

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

# دومین رے تمرین ها

پایه دهم



12<sup>th</sup> IOAA team

I.R.IRAN

دوازدهمین تیم ایران در المپیاد جهانی

نجوم و اختر فیزیک

**سوال 1** ) شخصی قصد دارد از شهر A در استوا موشکی با سرعت 8 کیلومتر بر ثانیه و زاویه پرواز 30 درجه در جهت شمال پرتاب کند. میل شهر A از دید موشک در نقطه اوج چند درجه است؟

---

**سوال 2** ) در سال 1882 میلادی یک منجم اروپایی اندازه ظاهری یک سحابی کروی را برابر با 0.093 دقیقه قوس به دست آورد. امروزه دانشمندان سازمان فضایی ناسا اندازه ظاهری این سحابی را 0.1887 دقیقه قوس مشاهده میکنند.

الف) اگر زاویه اختلاف منظر این سحابی در طول این مدت تقریباً ثابت و برابر با 0.015 ثانیه قوس بوده باشد، سرعت خطی انبساط این سحابی چند متر بر ثانیه بوده است؟

ب) اگر این سحابی را با تقریب یک جسم سیاه کروی در نظر بگیریم که دمای سطحی تقریباً ثابت و برابر با 1500 کلوین دارد، قدر ظاهری این سحابی در سال 1960 چقدر بوده است؟

ج) اگر در محیط میان ستاره ای غبار ها و گازهایی داشته باشیم که باعث بشوند نور این سحابی دچار خاموشی ای برابر با یک قدر بر کیلوپارسک بشود، قدر ظاهری با در نظر گرفتن خاموشی در سال 1960 چقدر بوده است؟

د) حال فرض کنید که مقدار اختلاف منظر در سال 1882 برابر با همان 0.015 ثانیه قوس بوده است ولی این مقدار در طول زمان تغییر کرده باشد؛ به گونه ای که مقدار انتقال به سرخ این سحابی در طول زمان ثابت و برابر با 0.00076 بوده باشد. اکنون با استفاده از اطلاعات این قسمت، بخش "ج" را دوباره حل کنید.

ه) در طول این مدت، حرکت خاصی این سحابی به طور میانگین برابر با 3.12 ثانیه قوس بر سال بوده است. محاسبه کنید که از سال 1882 تا کنون، این سحابی چند پارسک از مکان اولیه ی خود فاصله گرفته است.

**سوال 3** سیاره ای را در نظر بگیرید که در مداری با انرژی کل منفی به دور خورشید در گردش است. سرعت این سیاره در حضيض برابر با  $28.5$  کیلومتر بر ثانیه و در اوج حدود  $3.17$  کیلومتر بر ثانیه اندازه گیری شده است.

الف) دوره تناوب، نیم قطر اطول، اندازه ی تکانه زاویه ای واحد جرم و خروج از مرکز مدار این سیاره را بیابید.

ب) چند روز طول میکشد تا این سیاره از سر نیم قطر اقصر به نقطه ی اوج رفته و از آنجا به حضيض بیاید؟

ج) فرض کنید در فواصل بسیار دوردست سیارکی وجود دارد که مستقیماً در حال سقوط به روی خورشید است و جرمی در حدود یک سوم جرم سیاره را دارد. مسیر حرکت این سیارک یک خط صاف میباشد. درست در لحظه ای که سیاره در حضيض مداری اش قرار دارد، سیارک با آن برخورد میکند به طوری که سیارک به سیاره می چسبد؛ آن دو باهم ترکیب شده و یک سیاره ی جدید با مداری جدید را تشکیل میدهند.

نیم قطر اطول و فاصله ی حضيض مدار جدید را بیابید.

---

**سوال 4** ناظری را در نظر بگیرید که در شهری با عرض جغرافیایی  $45$  درجه به بررسی ماهواره ها میپردازد. وی میخواهد ماهواره ای را بررسی کند که مداری دایروی و منطبق با صفحه ی استوا دارد و دوره تناوب اش برابر با  $8$  ساعت است.

الف) کمترین و بیشترین میل ماهواره از دید ناظر چقدر است؟

ب) از لحظه ی طلوع تا غروب این ماهواره از دید ناظر چقدر طول میکشد؟

ج) حداکثر شعاع مداری این ماهواره چقدر باشد تا هیچوقت از دید این ناظر طلوع نکند؟

---

**سوال 5** احمد، ناظری است که در شهر تهران با عرض جغرافیایی  $36$  در حال رصد کردن آسمان است.

فرض کنید به دور احمد درخت هایی هم ارتفاع به صورت دایره قرار گرفته شده به گونه ای که احمد در مرکز این دایره قرار گرفته است (فرض کنید نحوه قرار گرفتن درخت ها به گونه ای است که میان آن ها فضای خالی وجود ندارد). ارتفاع درخت ها  $5$  متر و فاصله احمد تا هر درخت  $10$  متر است.

احمد علاقه مند به بررسی کم ارتفاع ترین ستارگانی است که مشاهده می کند. فرض کنید ساعت در حال حاضر 20 است.

(الف) این ارتفاع کمینه چه مقدار است؟

(ب) کمینه و بیشینه میل ستارگانی که این ارتفاع را دارند چقدر است؟ (فرض کنید به ستاره ای که میل بیشینه دارد A و به ستاره ای که میل کمینه دارد B می گوئیم)

(پ) ستاره های A و B چه ساعتی غروب می کنند؟ (منظور از غروب در این قسمت و قسمت های بعدی، غروب از افق واقعی است، نه ظاهری)

بخش امتیازی:

حال فرض کنید ستاره C را ستاره ای تعریف کنیم که در دسته ستارگانی که در حال بررسی است، از همه زود تر غروب کند.

(ت) میل ستاره C چقدر است؟

(ث) این ستاره در چه ساعتی غروب می کند؟

---

**سوال 6** ) با استفاده از رابطه تعادل هیدرواستاتیک و فشار گاز کامل، موارد خواسته شده را اثبات کنید.

(الف)  $P \propto \frac{M^2}{R^4}$  (ب)  $T \propto \frac{M}{R}$  (ج) اگر  $L \propto M^3$  باشد، رابطه ی عمر ستاره با جرمش را به دست آورید.

(د) اگر 70 درصد جرم یک ستاره از هیدروژن، 27 درصد از هلیوم و 3 درصد از کربن تشکیل شده باشد و همه

ی اتم های آن کاملاً یونیده باشند، جرم میانگین ذرات تشکیل دهنده ی ستاره را به دست آورید.

(ه) جرم کل این ستاره دوبرابر جرم خورشید و دمای سطح آن 10000 کلوین است و چگالی یکنواختی دارد. با

استفاده از معادله ی تعادل هیدرواستاتیک و مقداری که در قسمت قبل محاسبه کردید، به دست آورید که دمای

مرکز این ستاره چند برابر دمای سطح آن است؟