقط و فقط یکی از برگه های نقشه را به همراه پاسخنامه خود تحویل دهید.

در پاسخنامه خود راه حل کامل تمامی بخش ها و تمامی عملیات های خود را شرح دهید و هیچ توضیح یا عددی را روی نقشه یادداشت نکنید. دقت کنید که به جواب بدون راه حل هیچ نمره ای تعلق نمی گیرد.

نقشه ای که در دست دارید کره ی آسمان است که توسط تسطیح اسطرلاب بر روی کاغذ تسطیح شده است.

در این نقشه دایره ی پر رنگ، استوای سماوی است و مرکز نقشه، قطب شمال سماوی است و دوره تناوب وضعی زمین ۲۴ ساعت است.

تذکر : حداکثر دو مرتبه مجاز به استفاده یکی از روابط مثلثاتی هستید (سینوس ها ، کسینوس ها ، چهار جزئی ، قطبی و قیاسی) بنابراین سعی کنید حتی الامکان از روش های هندسی استفاده کنید. استفاده از تمامی روابط به جز روابط ذکر شده مجاز است.

الف) ابتدا مرکز نقشه را پیدا کرده و نقطه p را مشخص کنید.

ب) روی استوای سماوی نقطه دلخواهی را به عنوان نقطه ی اعتدال بهاری مشخص کنید.

ج) نقطه ی قطب شمال دایره البروج را روی نقشه مشخص کنید.

د) دو ناظر در نظر بگیرید که در عرض جغرافیایی ۶۰ و ۸۰ درجه قرار گرفته اند و زمان نجومی را به ترتیب ۳ ساعت و ۱۲ ساعت اندازه گیری می کنند. نقاط سرسوی این دو ناظر را روی این نقشه مشخص کنید.

ه) افق هر دو ناظر را بوسیله ی پرگار رسم کنید.

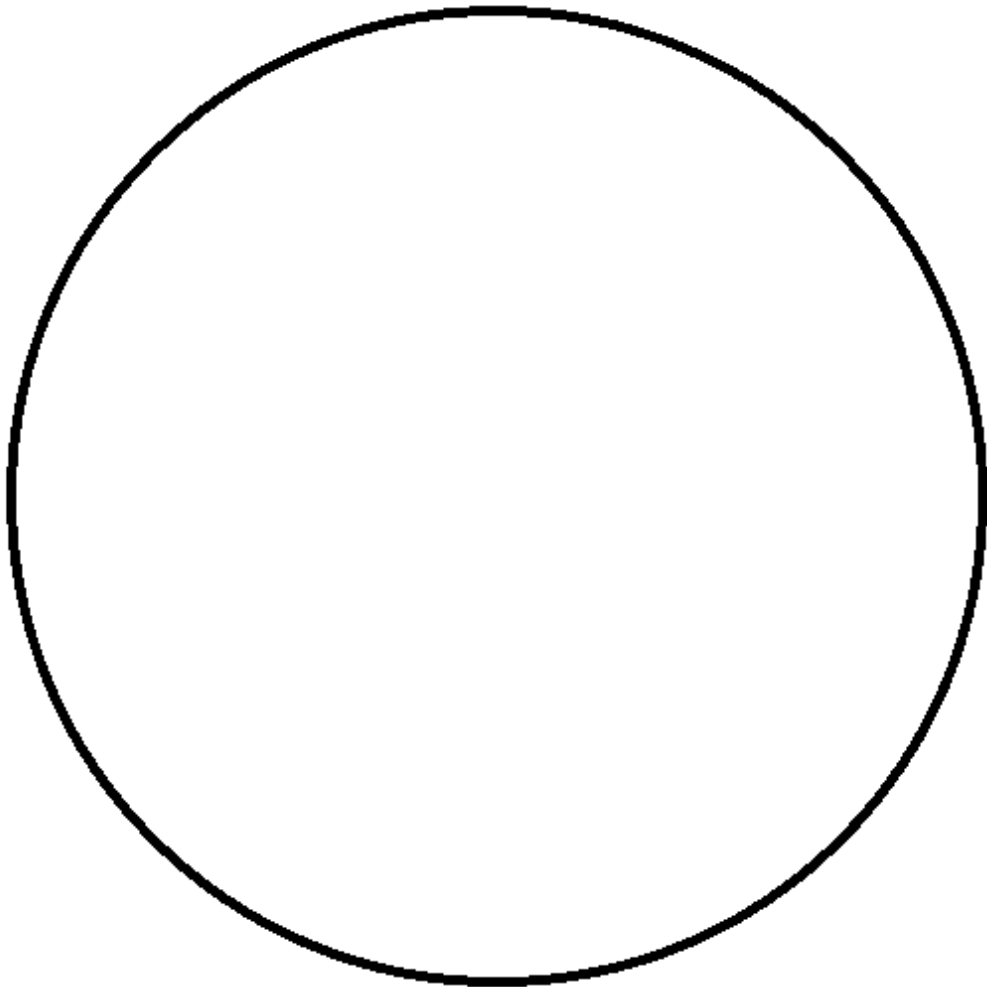
و) میل و بعد ستارگانی که همزمان روی افق هر دو ناظر هستند را به دست آورید.

ز) آیا ممکن است در لحظه ای از شبانه روز قطب شمال دایره البروج برای هر دو ناظر دیده شود ؟ اگر جوابتان مثبت است مدت زمانی که قطب شمال دایره البروج برای هر دو ناظر قابل مشاهده است را محاسبه کنید.

ح) پس از گذشتن یک شبانه روز کامل، مجموع کل نواحی که در هر زمان، توسط هر دو ناظر دیده می شده است چه کسری از کل کره آسمان را تشکیل می دهد ؟ (در این قسمت سوال از روشن بودن آسمان در روز و اثر خورشید صرف نظر کنید)

ط) اگر نقشه در تاریخ ۲۰ خرداد تهیه شده باشد، چه کسری از مدت زمان یک شبانه روز ، برای هر دو ناظر به طور همزمان روز بوده است ؟

ی) آیا ممکن است در روزی از سال، در حالی که خورشید برای یک ناظر در حال غروب است همزمان برای ناظر دیگر در حال طلوع باشد؟ اگر جوابتان مثبت است تاریخ این رویداد را بدست آورید.



۲- (۵۰ نمره) الف) اثبات کنید اگر از نقطه P روی سهمی (به جز راس سهمی) بر محور تقارن آن عمود کنیم و پای عمود را N بنامیم و از نقطه P بر خط مماس بر سهمی در نقطه P عمودی رسم کنیم و محل برخورد این خط با محور تقارن سهمی را G بنامیم، فاصله NG برابر با طول نیم‌وتر قائم سهمی است. برای اثبات این قضیه می‌توانید از قضایی که سر کلاس درس داده شده بدون اثبات استفاده کنید و همچنین می‌توانید با روش تحلیلی آن را اثبات نمایید.

یک سفینه فضایی که سرنشینان آن اهالی سیاره‌ای ناشناخته‌اند در مداری سهموی که اندازه حضیض آن $۰,۲۵$ واحد نجومی است به دور خورشید در حال گردش است. نحوه حرکت این سفینه به نحوی است که سمت جلوی سفینه همواره رو به جهتی است که سفینه به آن سمت در حرکت است (یعنی سرنشینان آن دید خوبی نسبت به راستای عمود بر سرعت آن ندارند). دانشمندان زمینی می‌خواهند توسط یک شاتل این سفینه را به نحوی تعقیب کنند که سرنشینان آن متوجه این موضوع نشوند، برای همین هنگامی که زمین در نقطه کور این سفینه و روی محور تقارن آن قرار دارد و پیش از آن که سفینه به راس مدار سهمی خود برسد، این شاتل به سمت خورشید روانه می‌شود و موتورهای قدرتمند این شاتل آن را طوری به حرکت درمی‌آورند که در خط راست حرکت کند و در هر لحظه این شاتل در نقطه کور این سفینه قرار داشته‌باشد. این شاتل همواره در نقطه کور این سفینه قرار دارد تا زمانی که مجدداً به فاصله ۱ واحد نجومی از خورشید برسد، سپس به کمک موتورهایش در همان نقطه باقی می‌ماند تا زمین مجدداً به آن نقطه برسد. مدار زمین را دایره‌ای با شعاع ۱ واحد نجومی در نظر بگیرید.

ب) این شاتل چه مدت باید در نقطه با فاصله ۱ واحد نجومی از خورشید منتظر بماند تا زمین به آن برسد؟

ج) سرعت لحظه‌ای این شاتل را هنگامی که در فاصله $۰,۵$ واحد نجومی از خورشید قرار دارد بیابید. (برحسب کیلومتر بر ثانیه)

۳- (۴۰ نمره) یکی از روش‌هایی که ذرات در فضای بین ستاره‌ای شتابدار می‌شوند، برخورد کشسان آن‌ها با اجرام بزرگتر و تغییر سرعت آن‌هاست. (شتابدهی فرمی)

کره‌ای توپر به جرم M و شعاع R در فضای بی‌کران معلق است. مرکز دستگاه مختصات بر مرکز این کره منطبق است. یک ذره کوچک به جرم m با سرعت V از نقطه $aR\hat{x}$ به سمت این کره پرتاب می‌شود.

این ذره با کره در مختصات $\vec{r}_c = \frac{1}{\sqrt{3}}R(\hat{x} + \hat{y} + \hat{z})$ برخورد کرده و با سرعت $\vec{V}_f = \frac{V(\hat{y} + \hat{z})}{\sqrt{(1-\sqrt{3}a)^2 + 2}}$ به سمت دیگری پرتاب می‌گردد.

الف) سرعت کره را درست پس از لحظه برخورد بدست آورید.

ب) سرعت زاویه‌ای کره را درست پس از لحظه برخورد بدست آورید.

(راهنمایی: فرض کنید که ذره یک جرم نقطه‌ای است. از گرانش این دو کره بر روی هم صرف نظر کنید.)

۴- (۶۰ نمره) دنیایی همگن و همسانگرد با چگالی انرژی $\rho(t)$ و فشار $P(t)$ را در نظر بگیرید. ذره‌ای به جرم m و انرژی کل E در فاصله $\vec{r} = a(t)\vec{x}$ از مبدا دلخواه O قرار دارد. $a(t)$ فاکتور مقیاس کیهانی و $\vec{x}$ مختصه همراه ذره است. در این مسئله سرعت نور برابر واحد در نظر گرفته شده است. ($c=1$) حال فرض کنید پتانسیل گرانشی یک جرم نقطه‌ای M متفاوت با گرانش نیوتنی و به صورت زیر است:

$$\Phi(r) = \frac{MG}{r} + \frac{\Lambda}{6}r^2$$

که در آن $\Lambda > 0$ و یک ثابت است.

الف) با بررسی معادله حرکت ذره m نشان دهید که $a(t)$ در معادله زیر صدق می‌کند:

$$\frac{\ddot{a}}{a} = -\frac{4\pi G}{3}(\rho + 3P) + \frac{\Lambda}{3}$$

$$\frac{\dot{a}^2}{a^2} + \frac{K}{a^2} = \frac{8\pi G}{3}\rho + \frac{\Lambda}{3}$$

که در آن $K = -\frac{2E}{mx^2}$ است. همچنین نشان دهید که K حتماً ثابت است.

ب) با فرض اینکه دنیای فوق ایستا است و تحولی ندارد و از ماده غیرنسبیتی تشکیل شده‌است، فاکتور مقیاس (a_E) ، چگالی (ρ_E) و فشار (P_E) را محاسبه کنید. با فرض اینکه K فقط سه مقدار 0 ، $+1$ ، -1 را می‌تواند داشته باشد، مقدار K چقدر است؟

ج) حال فرض کنید اختلال کوچکی به صورت $a(t) = a_E + \delta a(t)$ در "شعاع" این مدل ایجاد شده باشد. دقت کنید که $\frac{\delta a(t)}{a_E} \ll 1$ است. نشان دهید که $\delta a(t)$ در معادله زیر صدق می‌کند:

$$\delta \ddot{a} + f(\Lambda, \omega)\delta a = 0$$

و تابع $f(\Lambda, \omega)$ را پیدا کنید. ضمناً فرض کنید که اختلال ایجاد شده در فشار و چگالی سیستم به صورت $\delta P = \omega \delta \rho$ به هم مرتبط باشند. $\omega > 0$ و یک ثابت است.

پایداری مدل فوق به ازای اختلال ایجاد شده را بررسی کنید. اگر سیستم ناپایدار است، آهنگ رشد اختلال $\delta a(t)$ را محاسبه کنید.

راهنمایی ۱: دقت کنید که برخلاف گرانش نیوتنی، در نظریه نسبیت عام انشتین فشار یک سیال نیز منجر به نیروی گرانش می‌شود. بنابراین فرض کنید که نیروی گرانش معادل به اندازه $4\pi G m P(t)r$ از طرف فشار سیال به m وارد می‌شود.

راهنمایی ۲: پاسخ معادله دیفرانسیل مرتبه دوم همگن به فرم $\ddot{x} = a^2 x$ به صورت e^{at} یا e^{-at} است.

۵- (۴۰ نمره) تابع چگالی ستاره‌ای به صورت زیر است:

$$\rho(r) = \rho_0 \left(1 - \alpha \left(\frac{r}{R} \right)^2 \right)$$

که r فاصله یک نقطه دلخواه از مرکز ستاره، R شعاع ستاره و α یک عدد ثابت است.

الف) ρ_0 چگالی در چه نقطه‌ای از ستاره می‌باشد؟

ب) چگالی متوسط ستاره را محاسبه کنید.

ج) بازه قابل قبول α را بدست آورده و برای مقادیر غیرقابل قبول آن دلایل خود را ذکر کنید.

۶- (۵۰ نمره) ذره‌ای به جرم سکون m_1 با تکانه‌ی p در راستای محور x به ذره‌ای دیگر به جرم سکون m_2 که ساکن است برخورد می‌کند.

در اثر این برخورد، ذره دوم با زاویه θ و تکانه زاویه‌ای p' نسبت به راستای محور x پراکنده می‌شود. به علاوه در این برخورد ذره اول نیز نابود می‌شود و در عوض یک فوتون با انرژی E_γ با زاویه 90° درجه نسبت به راستای x گسیل می‌شود.

الف) p' و E_γ را برحسب θ و p بنویسید.

ب) به ازای m_1 ، m_2 و p معلوم، E_γ و $\tan \theta$ را پیدا کنید.

ج) با توجه به قسمت ب، نمودار $\tan \theta$ و E_γ را برحسب p رسم کنید. بر اساس این دو نمودار بیشترین مقدار E_γ را تعیین کنید.

آزمون تئوری پایان دوره (نوبت صبح)

مدت آزمون : ۲۴۰ دقیقه

تاریخ آزمون ۹۵/۶/۱۷

۱- (۸۰ نمره) الف) تعداد n بیضی داریم که قطر بزرگ آن‌ها برابر و منطبق برهم است. خطی موازی با قطر کوچک بیضی‌ها رسم می‌کنیم. محل برخورد این خط با بیضی اول P_1 و Q_1 با بیضی دوم P_2 و Q_2 و ... و با بیضی n ام، P_n و Q_n است. با روش تحلیلی (اثبات به روش هندسی هیچ نمره ای ندارد) اثبات کنید اگر از هر کدام از P_i و Q_i ها ($i = 1, 2, \dots, n$) خطی مماس بر بیضی i ام بکشیم تمام این خطوط در یک نقطه هم‌رسند.

ب) جسمی به جرم ۱ کیلوگرم به یک سر فنری با ثابت فنر ۱ نیوتن بر متر و طول آزاد صفر بسته شده است و سر دیگر فنر روی مبدا مختصات محکم شده است. در زمان صفر جسم در فاصله ۵ متری از مبدا روی محور x قرار دارد و با سرعت V در جهت موازی با محور y پرتاب می‌شود. در زمان ۵ ثانیه ناگهان فنر پاره می‌شود و جسم روی مسیر مستقیم حرکت می‌کند. مسیر این جسم محور x را در چه نقطه ای قطع می‌کند؟

۲- (۱۰۰ نمره) در اثر برهمکنش پرتوهای کیهانی با مولکول‌های موجود در جو و چندین مرحله واپاشی، بارش‌ها و بهمن‌های هوایی بوجود می‌آیند که شامل ذرات بنیادی مانند الکترون‌ها و میون‌ها و ... هستند. به علت باردار بودن این ذرات، میدان الکترومغناطیسی این ذرات را شتابدار می‌کند. در نتیجه می‌خواهیم تاثیر میدان مغناطیسی زمین را بر روی رفتار یک الکترون نوعی و یک میون نوعی بررسی کنیم. به علت بیشتر بودن اثر ناشی از میدان مغناطیسی زمین از اثر میدان الکتریکی آن صرف‌نظر می‌کنیم. فرض کنید میدان مغناطیسی زمین به صورت ثابت و یکنواخت و برابر $\vec{B} = (28.1\hat{i} - 38.4\hat{k}) \times 10^{-2} G$ باشد که راستای $\hat{k}$ همان راستای سوسو می‌باشد. می‌دانیم به علت انرژی بالای این ذرات رفتار آن‌ها نیز نسبیتی خواهد بود. انرژی یک میون و یک الکترون را به ترتیب برابر 200 MeV و 10 MeV در نظر بگیرید.

الف) ثابت کنید بردار شتاب یک ذره نسبیتی از رابطه زیر بدست می‌آید :

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{\gamma m_0} - \frac{\vec{v}}{\gamma m_0 c^2} (\vec{F} \cdot \vec{v})$$

که در آن $\vec{F}$ بردار نیرو، $\vec{v}$ بردار سرعت ذره، m_0 جرم سکون ذره، c سرعت نور و $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ می‌باشد.

راهنمایی : می‌دانیم

$$\vec{p} = \gamma m \vec{v} \quad \text{که در آن} \quad \vec{F} = \frac{d(\vec{p})}{dt}$$

(ب) بیشترین شتابی که به واسطه میدان مغناطیسی زمین ایجاد می‌شود را برای این میون نوعی و این الکترون نوعی محاسبه کنید.

(ج) به واسطه میدان مغناطیسی، راستای حرکت ذرات باردار تغییر می‌کند. می‌دانیم ارتفاعی که ذرات بنیادی تشکیل می‌شوند به تناظر انرژی آن‌ها متفاوت است. در صورتی که ارتفاع تشکیل مربوط به یک الکترون نوعی و میون نوعی به ترتیب ۳۵۰ متر و ۷ کیلومتر باشند، بیشترین مقدار انحراف محل فرود هر کدام از آن‌ها روی زمین چند متر است؟ نسبت مقدار انحراف الکترون نوعی به میون نوعی را بیابید.

(د) در چه حالتی کمترین نیرو به ذره وارد می‌شود؟ مقدار سرعت ذره و نیروی وارد بر آن را در این حالت بدست آورید. در چه حالتی بیشترین نیرو به ذره وارد می‌شود؟ مقدار سرعت ذره و نیروی وارد بر آن را در این حالت بدست آورید.

۳- (۱۰۰ نمره) کهکشان با تقارن کروی در نظر بگیرید. در این کهکشان تابع پتانسیل برحسب فاصله شعاعی از مرکز کهکشان به صورت زیر می‌باشد:

$$\phi(r) = -GM_0(r^2 + a^2)^{-\frac{1}{2}} \quad (1)$$

که در رابطه فوق G و M_0 و a ثوابتی مثبت هستند.

الف) بردار سرعت را برای ستاره ای که در مدار دایروی و فاصله r_0 از مرکز کهکشان در جال حرکت می‌باشد بدست آورید. اندازه این بردار v_C را به صورت کیفی و برحسب r_0 رسم کنید و تفاوت نمودار بدست آمده با داده های رصدی را شرح دهید.

اکنون می‌خواهیم یک توجیه برای تفاوتی که در قسمت الف بیان کرده‌اید، ارائه دهیم.

بدین منظور فرض می‌کنیم که قانون دوم نیوتن در ابعاد بزرگ و شتاب های کم به صورت زیر تغییر می‌کند:

$$\Sigma \vec{F} = m\mu(|\vec{a}|)\vec{a} \quad (2)$$

که در معادله فوق $\mu(|\vec{a}|)$ یک تابع برحسب اندازه بردار شتاب ستاره می‌باشد. یک مدل ساده برای این تابع را به صورت زیر در نظر بگیرید:

$$\mu(|\vec{a}|) = \frac{a}{a + a_0} \quad (3)$$

که در عبارت فوق a_0 یک ثابت است.

(ب) با فرض برقراری قانون گفته شده در بالا، موارد خواسته شده در قسمت الف را مجدداً بدست آورید.

(پ) با فرض آنکه بردار شتاب ستاره بسیار بزرگ تر از a_0 باشد، شکل تصحیح شده قانون سوم کپلر را تا اولین مرتبه غیر صفر $\frac{a_0}{a}$ بدست آورید.

(ت) نشان دهید که معادله (2) را می توان به فرم زیر نوشت:

$$\vec{a} = \lambda(|\vec{g}|)\vec{g}$$

که $\lambda(|\vec{g}|)$ یک تابع است که باید تعیین کنید.

میدان گرانشی نیوتونی برای این کهکشان به صورت $\vec{g} = -\frac{1}{m}\vec{\nabla}\phi$ تعریف می کنیم.

شار میدان گرانشی را برای کره ای به شعاع r و مرکزیت کهکشان به صورت زیر تعریف می کنیم:

$$FLUX = \oint \vec{a} \cdot d\vec{S} \quad (4)$$

که در عبارت فوق $d\vec{S}$ بردار المان سطح کره می باشد.

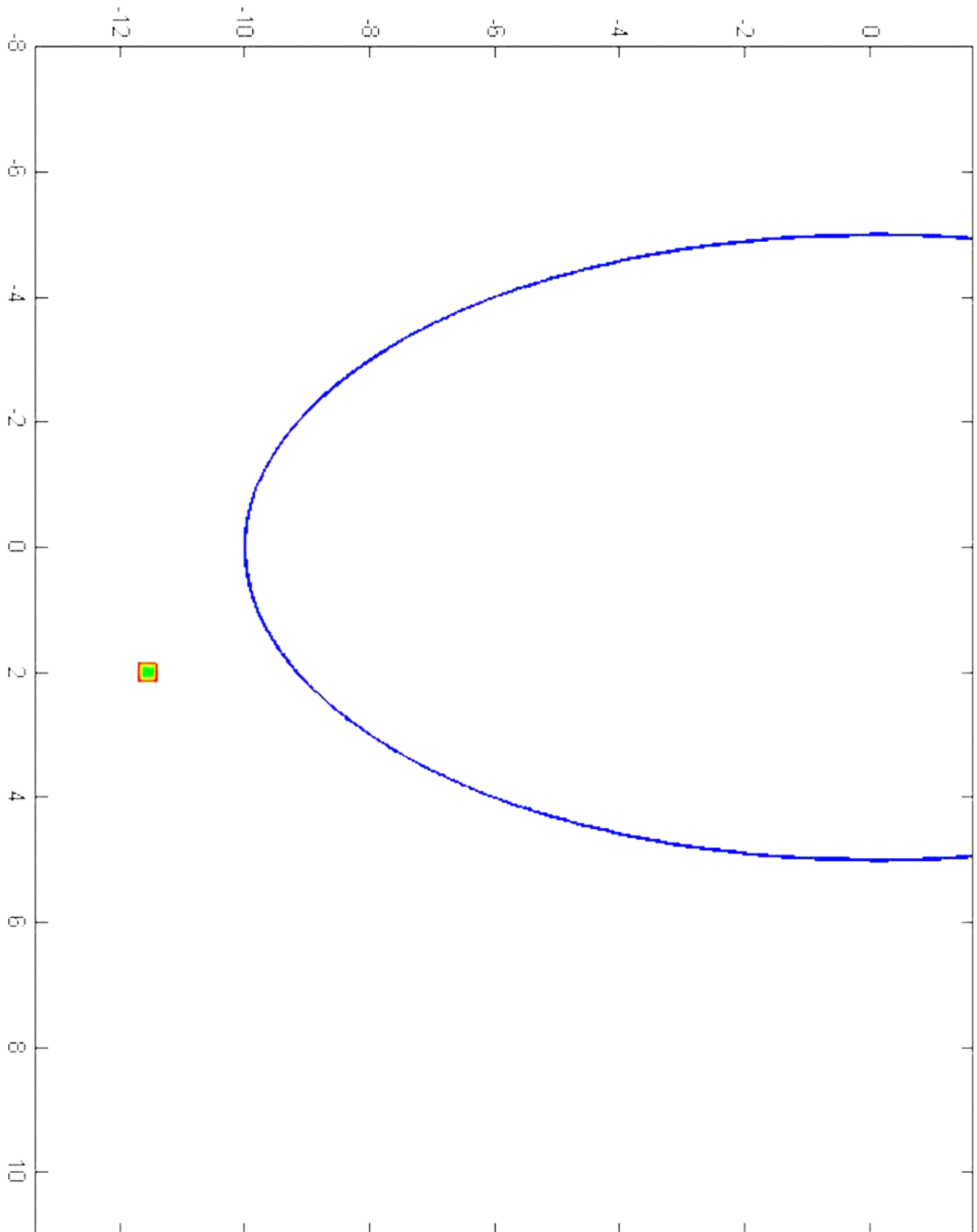
این شار را می توان به صورت $-4\pi GM(r)$ نوشت که در اینجا $M(r)$ نشان دهنده جرمی از کهکشان است که در کره ای به شعاع r قرار دارد.

(ث) $M(r)$ را بدست آورید و حد آن را به ازای $r \rightarrow \infty$ حساب کنید.

- به فرمول بندی ارائه شده در این مسئله، نظریه $MOND$ گفته می شود.

۴- (۶۰ نمره) می خواهیم بسته ای را از شهر تهران به مختصات $(35.7^\circ N, 51.4^\circ E, 1190 m)$ به شهر مشهد به مختصات $(36.2^\circ N, 59.4^\circ E, 1050 m)$ ارسال کنیم. روش ارسال بسته به این صورت است که تونلی بین این دو شهر حفر می کنیم و بسته را داخل این تونل رها می کنیم. مدت زمانی که طول می کشد تا بسته به مقصد برسد را برحسب دقیقه بدست آورید.

۵- (۶۰ نمره) با توجه به قضایایی که در مورد مقاطع مخروطی یاد گرفته اید و تنها با استفاده از خط کش و پرگار و بدون انجام محاسبات از نقطه مشخص شده روی شکل (که روی خط هادی این بیضی است) دو خط بر بیضی مماس کنید. محور های تقارن بیضی موازی محور های مختصاتند. (راهنمایی: ابتدا سعی کنید کانون بیضی را بیابید)



آزمون تئوری پایان دوره (نوبت بعد از ظهر)

مدت آزمون : ۱۸۰ دقیقه

تاریخ آزمون ۹۵/۶/۱۷

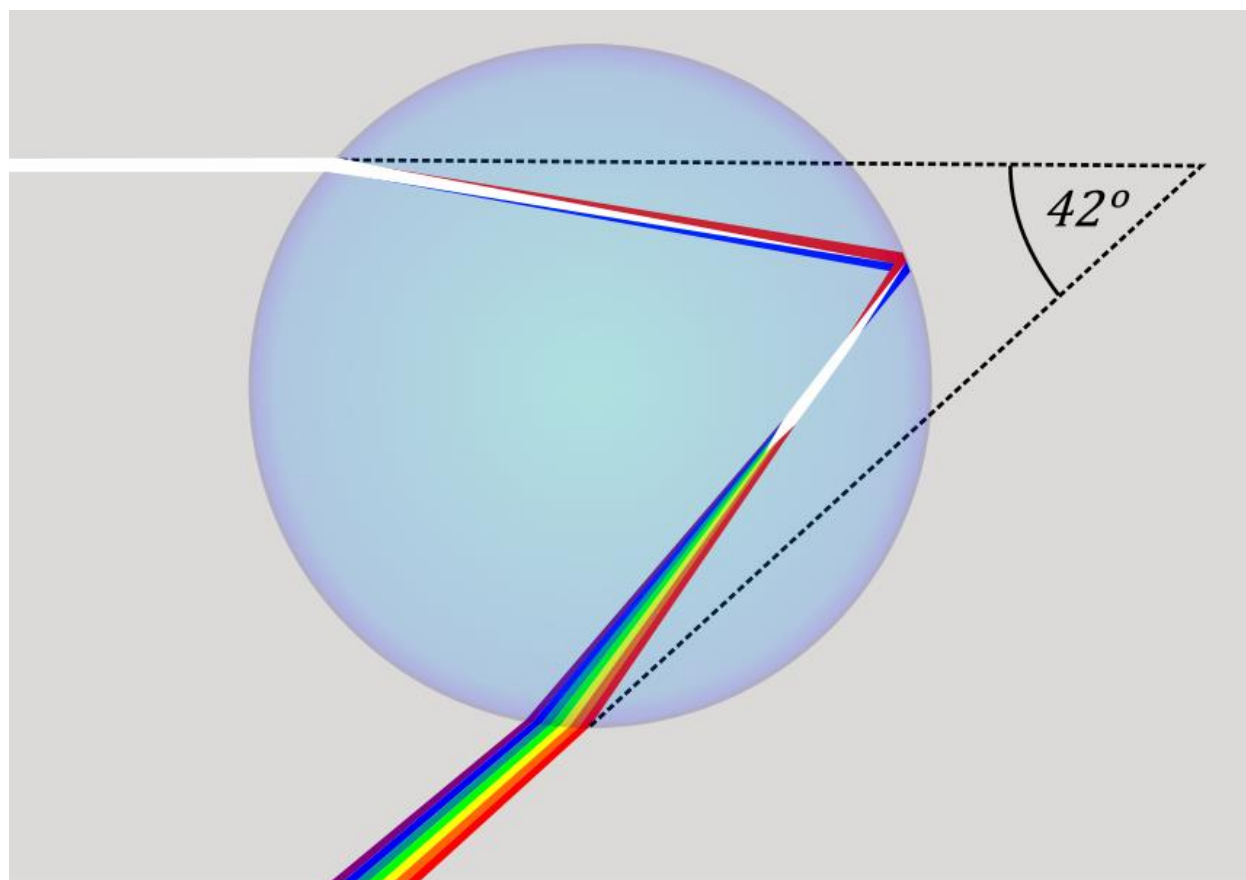
۱- (۱۰۰ نمره) در کنار برگه سوالات می بایست دو برگ کاغذ که شامل دو دایره نقشه اسطرلاب هستند، یک پرگار، یک نقاله و یک خط کش قرار داشته باشد.

دقت کنید که فقط و فقط یکی از برگه های نقشه را به همراه پاسخنانه خود تحویل دهید.

در پاسخنانه خود راه حل کامل تمامی بخش ها و تمامی عملیات های خود را شرح دهید و هیچ توضیح یا عددی را روی نقشه یادداشت نکنید. دقت کنید که به جواب بدون راه حل هیچ نمره ای تعلق نمی گیرد.

رنگین کمان پدیده ای نوری است که زمانیکه خورشید به قطرات نم و رطوبت جو زمین می تابد باعث ایجاد طیفی از نور در آسمان می شود و این پدیده به شکل یک کمان رنگین در می آید.

همان طور که در شکل زیر مشاهده می کنید :



علت بوجود آمدن رنگین کمان شکست پرتوهای نور خورشید داخل قطره های باران است. به این صورت که اگر همه ی پرتوهای ورودی خورشید به داخل قطرات آب را با یکدیگر موازی در نظر بگیرید پرتوهای خارج شده از قطره های آب در جهت مخالف پرتوی اولیه خورشید حرکت می کنند و با جهت ورودی زاویه تقریبی ۴۲ درجه می سازند و رنگین کمان در واقع آن دسته از پرتوهای خروجی هستند که به چشم ما می رسند.

الف) با توجه به اطلاعات بالا، به طور کامل توضیح دهید که مکان هندسی رنگین کمان در آسمان یک ناظر، چه می شود؟

راهنمایی: تصور کنید که رنگین کمان در بی نهایت دور قرار دارد و می توان از اختلاف منظر صرف نظر کرد.

نقشه ای که در دست دارید، کره ی آسمان ناظر است که توسط تسطیح اسطرلاب، بر روی کاغذ تسطیح شده است.

و دایره موجود بر روی نقشه افق ناظر است. تصور کنید ناظر در عرض جغرافیایی ۵۰ درجه شمالی قرار دارد و نقشه در روز ۱ دی ثبت شده است و در این روز در شهر ناظر، باران باریده است و شرایط مساعدی برای بوجود آمدن رنگین کمان وجود دارد.

تذکر: حداکثر سه مرتبه مجاز به استفاده یکی از روابط مثلثاتی هستید (سینوس ها، کسینوس ها، چهارجزیی، قطبی و قیاسی)

بنابراین سعی کنید حتی الامکان از روش های هندسی استفاده کنی. استفاده از تمامی روابط به جز روابط ذکر شده مجاز است.

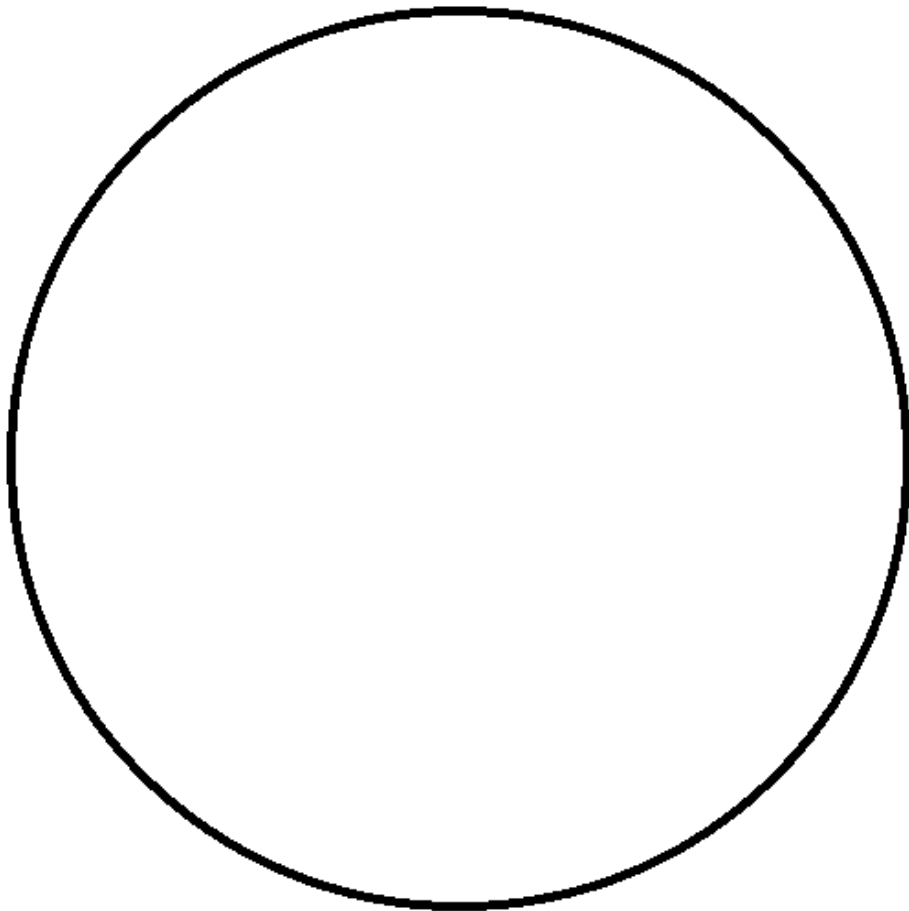
ب) مرکز نقشه را مشخص کنید و با Z علامت بزنید، نقطه ی دلخواهی را بر روی افق ناظر به عنوان نقطه ی شمال علامت بزنید و نقطه ی قطب شمال سماوی را با p مشخص کنید.

ج) لحظه ای را در نظر بگیرید که خورشید در سمت شرقی ۱۷۰ درجه قرار می گیرد. حال پس از علامت زدن مکان خورشید، با استفاده از پرگار رنگین کمان حاصله را روی نقشه رسم کنید.

د) سمت نقاط برخورد رنگین کمان با افق ناظر را بدست آورید.

ه) در این حالت قوس کمان مشاهده پذیر در آسمان چند درجه است؟

ک) در چه روز یا روزهایی از سال دو نقطه با مختصات $a = 10$ و $A = 308$ و $a = 20$ و $A = 290$ در آسمان این ناظر، می توانند همزمان روی قوس رنگین کمان قرار بگیرند؟ (در اینجا منظور از a ارتفاع و منظور از A سمت شرقی است)



۲- (۱۰۰ نمره) در کنار برگه سوالات می‌بایست دو برگ کاغذ که شامل دو دایره نقشه اسطرلاب هستند، یک پرگار، یک نقاله و یک خط کش قرار داشته باشد.

دقت کنید که فقط و فقط یکی از برگه‌های نقشه را به همراه پاسخنانه خود تحویل دهید.

در پاسخنانه خود راه حل کامل تمامی بخش‌ها و تمامی عملیات‌های خود را شرح دهید و هیچ توضیح یا عددی را روی نقشه یادداشت نکنید. دقت کنید که به جواب بدون راه حل هیچ نمره‌ای تعلق نمی‌گیرد.

نقشه ای که در دست دارید، کره‌ی آسمان است که توسط تسطیح اسطرلاب بر روی کاغذ تسطیح شده است.

در این نقشه دایره‌ی پر رنگ، استوای سماوی است و نقطه‌ی مرکز نقشه، قطب شمال سماوی است و دوره تناوب وضعی زمین ۲۴ ساعت است.

تذکر: در بخش‌هایی از سوال که صریحا ذکر نشده است، مجاز به استفاده از روابط مثلثات کروی هستید.

استفاده از روابط تسطیح اسطرلاب نیز بلامانع است.

الف) ابتدا مرکز نقشه را پیدا کرده و نقطه p را مشخص کنید.

ب) روی استوای سماوی نقطه‌ی دلخواهی را به عنوان نقطه‌ی اعتدال بهاری مشخص کنید.

ج) نقطه‌ی قطب شمال دایره البروج را روی نقشه مشخص کنید.

د) اگر طول گره صعودی مدار ماه با استوا برابر با ۸۰° درجه و زاویه آن با استوا برابر با ۳۰° درجه باشد، مختصات قطب شمال مدار ماه را بدست آورید.

ه) حال مدار ماه را بوسیله پرگار رسم کنید.

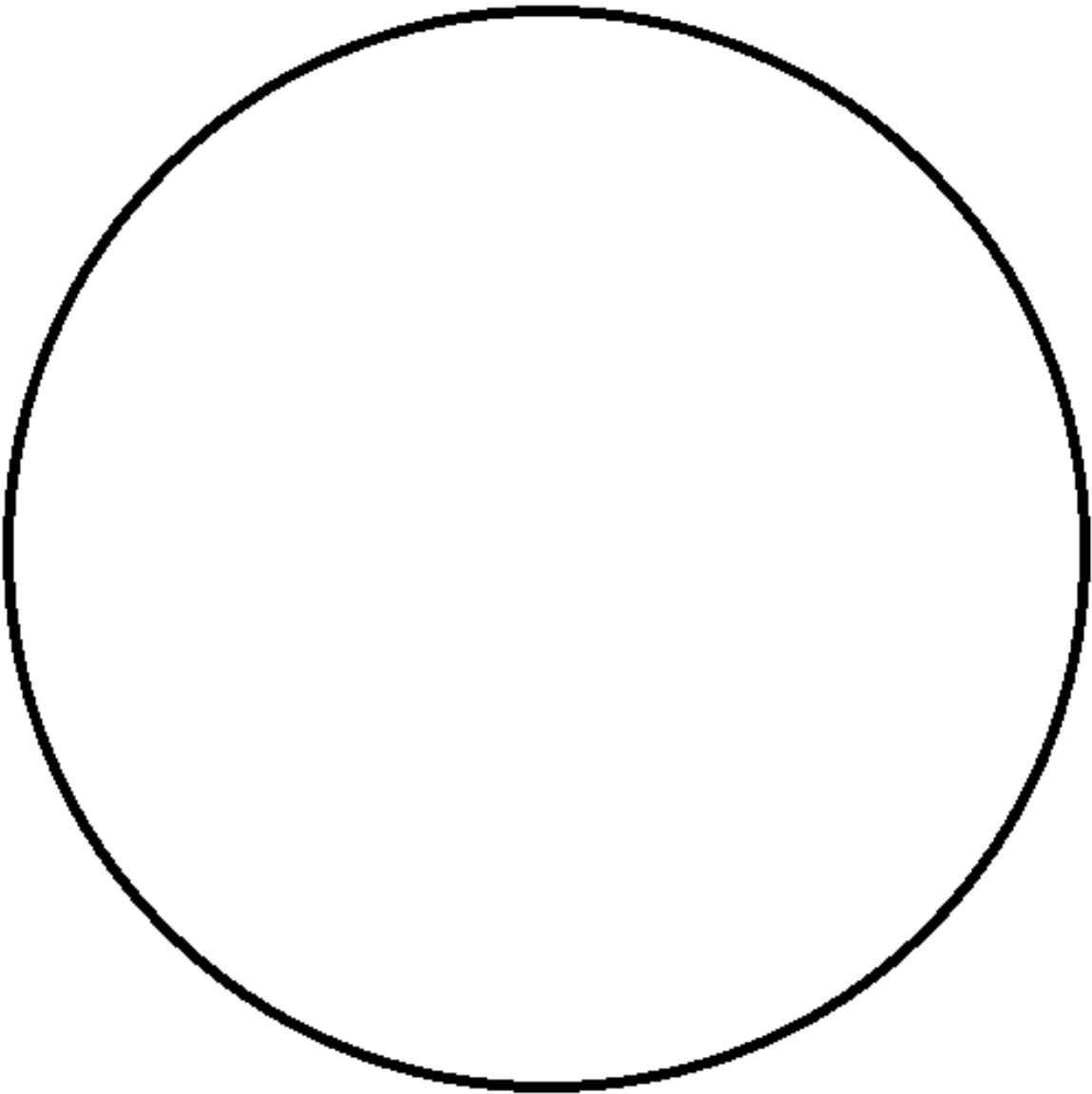
ی) فرض کنید نقشه، پس از گذشت ۶ روز از آنکه ماه روی گره صعودی خود بوده است، تهیه شده است. مختصات ماه را محاسبه کنید و مکان آن را روی نقشه مشخص کنید. مدار ماه را دایروی تصور کنید و دوره تناوب آنرا ۲۷ روز نجومی در نظر بگیرید.

ک) تصور کنید که ثبت این نقشه در تاریخ ۲۵ خرداد صورت گرفته است، مکان خورشید را روی نقشه علامت بزنید.

گ) حال ناظری را تصور کنید که در عرض جغرافیایی ۳۰° درجه شمالی قرار دارد. فقط با استفاده از پرگار و نقاله، مدت زمان شب را برای این ناظر محاسبه کنید. (شب را زمانی تعریف می‌کنیم که خورشید زیر افق ناظر باشد)

ص) مجددا فقط با استفاده از پرگار و نقاله محاسبه کنید که در چند ساعت از شب، ماه در آسمان ناظر حضور ندارد؟

ض) مجددا فقط با استفاده از پرگار و نقاله محاسبه کنید که در چند ساعت از روز ناظر، ماه نیز در آسمان حضور دارد؟



۳- (۱۰۰ نمره) به همراه این سوال به شما یک تصویر داده شده است که در واقع نقشه مرکاتور کره زمین می باشد. ولی قاره ها در شکل مشخص نشده اند.

همچنین دو نقطه A و B در شکل مشخص شده اند که عرض و طول جغرافیایی آن ها در زیر آورده شده است. تصویر، مرز بین شب و روز را مشخص می کند. طبیعتاً نقاط تیره، شب و نقاط روشن، روز هستند.

A: latitude: 48N, longtitude: 51E

B: latitude: 34S

از هیچ فرمولی تا قبل از آنکه، " اجازه بدست آوردن آن به شما داده شود یا خود فرمول به شما داده شود"، نمی توانید

استفاده کنید.

در هر قسمت از حل مساله، هر فرضی می کنید، بر روی پاسخنامه بنویسید.

میدانیم رابطه بین عرض و طول نقشه مرکاتور بر حسب عرض و طول جغرافیایی بصورت زیر است:

$$x = al + x_0$$

$$y = a \ln(|\tan \phi + \sec \phi|) + y_0$$

همچنین رابطه بین بعد و میل خورشید بصورت زیر است:

$$\sin \alpha = \tan \delta \cot \epsilon$$

در نقشه مورد نظر همان طور که در شکل واضح است، مرکز دستگاه مختصات در گوشه پایین سمت چپ نقشه، قرار گرفته است.

این تصویر در فصل بهار تهیه شده است.

با توجه به توضیحات بالا، به سوالات زیر پاسخ دهید:

۱. برای نقشه داده شده ثوابت x_0, y_0, a را بیابید.

۲. نقشه مورد نظر چه بازه ای از عرض جغرافیایی را نشان می دهد؟

۳. استوا را در نقشه رسم کنید.

۴. میل خورشید را بیابید.

۵. خورشید را در نقشه علامت بزنید.

۶. شهر C با مختصات $latitude = 15^\circ N, longitude = 100^\circ E$ را با نام C در شکل علامت بزنید.

۷. تنها با استفاده از نقشه به دست آمده، محاسبه کنید زاویه ساعتی خورشید از دید ناظری در شهر C چقدر است؟

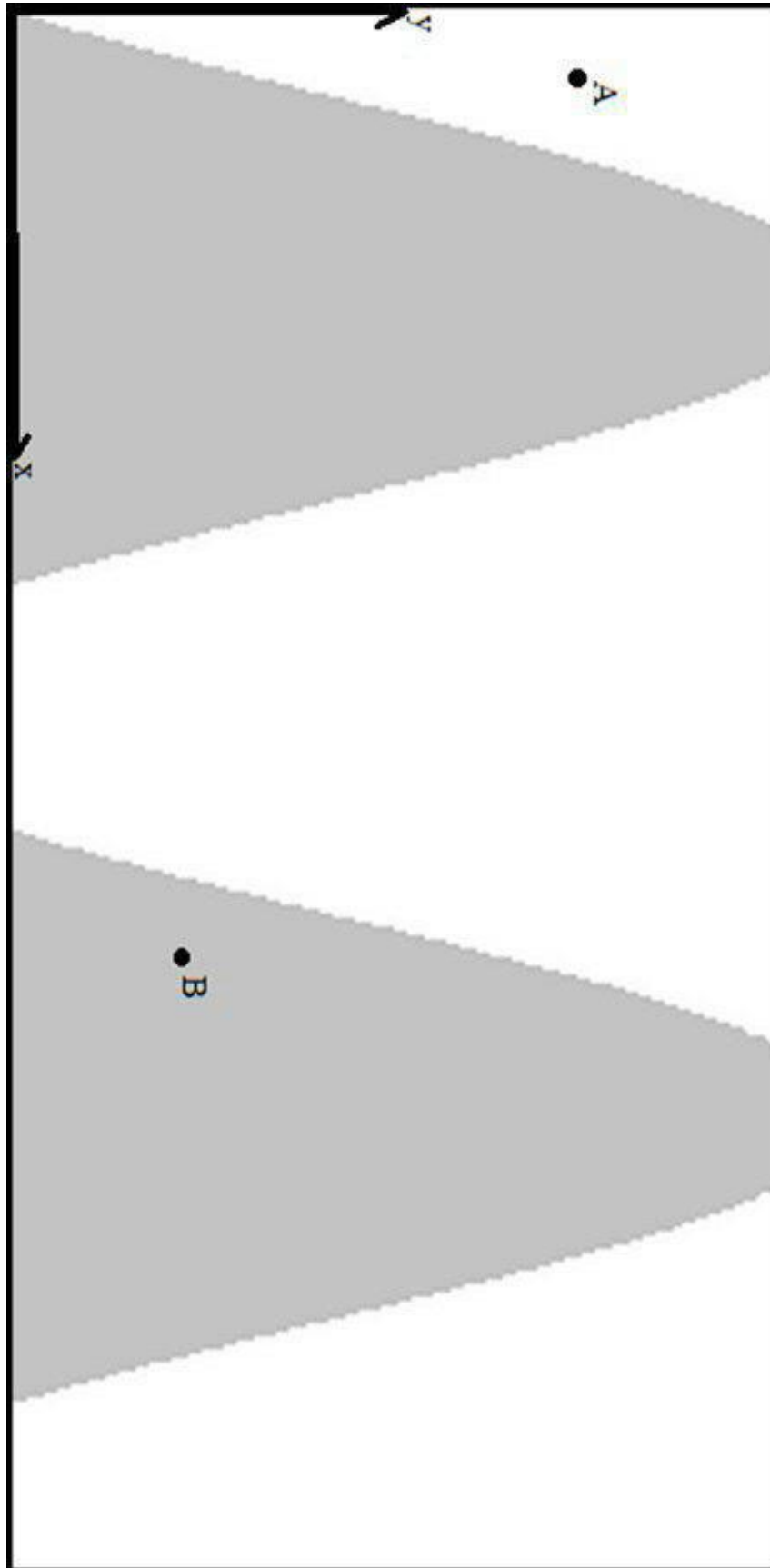
۸. تنها با استفاده از نقشه به دست آمده، محاسبه کنید از دید ناظری در شهر C خورشید چه مدت بعد غروب خواهد کرد؟

۹. تنها با استفاده از نقشه به دست آمده، ارتفاع خورشید از دید ناظری در شهر C را محاسبه کنید.

۱۰. ستاره Z با مختصات استوایی $Right\ Ascension = 20^h 8^m, Declination = -45^\circ$ را در نظر بگیرید. شهری که ستاره

مذکور در سمت الراس آن قرار دارد را با نام Z در شکل علامت بزنید.

۱۱. تنها با استفاده از نقشه به دست آمده تعیین کنید آیا ممکن است در ۲۴ ساعت اخیر که نقشه تهیه شده است، از دید ناظری در شهر C لحظاتی ستاره Z بالای افق باشد ولی خورشید زیر افق باشد؟ اگر جواب مثبت است، این مدت زمان را بیابید.



بخش دوم:

آزمون‌های تحلیل داده



آزمون تحلیل داده میان دوره

مدت آزمون : ۱۸۰ دقیقه

تاریخ آزمون ۹۵/۵/۲۵

۱- (۱۵ درصد) تلسکوپ فضایی در اختیار داریم که خطای آن در اندازه گیری اختلاف منظر، حرکت ویژه (خاصه) و سرعت شعاعی به ترتیب $25 \mu arcsec$ ، $10 \mu arcsec$ و $0.3 km s^{-1}$ است که در آن $\mu arcsec$ میکرو ثانیه قوسی است.

الف) خطای مطلق و نسبی این تلسکوپ در تعیین فاصله ستاره ای در ۱۰، ۷۵۰ و ۳۰۰۰ پارسکی چه میزان است؟

ب) خطای این تلسکوپ در تعیین سرعت فضایی یک ستاره با سرعت شعاعی $55 km s^{-1}$ و حرکت ویژه $0.26 arcsec$ در فاصله ۱۰۰۰ پارسکی چه قدر است؟

۲- (۳۵ درصد) با تحلیل داده های رصدی یک ناحیه از آسمان که شامل یک خوشه ستاره ای است به جدول شماره (۱) دست یافته ایم. در این جدول احتمال آن که یک ستاره واقعا متعلق به خوشه باشد برحسب فاصله از مرکز خوشه داده شده است. همچنین می دانیم تعداد ستاره های متعلق به خوشه بر واحد سطح در آسمان را می توان به صورت زیر نمایش داد :

$$\sigma(r) = k \exp(-\alpha r)$$

که در آن r فاصله تصویر شده در آسمان است که از مرکز خوشه برحسب دقیقه قوسی اندازه گیری می شود. همچنین k و α دو مقدار ثابت

هستند.

جدول (۱)

$r(')$	$P(\%)$	$r(')$	$P(\%)$
۲,۷۵	۹۸,۳	۲۷,۵۰	۸,۰
۵,۵۰	۹۸,۵	۳۰,۲۵	۴,۰
۸,۲۵	۹۱,۸	۳۳,۰۰	۲,۳
۱۱,۰۰	۸۳,۰	۳۵,۷۵	۱,۱
۱۳,۷۵	۷۳,۵	۳۸,۵۰	۰,۵
۱۶,۵۰	۵۹,۳	۴۱,۲۵	۰,۳
۱۹,۲۵	۴۳,۵	۴۴,۰۰	۰,۱
۲۲,۰۰	۲۸,۱	۴۶,۷۵	۰,۰
۲۴,۷۵	۱۶,۱		

با فرض آنکه در ناحیه رصد شده خوشه دیگری وجود ندارد و تعداد ستاره های زمینه در واحد سطح مقداری ثابت و از مرتبه یک درصد بیشینه چگالی عددی برای ستاره های خوشه باشد به سوالات زیر پاسخ دهید:

الف) رابطه بین $\sigma(r)$ و احتمال P را بدست آورید.

ب) مقدار عددی α و خطای آن را بدست آورید.

(راهنمایی: در برازش خطی به روش کمترین مربعات مجذور خطای شیب عبارت است از $\frac{1}{\sum(x_i - \bar{x})^2} \frac{\sum(y_i - mx_i - c)^2}{n-2}$)

ج) تابع چگالی سطحی مجموع برای تمامی ستاره ها در ناحیه رصد شده را با $f(r)$ نشان می دهیم. با انتخاب یک مقیاس مناسب (خطی، لگاریتمی و یا نیم لگاریتمی) نمودار βf را در کاغذ میلی متری داده شده رسم کنید. β یک عدد ثابت است و باید آن را به گونه ای اختیار کنید که برای رسم βf به ثابت k نیازی نداشته باشید. در رسم نمودار مقداری که برای β انتخاب کردید را ذکر کنید.

د) با استفاده از این نمودار تخمینی مناسب برای شعاع خوشه و خطای آن بدست آورید.

۳- (۵۰ درصد) یک کهکشان می تواند دارای تعدادی کهکشان کوچک تر از خود باشد که از لحاظ گرانشی به آن مقید بوده و دارای مداری دور آن باشند. به این کهکشان های کوچک تر، کهکشان های اقماری^۱ گفته می شود. برای مثال کهکشان راه شیری و آندرومدا هر دو دارای تعداد قابل توجهی کهکشان اقماری هستند که از جمله آن می توان به ابر ماژلانی کوچک و بزرگ اشاره کرد که هر دو اقمار راه شیری هستند. جدول شماره (۲) مختصات ۱۱ کهکشان اقماری را حول یک کهکشان مارپیچی در دستگاه مختصات دکارتی کهکشانی مشخص می کنند. مرکز این دستگاه مختصات راست-گرد مرکز کهکشان مارپیچی و محور Z جهت قطب کهکشان مارپیچی (عمود بر صفحه کهکشان) را مشخص می کند. جدول (۳) مولفه های سرعت سه قمر از این مجموعه اقمار را به عنوان نمونه مشخص می کند.

شناسه کهکشان	$z(kpc)$	$y(kpc)$	$x(kpc)$
۱	-۶,۴	۲,۵	۱۷,۱
۲	-۲۷,۵	-۴۱,۸	-۰,۶
۳	-۴۴,۷	-۳۸,۵	۱۶,۵
۴	۴۳,۲	۶۲,۲	-۴,۳
۵	۵۳,۵	۵۲,۰	-۲۲,۲
۶	-۸۵,۳	-۹,۸	-۵,۲
۷	۵۷,۸	-۵۶,۹	-۳۶,۷
۸	-۳۹,۸	-۹۵,۹	-۲۵,۰
۹	-۱۳۴,۱	-۵۱,۰	-۴۱,۳
۱۰	۲۱۵,۲	-۵۸,۳	-۷۷,۳
۱۱	۱۹۱,۷	-۱۱۹,۳	-۱۲۳,۶

جدول (۲)

¹Satellite Galaxies

جدول (۳)

شناسه کهکشان	$v_z (km s^{-1})$	$v_y (km s^{-1})$	$v_x (km s^{-1})$
۳	۱۴۹	-۱۶۱	۲
۴	-۲۶۱	۸۷	-۵۹
۵	-۱۸۶	۸۹	۷

در این سوال هدف بررسی توزیع اقمار در فضا و تحول دینامیکی آن‌ها حول کهکشان مارپیچی است. با توجه به جداول (۲) و (۳) و توضیحات داده شده به سوالات زیر پاسخ دهید :

الف) می‌دانیم هر صفحه را می‌توان به کمک یک نقطه دلخواه از آن صفحه و بردار عمود بر آن صفحه (بردار نرمال) مشخص کرد. با توجه به اینکه بردار نرمال بر تمامی بردار های داخل صفحه عمود است، نشان دهید می‌توان معادله یک صفحه را به صورت زیر نوشت:

$$z = Ax + By + C$$

که در آن A ، B و C همگی ثابت هستند.

ب) با استفاده از روش کمترین مربعات، معادله بهترین صفحه‌ای که مکان این اقمار را توصیف می‌کند مشخص کنید. در این قسمت لازم است اثبات فرمول هایی که برای برازش صفحه به روش کمترین مربعات استفاده می‌کنید را نشان دهید.

ج) با مقایسه ضخامت صفحه ای که برازش داده‌اید، با سایر ابعاد آن مشخص کنید که آیا صفحه نازک است یا خیر؟ به بیان دیگر آیا اقمار این کهکشان همگی با تقریب خوبی روی یک صفحه قرار گرفته‌اند و میزان پراکندگی آن‌ها حول صفحه در مقایسه با وسعت صفحه کم است یا خیر؟
د) زاویه این صفحه را نسبت به صفحه کهکشان مارپیچی تعیین کنید.

ه) با استفاده از داده‌های سرعت، میل صفحه مداری هر یک از اقمار ۳، ۴ و ۵ را نسبت به صفحه برازش داده شده تعیین کنید.

و) آیا می‌توان نتیجه گرفت که اقمار این کهکشان با تقریب خوبی در یک صفحه مداری قرار دارند؟

ز) با توجه به جواب خود در دو قسمت قبل و با فرض اینکه گشتاور وارد بر اقمار ناچیز است، مشخص کنید آیا صفحه ای که در قسمت (ب) برازش داده‌اید پایدار خواهد بود یا متحول خواهد شد؟

آزمون تحلیل داده پایان دوره

مدت آزمون : ۲۱۰ دقیقه

تاریخ آزمون ۹۵/۶/۱۵

اذان ظهر (۶۴ نمره)

در کشور پاراگوئه ($GMT - 4:00$) در شهر آسونسیون (*Asuncion*)، در زمان اذان ظهر (عبور خورشید از نصف النهار ناظر) برحسب روز های سال مطابق جدول ۱ می باشد. این زمان براساس زمان رسمی کشور پاراگوئه می باشد. شکل ۱ مکان قرارگیری پاراگوئه را روی کره زمین نشان می دهد.

در بسیاری از کشور های جهان، ساعت تابستانی وجود دارد که باعث صرفه جویی در مصرف برق می شود. به عنوان مثال در ایران در روز اول فروردین و ۳۱ شهریور زمان را یک ساعت تغییر می دهیم. در اکثر کشور های جهان در m امین یکشنبه *Mar* و n امین یکشنبه *Nov/Oct* زمان را یک ساعت تغییر می دهند که m و n به کشور مورد نظر بستگی دارد. مثلاً در ایالات متحده در دومین یکشنبه *Mar* و اولین یکشنبه *Nov* در ساعت $2:00 AM$ ، زمان را یک ساعت تغییر می دهند.



شکل ۱: مکان پاراگوئه

جدول ۱: اذان ظهر به افق آسونسیون

ردیف	تاریخ	اذان ظهر
1	Saturday, January 02, 2016	12:54:26
2	Saturday, January 23, 2016	13:02:19
3	Wednesday, February 10, 2016	13:04:45
4	Sunday, February 21, 2016	13:04:09
5	Sunday, March 06, 2016	13:01:35
6	Monday, March 28, 2016	11:55:19
7	Tuesday, April 12, 2016	11:51:04
8	Wednesday, April 27, 2016	11:47:58
9	Thursday, May 12, 2016	11:46:48
10	Friday, May 27, 2016	11:47:42
11	Monday, June 13, 2016	11:50:44
12	Sunday, June 26, 2016	11:53:34
13	Saturday, July 09, 2016	11:55:58
14	Sunday, July 31, 2016	11:57:03
15	Monday, August 08, 2016	11:56:16
16	Friday, August 19, 2016	11:54:11
17	Thursday, September 01, 2016	11:50:30
18	Friday, September 16, 2016	11:45:19
19	Sunday, October 02, 2016	12:39:49
20	Monday, October 17, 2016	12:35:52
21	Thursday, November 03, 2016	12:34:11
22	Sunday, November 20, 2016	12:36:21
23	Thursday, December 01, 2016	12:39:50
24	Saturday, December 17, 2016	12:46:58

(۱) آیا در پاراگوئه ساعت تابستانی وجود دارد؟ چرا؟

(۲) با فرض دایروی بودن مدار زمین به دور خورشید، رابطه تقریبی زیر را نشان دهید.

$$E = \frac{\epsilon^2}{4} \sin 2\lambda$$

(۳) میانگین تعدیل زمان ($\bar{E}$) در یک دوره تناوب چقدر است؟

(۴) به کمک سوال ۳ و جدول ۱، طول جغرافیایی آسونسیون (*Asuncion*) را محاسبه کنید. (توجه کنید که مقدار ϵ را نمی‌دانیم و در سوال ۶ محاسبه می‌کنیم)

(۵) تعدیل زمان را برای داده های جدول ۱ محاسبه کنید.

(۶) به کمک برازش منحنی، ϵ را به همراه خطا محاسبه کنید. (راهنمایی: از خطای E و λ می‌توانید صرف‌نظر کنید)

(۷) میل خورشید را برای جدول فوق محاسبه کنید.

(۸) نمودار میل برحسب تعدیل زمان را رسم کنید. (راهنمایی: اول فروردین ۱۳۹۵ معادل روز 20 March 2016 می‌باشد)

آهنگ تشکیل ستاره^۱ (۳۶ نمره)

در این بخش نیازی به محاسبه خطا نیست.

در پروژه *MOSA* آهنگ تشکیل ستاره را برای چندین ابر مولکولی غول شبیه‌سازی کرده‌اند. آهنگ تشکیل ستاره (SFR)، میزان جرم منقبض شده در واحد زمان در واحد حجم را نشان می‌دهد. این جرم منقبض شده تبدیل به ستاره می‌شود که تعداد ستاره تولیدشده در واحد زمان را نرخ ستاره‌زایی ($\dot{N}$) می‌نامیم. دانشمندان به این نتیجه رسیدند که با تغییر نرخ ستاره‌زایی ($\dot{N}$)، آهنگ تشکیل ستاره تغییر می‌کند که در شکل ۲ نشان داده شده است. فرض کنید که جرم تمامی ابرهای مولکولی غول $10^8 M_{Sun}$ و قطرشان $5pc$ است و فقط ۲٪ از جرم ابر به ستاره تبدیل می‌شود. همچنین SFR و شعاع ابر در مدت زمان ستاره‌زایی ثابت می‌ماند.

(۹) نرخ تولید ستاره (SFR) برای ابر $B96$ چقدر باشد تا تعداد ستاره های تولیدشده، کمینه شود.

(۱۰) مدت زمان ستاره زایی ابر $B96$ چقدر است؟

به دلیل ستاره‌زایی، قدر ظاهری خوشه کروی ثابت نمی‌ماند. در بازه زمانی مشخصی، ناظران زمینی، قدر ظاهری بولومتریکی خوشه‌ی کروی را در ابر $B96$ محاسبه کرده‌اند که در جدول ۲ موجود است؛ توجه کنید که مبدا زمانی جدول ۲، لزوما شروع ستاره‌زایی نیست.

(۱۱) نمودار شار خوشه کروی از دید ناظر زمینی را برحسب زمان را در کاغذ مناسب رسم کنید.

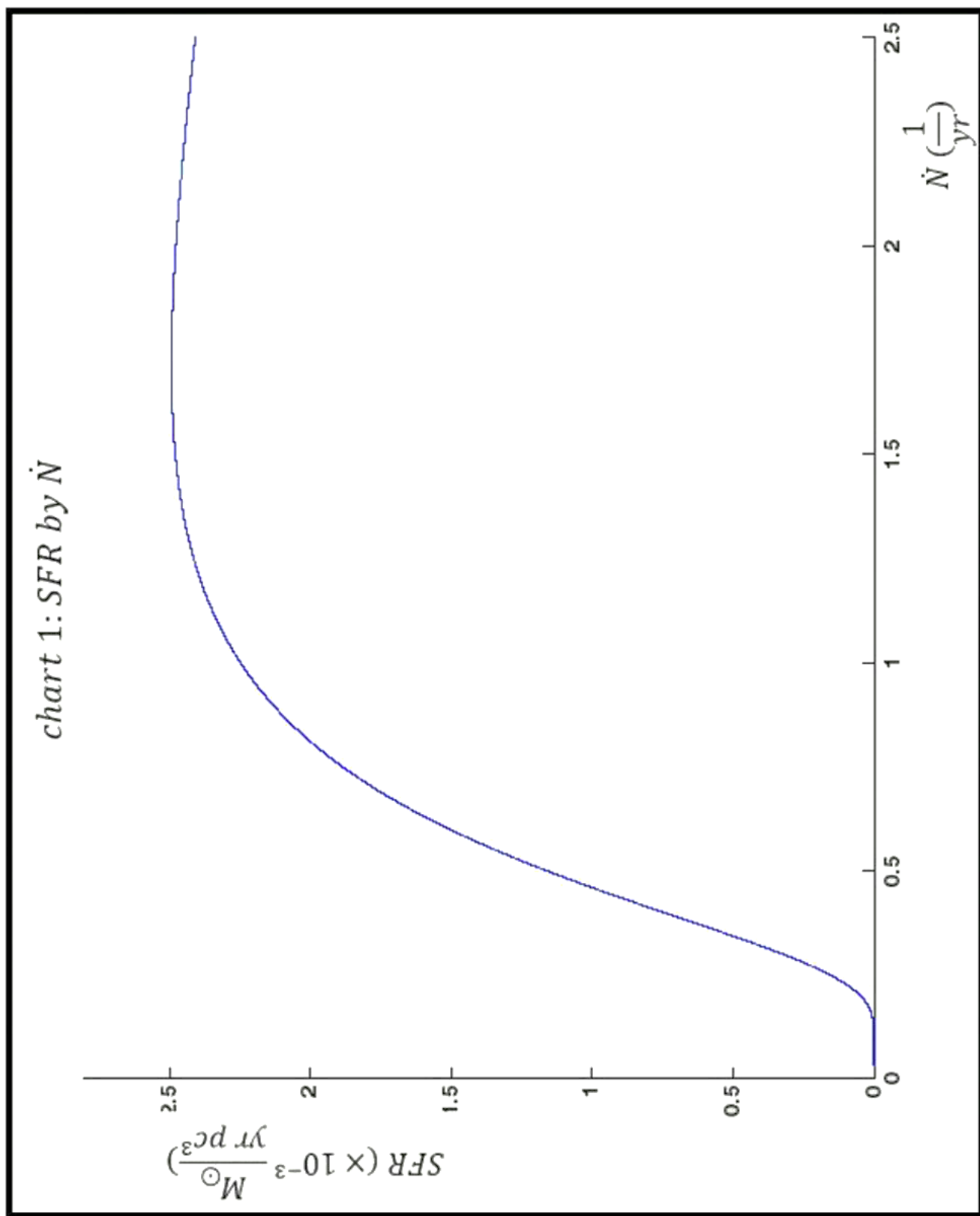
فرض کنید که جرم تمام ستاره‌های تولیدشده با هم برابر باشد و رابطه جرم-درخشندگی $L \propto M^3$ است.

(۱۲) فاصله خوشه کروی از زمین را محاسبه کنید.

جدول ۲: قدر ظاهری بولومتریکی خوشه کروی برحسب زمان

t (Myr)	m
0	6.20
0.1	5.97
0.2	5.78
0.3	5.62
0.4	5.49
0.5	5.36
0.6	5.25
0.7	5.15
0.8	5.06
0.9	4.97

¹Star Formation Rate



شکل ۲: نمودار SFR بر حسب $\dot{N}$

• پیوست (صفحه الف)

روابط برازش خط راست

$$y = A + Bx$$

$$d_i = y_i - (A + Bx_i)$$

$$B = \frac{\sum_{i=1}^N y_i (x_i - \bar{x})}{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

$$A = \bar{y} - B\bar{x}$$

$$(\Delta B)^2 = \frac{1}{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \frac{\sum_{i=1}^N d_i^2}{N-2}$$

$$(\Delta A)^2 = \left(\frac{1}{N} + \frac{\bar{x}^2}{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \right) \frac{\sum_{i=1}^N d_i^2}{N-2}$$

$$y = Bx$$

$$B = \frac{\sum_{i=1}^N x_i y_i}{\sum_{i=1}^N x_i^2}$$

$$(\Delta B)^2 = \frac{1}{\sum_{i=1}^N x_i^2} \frac{\sum_{i=1}^N d_i^2}{N-1}$$

• پیوست (صفحه ب)

تعداد روز ماه های میلادی

تعداد روزها	ماه های میلادی
31	Jan
28/29	Feb
31	Mar
30	Apr
31	May
30	Jun
31	Jul
31	Aug
30	Sep
31	Oct
30	Nov
31	Dec

بخش سوم:

آزمون‌های رصد



آزمون پایان دوره رصد با چشم غیرمسلح

مدت آزمون : ۹۰ دقیقه

تاریخ آزمون ۹۵/۶/۱۰

۱- در امتحان رصد یازدهمین دوره‌ی تابستانی المپیاد نجوم و اخترفیزیک، یکی از دانش‌پژوهان در بخش اسکچ پاسخنامه‌ی نشان داده شده در شکل ۱ را تحویل داده است. با توجه به این شکل به سوالات مطرح شده پاسخ دهید.

الف) آیا در میان صور فلکی نشان داده شده، صورت فلکی(ها) ای وجود دارد که به درستی نشان داده شده باشد؟ اگر بله، نام ببرید.

ب) حال در میان صور فلکی ای که به اشتباه مشخص شده‌اند، آیا ستاره(ها) ای وجود دارد که در واقعیت نیز متعلق به همان صورت فلکی ای باشد که در شکل ۱ به آن نسبت داده شده است؟ اگر بله، آن ستاره(ها) را با علامت O در شکل مشخص کنید.

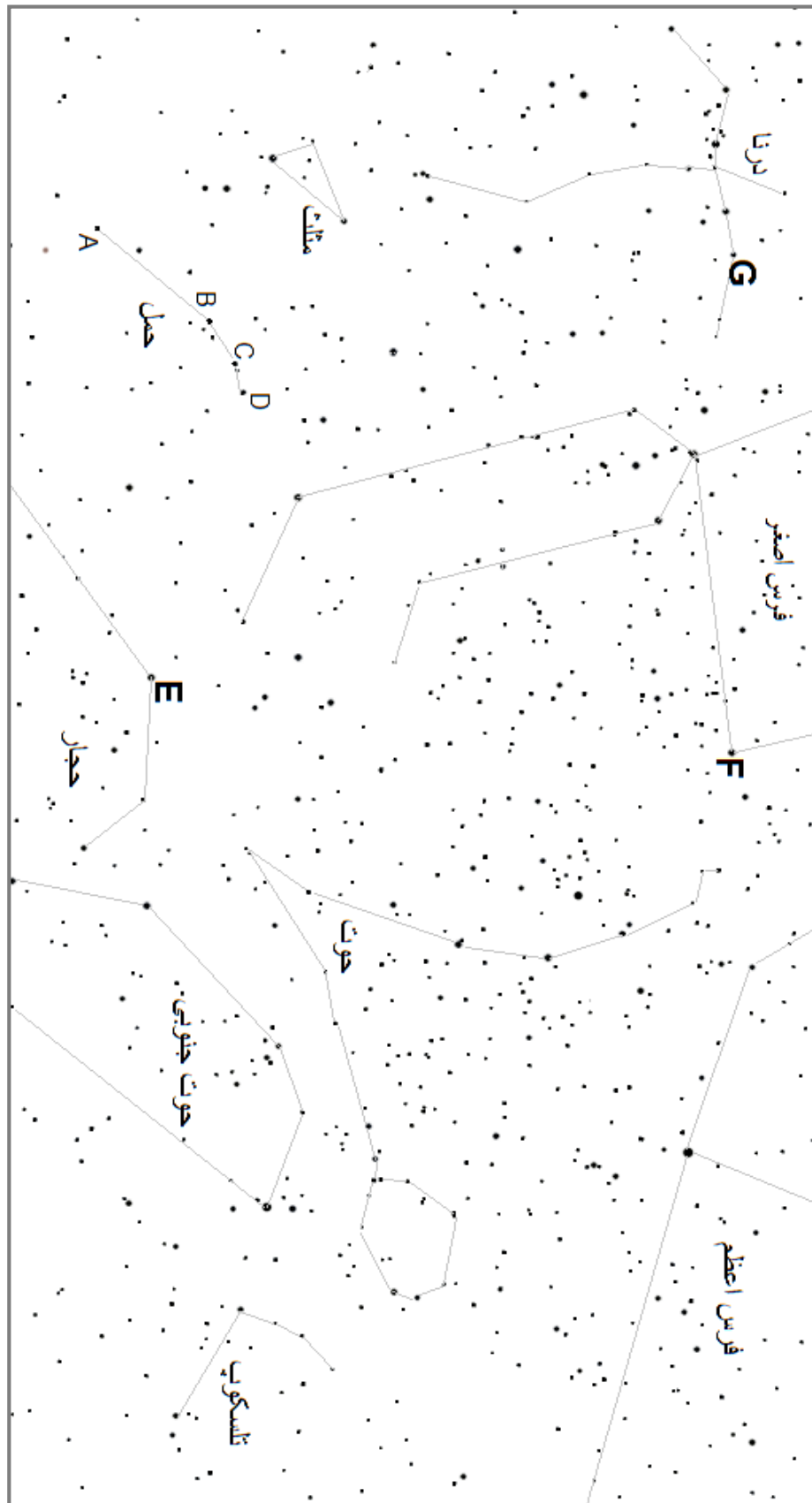
پ) در صورت فلکی "حمل" نشان داده شده در شکل ۱، چهار ستاره‌ی مشخص شده را بر اساس روش بایر نامگذاری کرده و در جدول زیر بنویسید. (حروف الفبای یونانی: $\alpha, \beta, \gamma, \delta$)

	A
	B
	C
	D

ت) میل ستاره‌های E، F و G که در شکل ۱ نشان داده شده‌اند را اندازه‌گیری کرده و برحسب زاویه در جدول زیر بنویسید.

	E
	F
	G

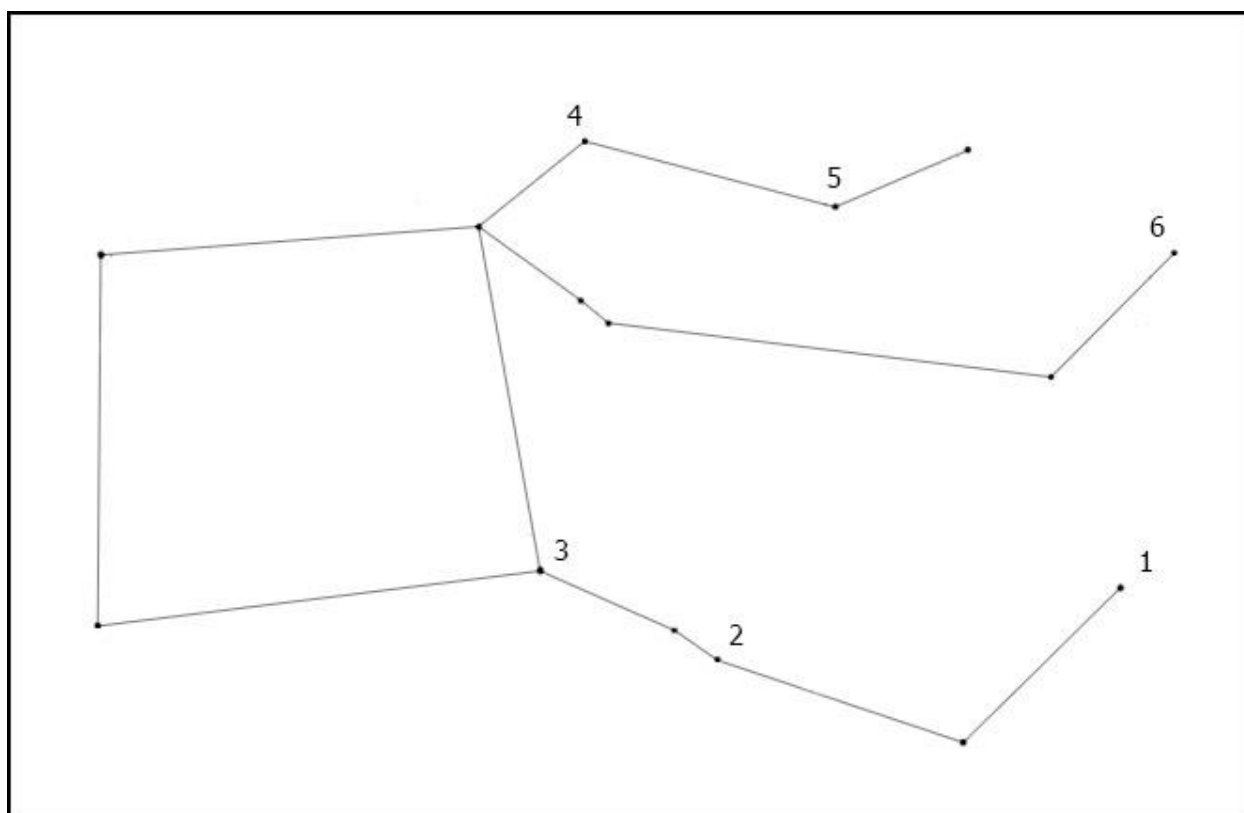
ث) در هر یک از صورت‌های فلکی درنا، حوت، حوت جنوبی و فرس اصغر نشان داده شده در شکل ۱، نام مستعار یک ستاره را به دلخواه خود با مشخص کردن آن ستاره بنویسید. (نوشتن اسم بیش از یک ستاره در هر صورت فلکی نمره‌ی منفی خواهد داشت.)



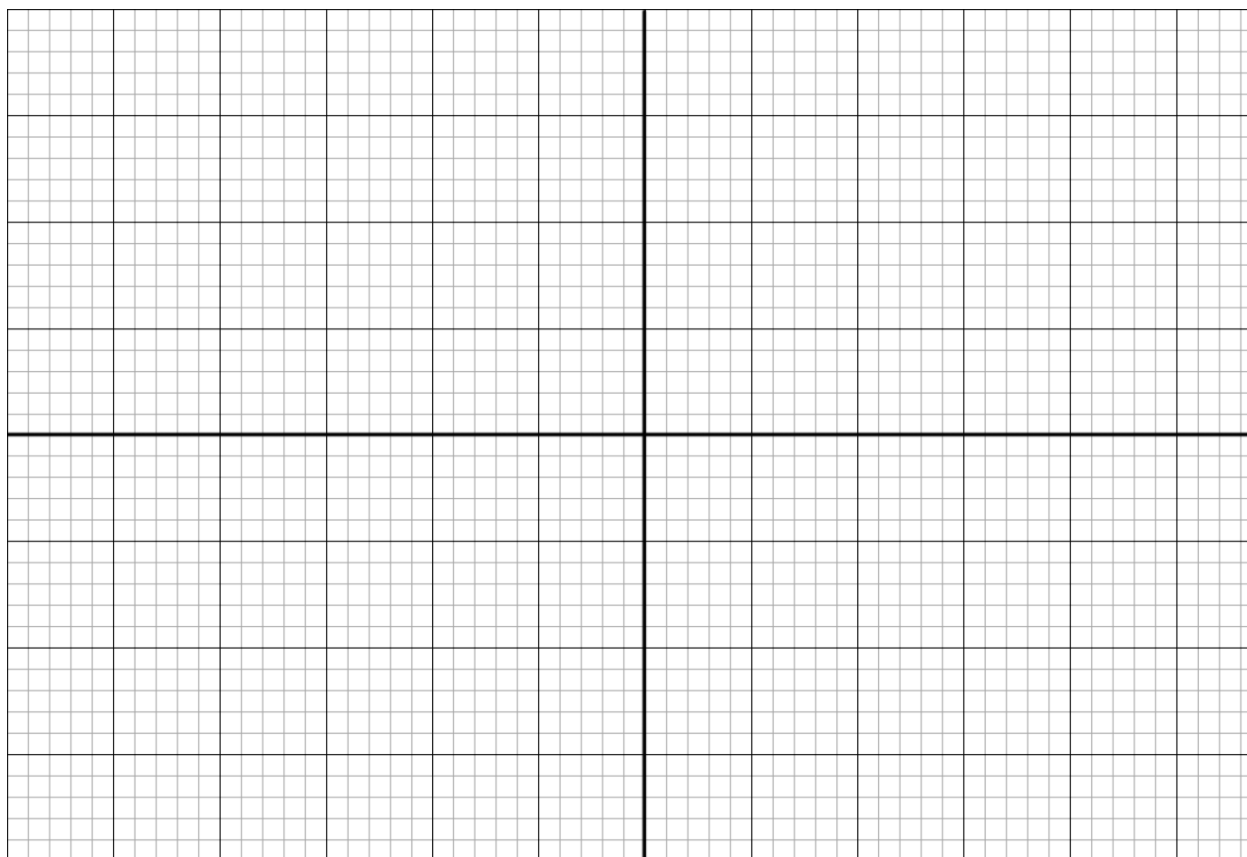
۲- نقشه‌ی یک، ستارگان صورت فلکی فرس اعظم را نشان می‌دهد.

الف) ستارگانی را که با شماره مشخص شده اند در صفحه‌ی شطرنجی که محور افقی آن میل و محور عمودی آن قدر ظاهری است، با ذکر شماره رسم کنید.

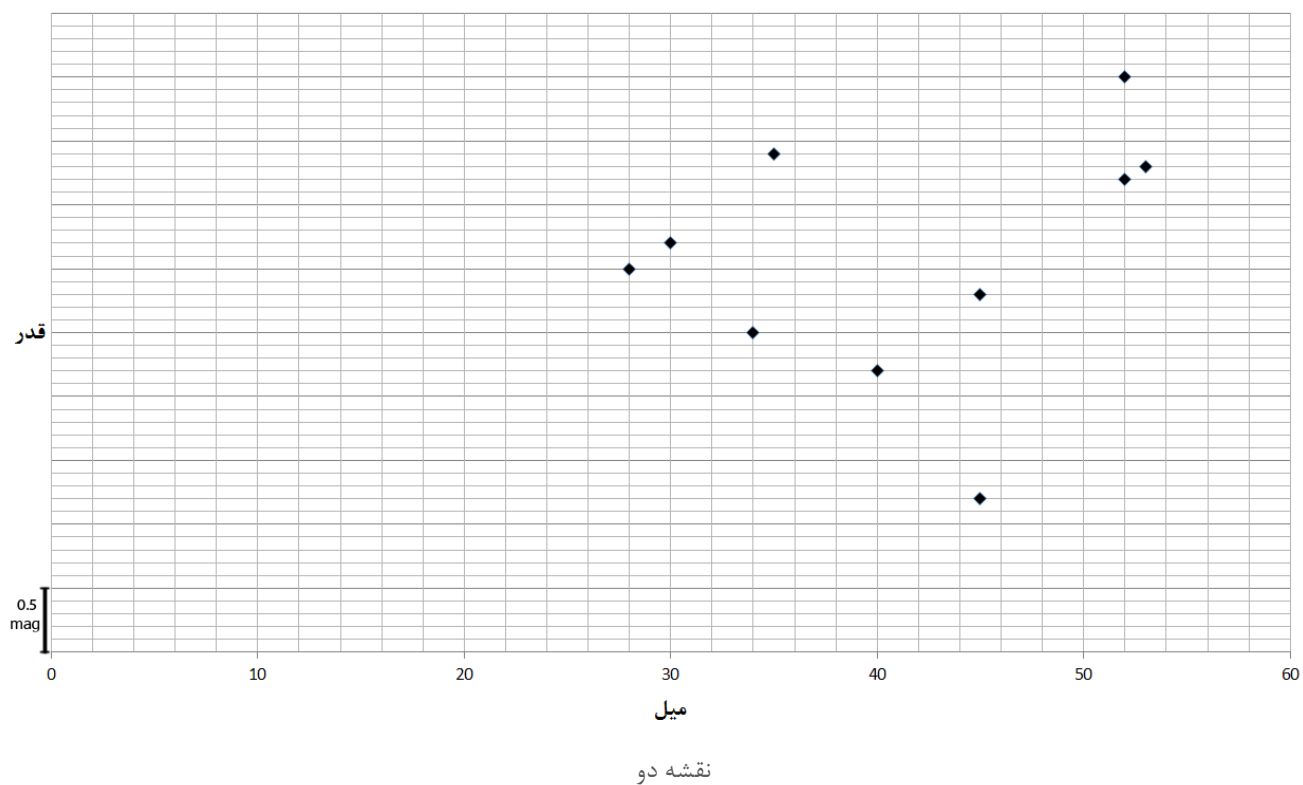
تذکر: مقیاس محورها را با ذکر واحد مشخص کنید. (اعداد قدر ظاهری اهمیتی ندارد و کفایت قدر ظاهری ستارگان به صورت نسبی مشخص شود)



نقشه‌ی یک



ب) نام صورت فلکی مربوط به نقشه ی دو که محور افقی آن میل و محور عمودی آن قدر ظاهری است و همچنین شامل ستارگان اصلی آن صورت فلکی می باشد را بنویسید.



۳- تصویر زیر در دسته بندی تصاویر نجومی در دسته ی "رد ستارگان" (star trails) قرار می گیرد. این نوع تصاویر با استفاده از تکنیک های عکاسی و استفاده از نرم افزارهای پردازش تصویر ساخته می شوند. با توجه به این تصویر که به صورت نگاتیو ثبت شده است، به سوالات زیر پاسخ دهید.

الف) قطب های سیستم های مختصات سماوی که در عکس حضور دارند نام ببرید.

ب) نام ۵ ستاره ای که در نقشه هستند را بنویسید و مسیرشان را مشخص کنید.

ج) مساحت جاروب شده توسط دایره البروج در طول مدت عکاسی را در شکل هاشور بزنید.



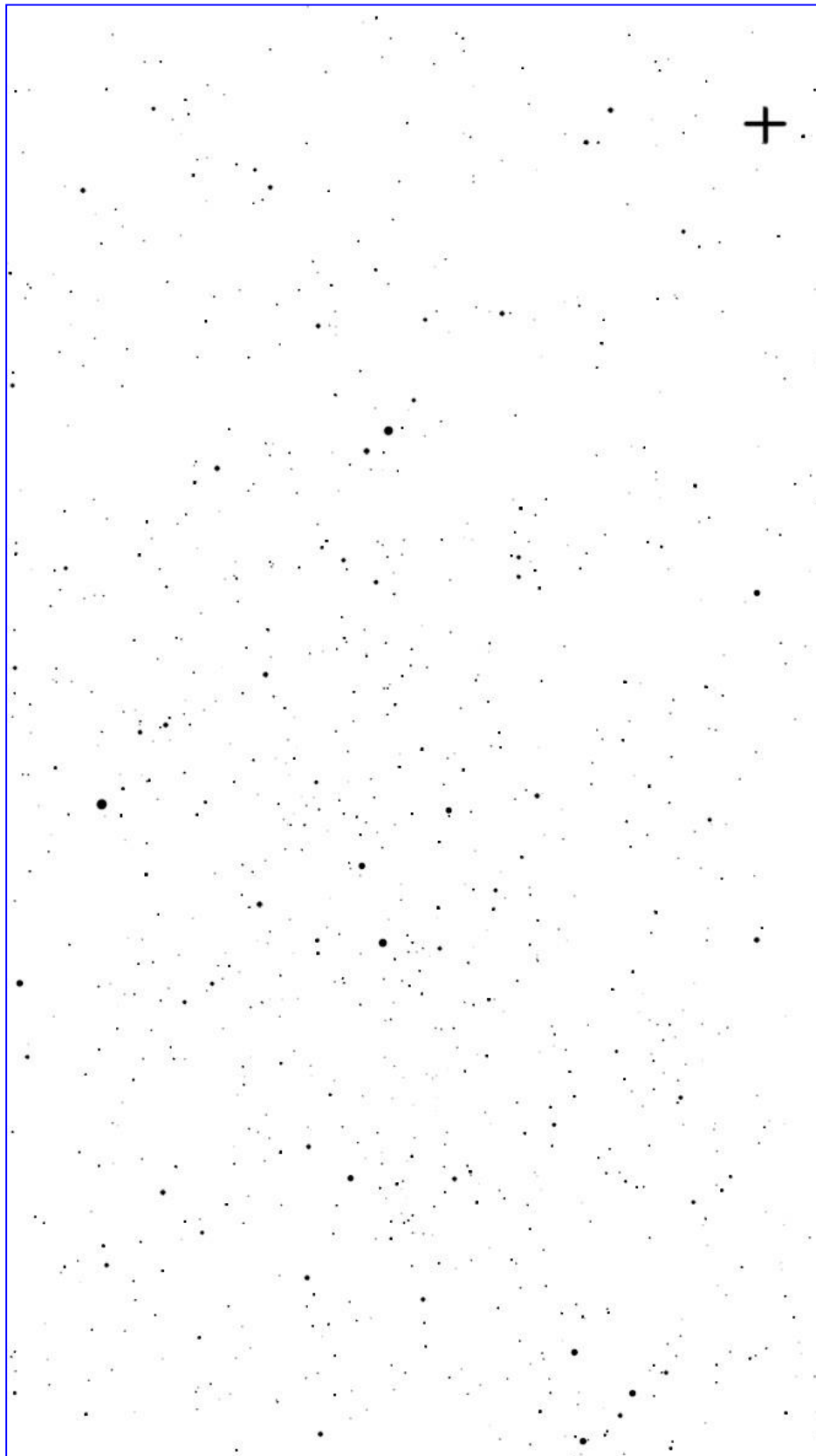
۴- جدول زیر میل تعدادی از ستاره ها را در سیاره ی ایکس، که در مداری هم صفحه با دایره البروج به دور خورشید می گردد نمایش می دهد.

میل در سیاره ایکس	نام ستاره
$40^{\circ}36'$	بتا-ذات الکرسی
$63^{\circ}20'$	بتا-دجاجة
$57^{\circ}02'$	دلّتا-عقاب
$47^{\circ}13'$	آلفا-قیفاووس
$49^{\circ}46'$	آلفا-شلیاق

الف) قطب شمال سماوی برای ناظران حاضر در این سیاره را بر روی نقشه ی زیر علامت بزنید.

ب) انحراف محوری این سیاره (که برای زمین 23.5 درجه است) چقدر است؟

ج) علامت + در نقشه، نقطه‌ی مقابل خورشید در کره ی آسمان سیاره ی ایکس را نشان می دهد. هم اکنون طول سماوی خورشید از دید ناظران زمینی 160 است. زاویه ی جدایی زمین و سیاره ی ایکس از دید ناظران خورشیدی چقدر است؟



آزمون پایان دوره رصد مسلح

مدت آزمون : ۲۳ دقیقه

تاریخ آزمون : ۹۵/۶/۱۳

ایستگاه اول (مدت زمان : ۸ دقیقه)

اجرام زیر را در مرکز میدان دید چشمی تلسکوپ قرار دهید و برای تایید به ناظر نشان دهید. به صورت فلکی ای که هر جرم در آن قرار دارد اشاره شده است. پیچ های تلسکوپ باید کاملاً سفت شوند.

نام جرم	تایید ناظر (اولین اقدام) نمره کامل	تایید ناظر (دومین اقدام) ۸۰٪ نمره کامل	تایید ناظر (سومین اقدام) ۵۰٪ نمره کامل
M15 فرس اعظم	محل امضاء	محل امضاء	محل امضاء
M76 برسایش	محل امضاء	محل امضاء	محل امضاء
56 And آندرومدا	محل امضاء	محل امضاء	محل امضاء
NGC 6940 دجاجة	محل امضاء	محل امضاء	محل امضاء

بخش امتیازی : تنها افرادی می توانند این بخش را انجام دهند که تمامی اجرام قسمت قبل را ناظر تایید کرده باشد.

نام جرم	تایید ناظر (اولین اقدام) نمره کامل	تایید ناظر (دومین اقدام) ۸۰٪ نمره کامل	تایید ناظر (سومین اقدام) ۵۰٪ نمره کامل
16 Vul روباهک	محل امضاء	محل امضاء	محل امضاء

ایستگاه دوم (مدت زمان : ۸ دقیقه)

بخش اول) در منطقه‌ای از آسمان که در نقشه‌ی (۱) با علامت  مشخص شده است، تعدادی ستاره وجود دارد که صورتواره مرغ فردوس نام دارد.

الف) با توجه به نقشه (۱) و (۲)، صورتواره مرغ فردوس را در مرکز چشمی تلسکوپ قرار دهید و پس از سفت کردن پیچ‌های تلسکوپ آن را جهت تایید به ناظر نشان دهید. (دقت کنید اندازه‌ی ستاره‌های این صورتواره در نقشه‌ها تغییر داده شده‌است)

تأیید ناظر
محل امضاء

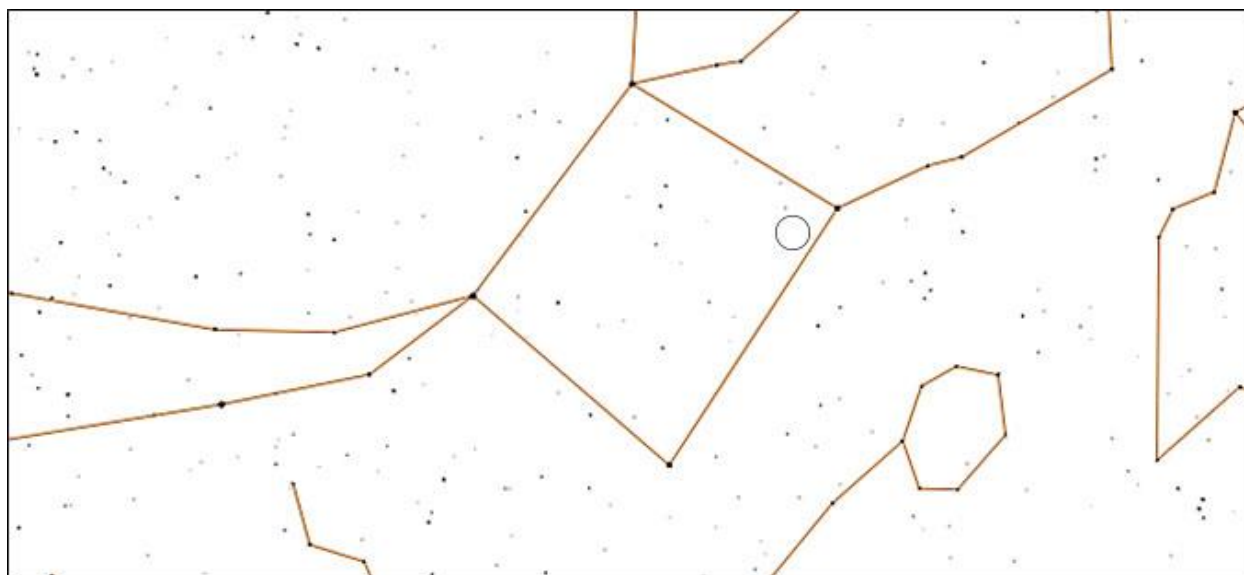
ب) در نقشه‌ی (۳)، این صورتواره از داخل میدان دید تلسکوپ نشان داده شده است. جهت‌های اصلی و ستاره با میل کمتر از بین ستارگان این صورتواره را در این نقشه مشخص کنید.

ج) در نقشه‌ی (۴) فاصله زاویه‌ای برخی ستارگان صورتواره مرغ فردوس نشان داده شده‌است. میدان دید تلسکوپ (FOV) را برحسب واحدهای مورد نظر مسئله تخمین بزنید.

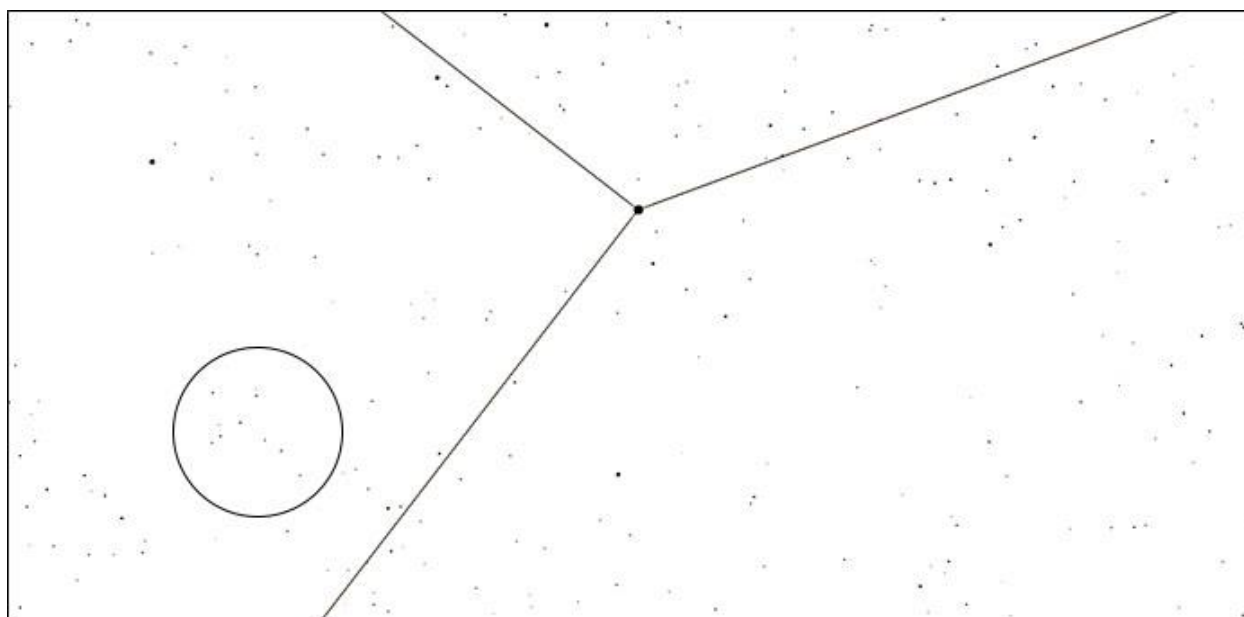
$$\text{FOV} = \boxed{}$$

د) قدر چند ستاره از صورتواره مرغ فردوس در نقشه (۵) آمده‌است. قدر ستارگان A و B را تخمین بزنید.

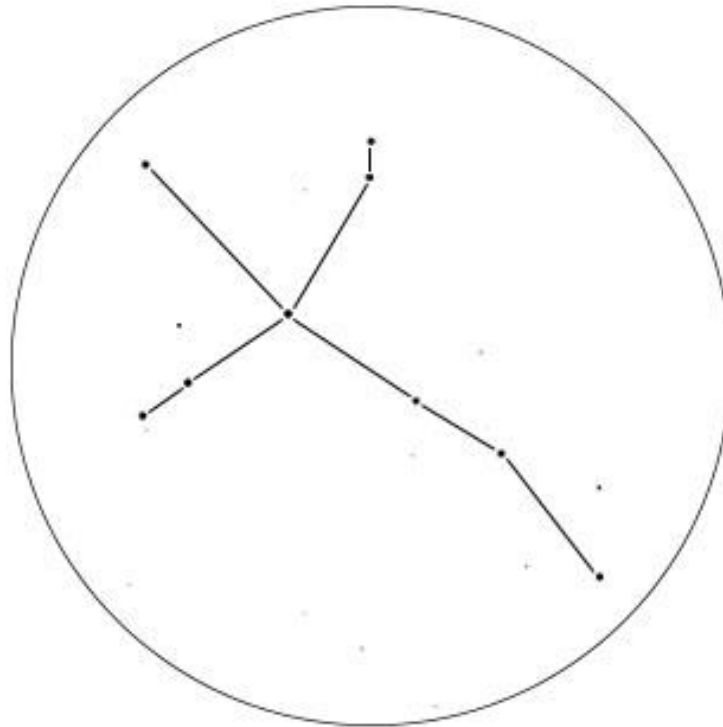
	ستاره‌ی A
	ستاره‌ی B



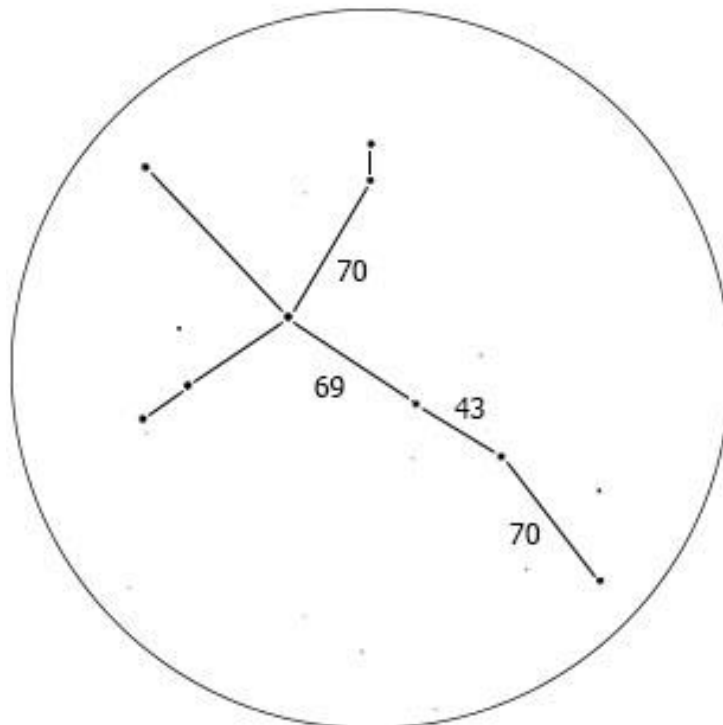
نقشه (۱)



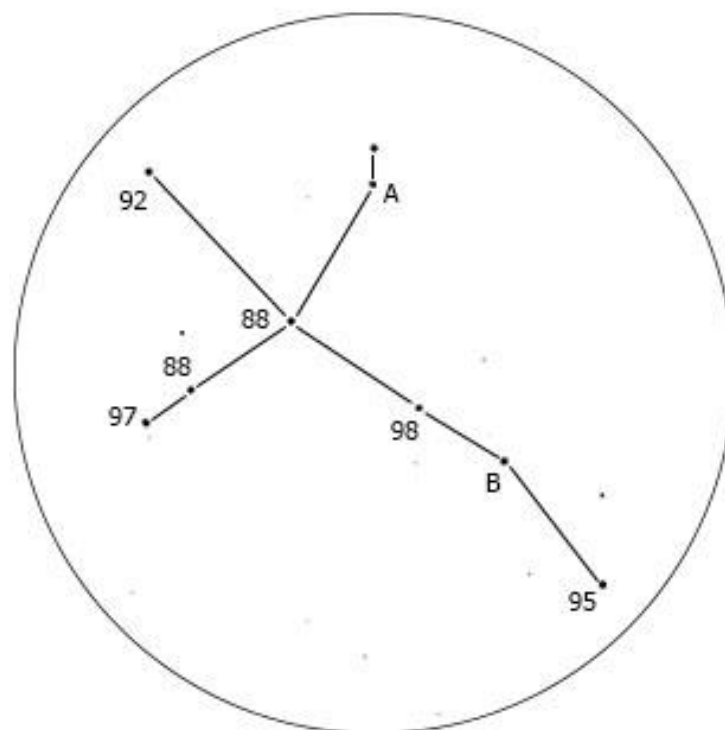
نقشه (۲)



نقشه (۳)



نقشه (۴)

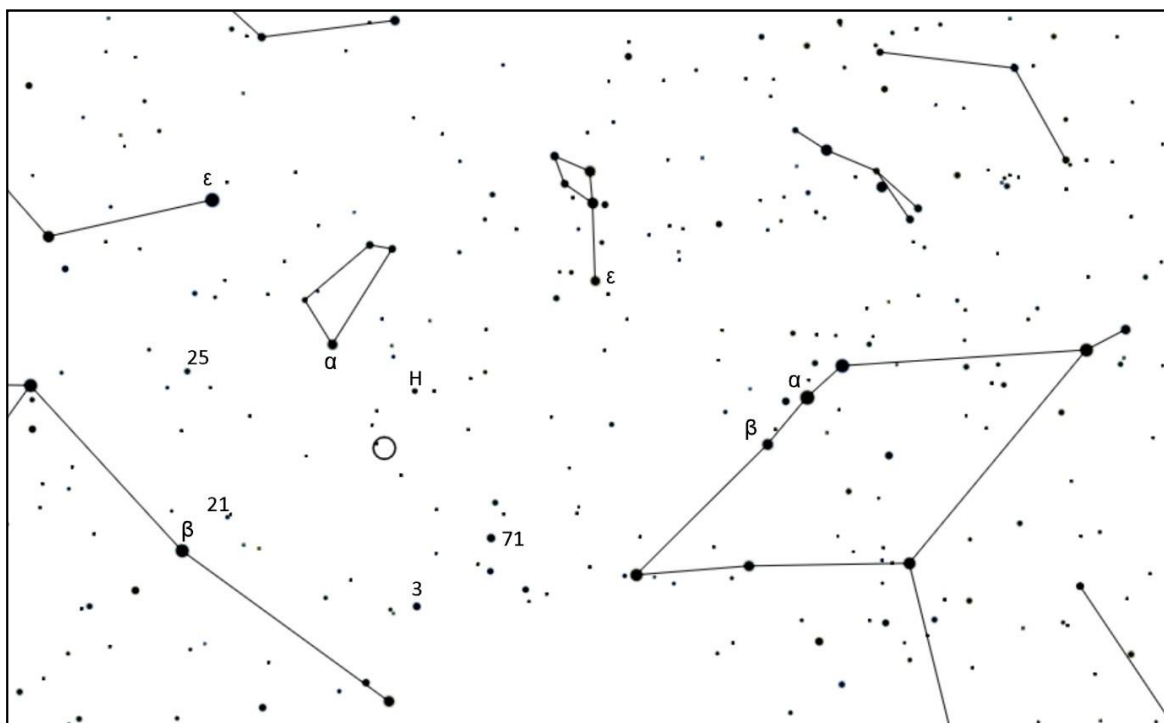


نقشه (۵)

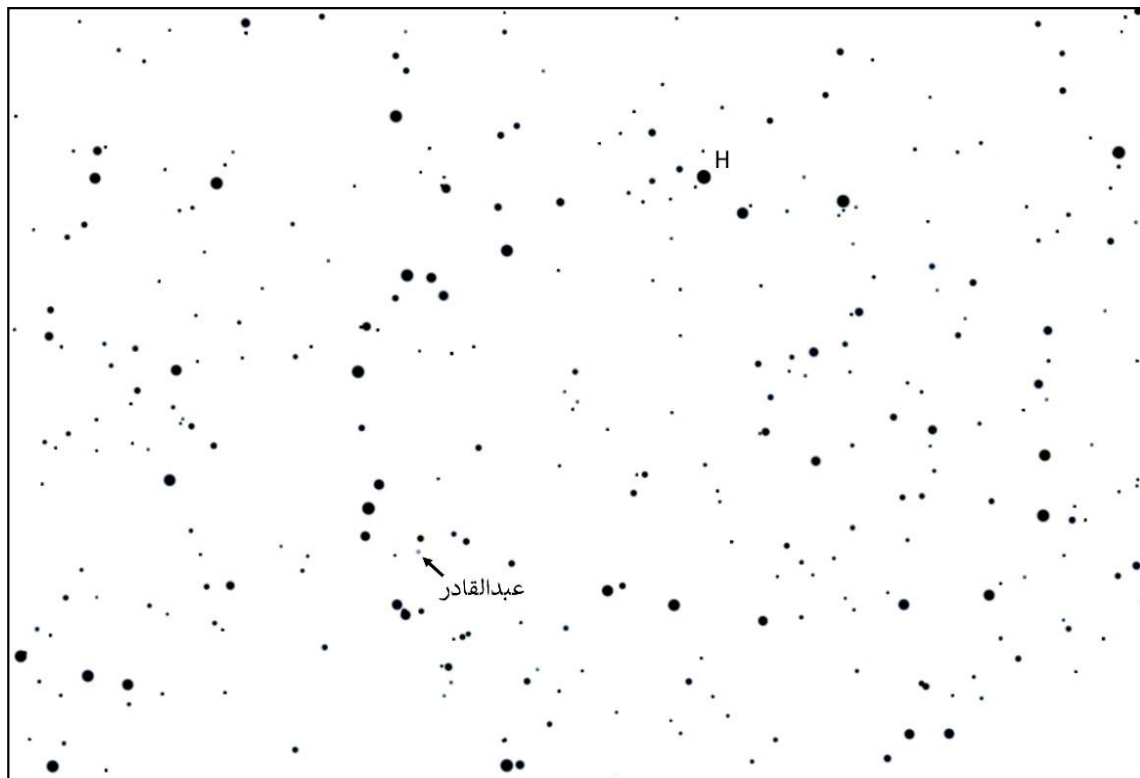
بخش دوم) با توجه به نقشه‌ی آسمان، سیارک عبدالقادر را پس از قرار دادن در مرکز میدان دید چشمی تلسکوپ، برای تأیید به ناظر نشان دهید. باید پیچ‌های تلسکوپ کاملاً سفت شود.

نقشه‌ی (۱) نمای کلی از محل سیارک عبدالقادر را در آسمان نشان می‌دهد و نقشه‌های (۲) و (۳) محل  را با جزئیات بیشتری نشان می‌دهد.

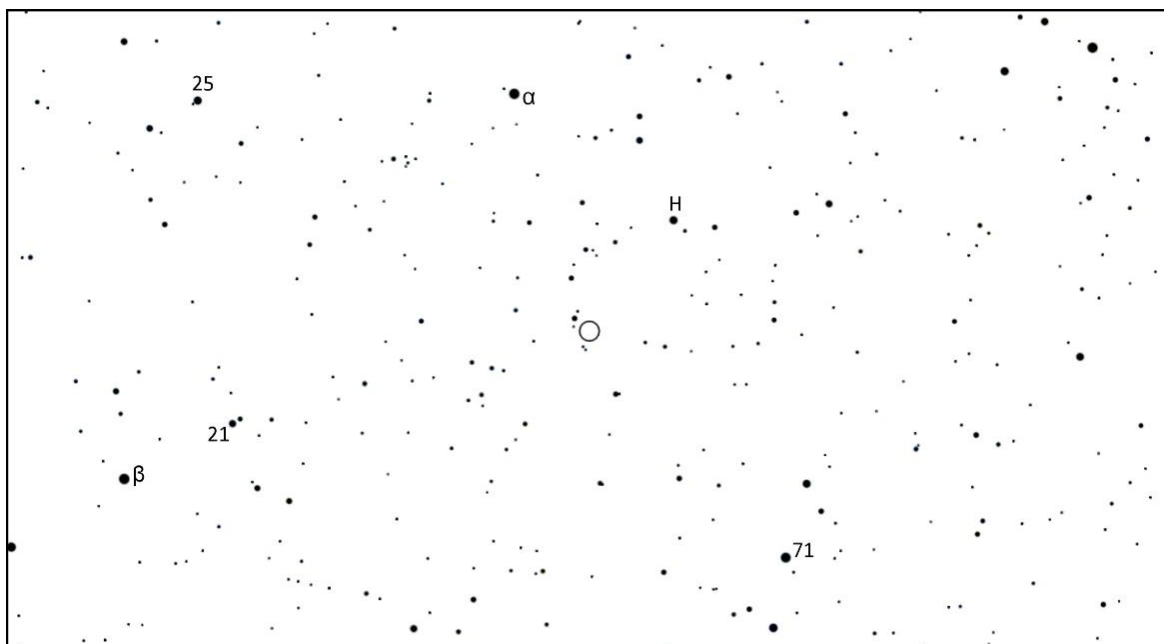
نام جرم	تایید ناظر (اولین اقدام) نمره کامل	تایید ناظر (دومین اقدام) ۸۰٪ نمره کامل	تایید ناظر (سومین اقدام) ۵۰٪ نمره کامل
سیارک عبدالقادر	محل امضاء	محل امضاء	محل امضاء



نقشه‌ی (۱)



نقشه‌ی (۲)



نقشه‌ی (۳)

ایستگاه سوم (مدت زمان : ۷ دقیقه)

الف) در مقابل شما تلسکوپی قرار دارد که جهت آن تقریباً در راستای شمال قرار دارد و بر روی آن، فایندر نصب شده است. با استفاده از پولارسکوپ (polar scope) تلسکوپ خود را قطبی کنید و سپس برای تأیید، آن را به ناظر ایستگاه خود نشان دهید.

تأیید ناظر
محل امضاء

ب) مختصات ستاره *Er Rai* در زیر به شما داده شده است. با استفاده از طوقه های تلسکوپ، بعد و میل ستاره خواسته شده را گزارش کنید.

ستاره	میل	بعد
<i>Er Rai</i>	$77^{\circ}43'$	23^h40^m
گاما-دلفین		