

فیزیک مکانیک

حل تمرین فصل اول

حسین شناور

گروه فیزیک، دانشکده علوم



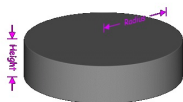
دانشگاه هرمزگان

- این مجموعه درس در ایام همه گیری کرونا در تابستان و پاییز سال ۱۳۹۹ و با سرعتی بیش از حد معمول تهیه شده است؛ بنابراین، امکان وجود اشتباهات در این ارائه وجود دارد.
 - خواهشمندم هرگونه اشتباه نوشتاری، مفهومی و یا محاسباتی را به آدرس ایمیل من ارسال کنید تا در ویرایش های بعدی تصحیحات لازم اعمال شوند:
- h.shenavar@gmail.com
- از همکاران محترم در دانشگاه صنعتی قوچان که، با تلاش بسیار، امکان ارائه آنلاین این مجموعه درس را فراهم آورده اند، سپاسگزارم.

حل تمرین فصل اول ۱

تمرین

یکایها:



جرم کهکشان راه شیری، که یک کهکشان دیسکی (قرصی) است، تقریباً 10^{11} برابر جرم خورشید، شعاع آن تقریباً 10 کیلوپارسک، و ضخامت آن تقریباً یک کیلوپارسک است. جرم خورشید برابر $M_{\odot}$ $2 \times 10^{30} \text{ kg}$ و هر کیلوپارسک برابر $1 \text{ kpc} = 3.1 \times 10^{19} \text{ m}$ می باشد. فرض کنید که ستاره ها به صورت همگن در دیسک کهکشان پخش شده اند. چگالی قرص کهکشان را بر حسب kg/m^3 بیابید. پاسخ: جرم کهکشان برابر است با:

$$M_{MW} = N M_{\odot} = 10^{11} \times 2 \times 10^{30} \text{ kg} = 2 \times 10^{41} \text{ kg}$$

شعاع کهکشان:

$$R_{MW} = 10 \text{ kpc} = 10 \times 3.1 \times 10^{19} \text{ m} = 3.1 \times 10^{20} \text{ m}$$

ضخامت کهکشان:

$$H_{MW} = 1 \text{ kpc} = 1 \times 3.1 \times 10^{19} \text{ m} = 3.1 \times 10^{19} \text{ m}$$

بنابراین، چگالی متوسط کهکشان راه شیری برابر است با:

$$\begin{aligned} \rho_{MW} &= \frac{M_{MW}}{\pi R_{MW}^2 H_{MW}} \\ &= \frac{2 \times 10^{41} \text{ kg}}{3.14 \times (3.1 \times 10^{20})^2 \text{ m}^2 \times 3.1 \times 10^{19} \text{ m}} = \frac{2}{3.14 \times 3.1^3} \frac{10^{41} \text{ kg}}{10^{59} \text{ m}^3} \\ &= 2 \times 10^{-20} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \end{aligned}$$

ویکی

تمرین

یکایها:

کهکشان کروی مقابل، جرمی تقریباً برابر با 10^{10} برابر جرم خورشید دارد و شعاع آن تقریباً ۵ کیلوپارسک است. جرم خورشید برابر $2 \times 10^{30} \text{ kg}$ و $M_{\odot} = 2 \times 10^{30} \text{ kg}$ و هر کیلوپارسک برابر $3.1 \times 10^{19} \text{ m}$ می باشد. چگالی این کهکشان را بر حسب kg/m^3 بیابید. جرم این کهکشان برابر است با:

$$M_G = N M_{\odot} = 10^{10} \times 2 \times 10^{30} \text{ kg} = 2 \times 10^{40} \text{ kg}$$

شعاع کهکشان:

$$R_G = 5 \text{ kpc} = 5 \times 3.1 \times 10^{19} \text{ m} = 1.5 \times 10^{20} \text{ m}$$

چگالی این کهکشان

$$\begin{aligned} \rho_G &= \frac{M_G}{\frac{4}{3} \pi R_G^3} = \frac{2 \times 10^{40} \text{ kg}}{\frac{4}{3} \pi (1.5 \times 10^{20} \text{ m})^3} \\ &= \frac{2}{\frac{4}{3} \pi \times 1.5^3} \times \frac{10^{40}}{10^{60}} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1.4 \times 10^{-21} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \end{aligned}$$



ویکی

تمرین

پکاها:

الف) فرض کنید که 10^{23} ستاره هم جرم خورشید در کیهان وجود دارد. جرم کل کیهان را بر حسب کیلوگرم بیابید.

پاسخ الف:

$$M = N M_{\odot} = 10^{23} \times 2 \times 10^{30} \text{ kg} = 2 \times 10^{53} \text{ kg}$$

ب) همچنین فرض کنید که کیهان کره ای به شعاع 3000 Mpc (مگا پارسک) می باشد. حجم کل کیهان را بر حسب m^3 بیابید.

پاسخ ب: شعاع کیهان برابر است با

$$R = 3000 \text{ Mpc} = 3000 \times 10^6 \times 3.08 \times 10^{16} \text{ m} = 9 \times 10^{25} \text{ m}$$

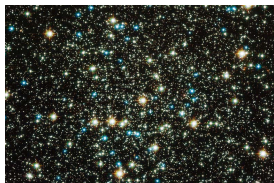
بنابراین، حجم کل کیهان برابر است با

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{4}{3} \pi (9 \times 10^{25} \text{ m})^3 = 3.3 \times 10^{78} \text{ m}^3$$

پ) چگالی این کره (کیهان) را بر حسب kg/m^3 بیابید.

پاسخ پ: چگالی کیهان:

$$\rho = \frac{M}{\frac{4}{3} \pi R^3} = \frac{2 \times 10^{53} \text{ kg}}{3.3 \times 10^{78} \text{ m}^3} = 6 \times 10^{-26} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$



new scientist

راهنمایی: جرم خورشید برابر $2 \times 10^{30} \text{ kg}$
و هر پارسک برابر $3.08 \times 10^{16} \text{ m}$ می باشد.

تمرین

یکاهها:

الف) سال نوری "فاصله" ای است که نور در مدت یک سال می پیماید. هر سال نوری چند متر است؟
 راهنمایی: سرعت نور برابر است با $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$.
 پاسخ الف:

$$ly = c \times year = 3 \times 10^8 \text{ m/s} \times 365/25 \times 24 \times 60 \times 60 \text{ s} = 9,461 \times 10^{15} \text{ m}$$

ب) فاصله خورشید تا مرکز کهکشان ۲۸۰۰۰ سال نوری است. این فاصله چند متر است؟
 پاسخ ب:

$$R = 28000 ly = 28000 \times 9,461 \times 10^{15} \text{ m} = 2,65 \times 10^{20} \text{ m}$$

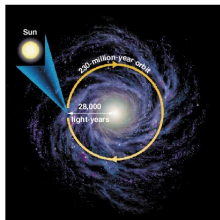
پ) اگر ۲۳۰ میلیون سال طول بکشد تا خورشید یکبار به دور کهکشان بچرخد سرعت حرکت خورشید به دور مرکز کهکشان چند متر بر ثانیه است؟ راهنمایی: $v = 2\pi r/T$.

$$v = \frac{2\pi R}{T} = \frac{2\pi \times 2,65 \times 10^{20} \text{ m}}{230 \times 10^6 \text{ year}} =$$

$$\frac{2\pi \times 2,65 \times 10^{20} \text{ m}}{230 \times 10^6 \times 365/25 \times 24 \times 60 \times 60 \text{ s}} = 2,3 \times 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

ت) شتاب حرکت خورشید به دور مرکز کهکشان را با استفاده از فرمول $a = v^2/r$ و بر حسب m/s^2 به دست آورید.

$$a = \frac{v^2}{R} = \frac{(2,3 \times 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2,65 \times 10^{20} \text{ m}} = 2 \times 10^{-10} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$



Copyright © Addison Wesley

نت

تمرین های تحلیل ابعادی

● تحلیل ابعادی: اگر یک ستاره به جرم M به شعاع

$$r = \sqrt[3]{GM/c^3}$$

برسد همیشه کرده و به یک سیاهچاله تبدیل می شود! در اینجا c سرعت نور است. اگر بُعد طول را با L ، بُعد زمان را با T ، و بُعد جرم را با M نشان دهیم، الف) بُعد c را بیابید. ب) بُعد G را بیابید.

● پاسخ الف: کمیت c از جنس سرعت است. بنابراین:

$$[c] = [v] = \frac{[x]}{[t]} = LT^{-1}$$

پاسخ ب:

$$r = \sqrt[3]{GM/c^3} \Rightarrow G = \frac{rc^3}{M}$$

$$[G] = \frac{[r][c]^3}{[M]} = \frac{L(LT^{-1})^3}{M} = L^3T^{-3}M^{-1}$$

● تحلیل ابعادی: در قانون کپلر که به صورت $\frac{R^3}{T^2} = CM$ نوشته می شود پارامتر T دوره زمانی حرکت سیاره، R فاصله سیاره تا خورشید و M جرم خورشید است. اگر بُعد طول را با L ، بُعد زمان را با T ، و بُعد جرم را با M نشان دهیم، بُعد C را بیابید.

پاسخ:

$$\frac{R^3}{T^2} = CM \Rightarrow C = \frac{R^3}{T^2 M}$$

$$[C] = \frac{[R]^3}{[T]^2 [M]} = \frac{L^3}{T^2 M} = L^3 T^{-2} M^{-1}$$

تمرین های تحلیل ابعادی

● تحلیل ابعادی: بنا به قانون هابل که به صورت $v = Hr$ نوشته می شود، سرعت کهکشان های بسیار دوردست (v) با فاصله ی آنها از ما (r) متناسب است. اگر بُعد طول را با L ، بُعد زمان را با T ، و بُعد جرم را با M ، نشان دهیم، الف) ابعاد سرعت (v) و فاصله (r) را بنویسید. ب) بعد ثابت H را بیابید.

پاسخ الف: بعد سرعت:

$$[v] = LT^{-1} \quad \text{and} \quad [r] = L$$

بعد ثابت هابل

$$[H] = \frac{[v]}{[r]} = \frac{LT^{-1}}{L} = T^{-1}$$

● تحلیل ابعادی: نیروی پسار D (نوعی نیرویی اصطکاکی) در سیالی که چگالی ρ دارد، به جسمی که با سرعت v و با مساحت مقطع A در سیال حرکت می کند برابر $D = \frac{1}{2}C\rho Av^2$ می باشد. در این رابطه C یک ضریب تناسب است. اگر بُعد طول را با L ، بُعد زمان را با T ، و بُعد جرم را با M ، نشان دهیم، بُعد C را بیابید. راهنمایی: در ابتدا بُعد نیرو D ، چگالی ρ ، سرعت v و مساحت A را بیابید.

● بعد نیرو: $[D] = [F] = [m] [a] = MLT^{-2}$

بعد چگالی: $[\rho] = \left[\frac{M}{V}\right] = \frac{M}{L^3}$

بعد سرعت: $[v] = LT^{-1}$

بعد مساحت: $[A] = [a] [b] = L^2$

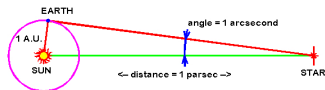
بعد ثابت مورد نظر:

$$D = \frac{1}{2}C\rho Av^2 \Rightarrow C = \frac{\frac{1}{2}D}{\rho Av^2}$$

$$[C] = \frac{[D]}{[\rho] [A] [v]^2} = \frac{1 \times MLT^{-2}}{\frac{M}{L^3} \times L^2 (LT^{-1})^2} = 1$$

بنابراین ثابت C بدون بعد است.

شناخت دقیق تر پارسک



شکل از ویکی .

الف) یک ثانیه قوسی را برحسب رادیان بیابید.
پاسخ الف:

$$1'' = \frac{1'}{60} = \frac{1}{60} \times \frac{1^\circ}{60}$$

$$= \frac{1}{3600} = \frac{1}{3600} \times \frac{\pi}{180} \text{ rad} = 4.85 \times 10^{-6} \text{ rad}$$

ب) در شکل مقابل، زاویه یک ثانیه قوسی $1''$ روبه رو به قطاعی به طول یک واحد نجومی AU را در نظر بگیرید. شعاع چنین دایره ای برابر یک پارسک است. با استفاده از رابطه $s = r\theta$ نشان دهید که

$$pc = 3.085677581 \times 10^{16} \text{ m}$$

پاسخ ب:

$$r = \frac{s}{\theta} = \frac{1 \text{ AU}}{1''} = \frac{1.49 \times 10^{11} \text{ m}}{4.85 \times 10^{-6} \text{ rad}} = 3.08 \times 10^{16} \text{ m}$$

پ) یک پارسک چند سال نوری است؟
پاسخ پ:

$$pc = 3.085677581 \times 10^{16} \text{ m}$$

$$= 3.085677581 \times 10^{16} \times \frac{1 \text{ ly}}{9.461 \times 10^{15}} = 3.26 \text{ ly}$$

با سیاست از توجه شما،
مراقب سلامت خود و اطرافیان خود
باشید.