مقدمهٔ ناشر

می و میخانه مست و می‌کشان مست
زمین مست و زمان مست، آسمان مست؛
نسیم از حلقهٔ زلف تو بگذشت
چمن شد مست و
باغ و
باغبان مست
تا زدم یک جرعه می از چشم مستت، تا گرفتم جام مدهوشی ز دستت
شد زمین مست،
آسمان مست، بلبلان نغمه‌خوان مست،
باغ مست و باغبان مست ...

«بیژن ترقی»

ممنون از مؤلفان جوان و خلاق این کتاب برای نوشتن کتابی شیرین و مهم
سپاس از دوستان گُلم در خیلی‌سبز به خاطر تولید این کتاب خوب.

با آرزوی روزهای بهتر
برای زمین و زمینیان!

مقدمهٔ مؤلفان

به نام خالق زمین

زمین، مجهزترین و بزرگ‌ترین سفینهٔ فضایی هستی است که میلیاردها مسافرش را رایگان به سفر آفاق می‌بَرد و بزرگ‌ترین گاوصندوق بانک جهانی است که سنگ‌های قیمتی و ذخایر خود را در دل سخت کوه‌ها پس‌انداز کرده است.

زمین، سیاره‌ای است که جز محبت، سوختی ندارد و تنها در مدار عشق طواف می‌کند و بی‌هیچ خستگی، از کار شبانه‌روزی خود، لحظه‌ای دست نمی‌کشد.

زمین، امن‌ترین فرودگاه بین‌المللی پرندگان و وسیع‌ترین انبار آذوقه است که داشته‌های خود را در جشن چهار فصل ایام، به مخلوقات تقدیم می‌کند.

زمین، مادر مهربانی است که فرزندان خود را در آغوش آرام خود گرفته و به عشق آن‌ها، چشمه‌های اشک از گوشهٔ چشمان خود به راه انداخته است.

پس ای زمینیان! حالا که ما یاد گرفته‌ایم در هوا مثل یک پرنده پرواز کنیم و در دریا مثل یک ماهی شنا کنیم؛ فقط یک چیز باقی مانده، یاد بگیریم مثل یک انسان روی زمین زندگی کنیم! این‌جا است که شاعر می‌فرماید:

بـــه پایان می‌رســـد نامهربانی زمین می‌مـاند و بـاران و کـانی

زیادی رفتیم تو فاز عرفان و ادبیات (*خواستیم بگیم در ادبیات هم سررشته‌ای داریم* ☺).

خُب بریم سر اصل مطلب:

قبلنا درس زمین‌شناسی رو فقط دانش‌آموزای رشتهٔ تجربی می‌خوندن ولی خوشبختانه در نظام آموزشی جدید، هر دو رشتهٔ تجربی و ریاضی درس زمین‌شناسی رو می‌خونن و ما هم از این موضوع بسیار خرسندیم، چون هم برا دکترا و هم برا مهندسای گل آینده یه کتاب تست عالی در حد لالیگا نوشتیم.

در آینده امیدواریم از بین این دوستان، نیروهای متخصص خوبی در گرایش‌های مختلف زمین‌شناسی داشته باشیم که هوای زمین رو داشته باشن.

ویژگی‌های کتاب:

- درس‌نامه‌های کامل و جامع که خوندن زمین رو براتون شیرین و قابل فهم می‌کنه.
- جمع‌بندی عبارت‌های مهم در پایان هر فصل برای مرور سریع.
- پرسش‌های چهارگزینه‌ای خط‌به‌خط و مفهومی هم‌سطح با کنکورهای سال‌های اخیر.
- سؤالات چالشی و کمی دشوار برای دانش‌آموزان سخت‌کوش در سری ۱۰۰شوا!
- پاسخ‌نامهٔ تشریحی کامل همراه با شکل، جدول و بررسی گزینه‌ها.

در آخر کلام می‌گیم آقاجون، خانوم‌جون، باید زمین بخونی، روی زمین بشینی، روی زمین بخوابی، روی زمین کنکورم بدی کلاً باید زمین رو دوست داشته باشی. ☺

سپاس فراوان از:

دکتر ابوذر نصری که خیلی متفاوت، خیلی‌سبز رو مدیریت می‌کنن.

دکتر کمیل نصری به خاطر حمایت‌های بی‌دریغشان در طول این سال‌ها.

مهندس ایمان سلیمان‌زاده به خاطر هم‌فکری، ایده‌پردازی و راهنمایی‌های استادانه.

خانم‌ها ملیکا مهری و لولاو مرادی که نقش پررنگی در به سرانجام رسیدن این کتاب داشتن.

ویراستاران خوب کتاب، آقای سلیمان علی‌محمدی، حدیث طلوع‌مهر.

تمامی دوستای خوب واحد تولید، گرافیک، چاپ و ... خیلی‌سبز که با تلاششون گل کاشتن، دم همشون گرم.

راستی!! خوشحال می‌شیم نظراتتونو بشنویم یا بخونیم، حتماً بهمون از حال‌وهوای کتاب بگین، منتظریم ــ .

geology.kheilisabz@gmail.com

geo.konkur

زمین مال ماست، مراقبش باشیم

دوستون داریم، شاد باشین

شعبان‌زاده ـ بهیاد

فهرست

فصل اول: آفرینش کیهان و تکوین زمین ۷

فصل دوم: منابع معدنی و ذخایر انرژی، زیربنای تمدن و توسعه ۳۷

فصل سوم: منابع آب و خاک ۶۲

فصل چهارم: زمین‌شناسی و سازه‌های مهندسی ۹۱

فصل پنجم: زمین‌شناسی و سلامت ۱۱۳

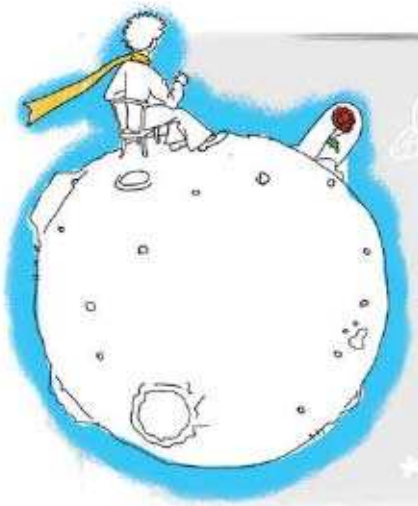
فصل ششم: پویایی زمین ۱۳۰

فصل هفتم: زمین‌شناسی ایران ۱۵۴

علم، زندگی، کارآفرینی ۱۶۸

پاسخ‌نامهٔ تشریحی ۱۷۵

پاسخ‌نامهٔ کلیدی ۲۲۴



آفرینش کیهان و تکوین زمین

فصل اول

دیدن آسمان و ستاره‌ها به‌خصوص در شب‌هایی که آسمان صاف و بدون ابر است برای بیشتر ما لذت‌بخش است. در همهٔ زمان‌ها، چه در گذشته و چه اکنون، انسان‌های زیادی در پی یافتن اسرار جهان هستی بوده‌اند که کمابیش در این علم به پیشرفت‌هایی هم رسیده‌اند.
رصد آسمانِ شب همواره برای مطالعهٔ کهکشان‌ها، منظومه‌ها، ستاره‌ها و ... مورد توجه بوده است؛ گرچه هنوز هم ناشناخته‌های زیادی در آسمان شب وجود دارد! در این فصل می‌خواهیم ضمن آشنایی با آفرینش کیهان و معرفی بخش‌های مختلف آن، با چگونگی به وجود آمدن زمین، تعیین سن زمین و علت ایجاد اقیانوس‌ها، فصل‌ها و ... آشنا شویم. *(بزن بریم)*

آفرینش کیهان

به مجموعهٔ کهکشان‌ها و فضای بین آن‌ها، **کیهان** گفته می‌شود. *(یه جورایی کل جهان رو شامل می‌شه!)* دانشمندان پیدایش جهان را با نظریهٔ مه‌بانگ (تئوری بیگ‌بنگ[1]) توضیح می‌دهند. طبق این نظریه، انفجار عظیمی رخ داد و ذره‌های زیراتمی (الکترون، نوترون و پروتون) و سپس گازهای هیدروژن (H_2) و هلیم (He) به وجود آمدند. در اثر کاهش دما و با گذشت زمان، مجموعه گازهایی به نام **سحابی** تشکیل شدند. سرانجام سحابی‌ها باعث پیدایش **ستاره‌ها** و **کهکشان‌ها** شدند.

تشکیل منظومهٔ شمسی

نکته طبق نظریهٔ مه‌بانگ، فاصلهٔ کهکشان‌ها با گذشت زمان افزایش یافته است، پس می‌توانیم قبول کنیم که کیهان در گذشته به هم فشرده و متراکم بوده است.

کهکشان

در کیهان، صدها میلیارد کهکشان وجود دارد. هر کهکشان، شامل مجموعه‌ای از اجرام آسمانی مانند سیاره‌ها، ستاره‌ها، فضای بین ستاره‌ای، (اغلب گاز و گرد و غبار) است که تحت تأثیر نیروی گرانش متقابل یکدیگر را نگه داشته‌اند.

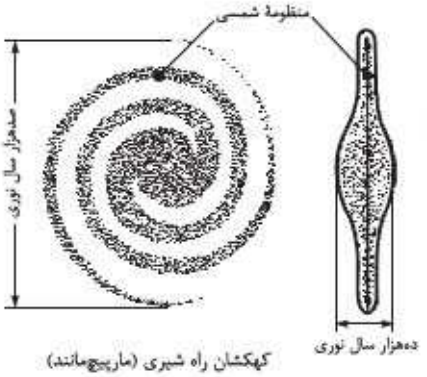
نکته کهکشان‌ها در حال دورشدن از هم و کیهان در حال گسترش است.

(بعضی از این تعریفا رو سالای قبل خوندین و این‌جا برای یادآوری توضیحاتی داریم.)

کهکشان راه شیری[2]

- یکی از بزرگ‌ترین کهکشان‌های شناخته‌شده است.
- در شب‌های صاف، بدون ابر و به دور از آلودگی‌های نوری[3] به صورت نواری مه‌مانند و کم‌نور در آسمان دیده می‌شود.
- شکل مارپیچی دارد.
- منظومهٔ شمسی در لبهٔ یکی از بازوهای آن است.
- کهکشان راه شیری از بالا مارپیچی‌شکل و از پهلو شبیه عدسی محدب است.
- قطر آن حدود ۱۰۰ هزار سال نوری[4] و ضخامت آن حدود ۱۰ هزار سال نوری است.

توجه ستاره‌هایی که در آسمان می‌بینیم بخش بسیار کوچکی از ستاره‌های کهکشان راه شیری هستند.



کهکشان راه شیری (مارپیچ‌مانند)

۱- Big Bang theory
۲- Milky way Galaxy
۳- به روشنی بیش از حد یک محیط، در اثر نورهای مصنوعی که در شهرهای بزرگ وجود دارد، آلودگی نوری می‌گویند.
۴- سال نوری: مسافتی است که نور در مدت یک سال در خلأ طی می‌کند.

منظومهٔ شمسی

منظومهٔ شمسی، بخش بسیار کوچکی از کهکشان راه شیری است.

منظومهٔ شمسی، شامل خورشید، هشت سیاره، حدود دویست قمر طبیعی، چند خرده سیاره، میلیون‌ها سیارک و اجسام سنگی دیگر است.

همهٔ اجزای منظومهٔ شمسی به دور خورشید در گردش‌اند.

توجه مسیر حرکت ظاهری خورشید در آسمان، از شرق به غرب است.

یادآوری سیاره‌های منظومهٔ شمسی (به ترتیب فاصلهٔ متوسط تا خورشید):

منظومهٔ شمسی

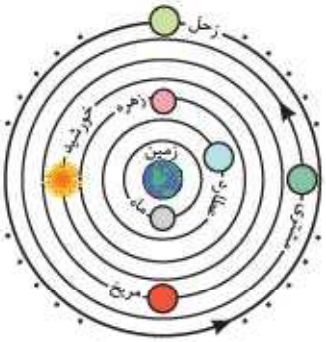
- سیاره‌های سنگی:
  1. عطارد (تیر)
  2. ناهید (زهره)
  3. زمین (ارض)
  4. مریخ (بهرام)
- سیاره‌های گازی:
  5. مشتری (برجیس)
  6. زحل (کیوان)
  7. اورانوس
  8. نپتون

در مورد این‌که زمین در مرکز عالم قرار دارد یا نه، دو نظریه مطرح شده است: ۱ نظریهٔ زمین‌مرکزی ۲ نظریهٔ خورشیدمرکزی

نظریهٔ زمین‌مرکزی

نظریهٔ زمین‌مرکزی بیش از ۲ هزار سال پیش توسط **بطلمیوس** اخترشناس یونانی مطرح شد.

بطلمیوس با **مشاهدهٔ حرکت ظاهری ماه و خورشید**، نظریهٔ زمین‌مرکزی را ارائه داد.



نمایش نظریهٔ زمین‌مرکزی

طبق نظریهٔ بطلمیوس: زمین در **مرکز عالم** قرار دارد و ثابت است و ماه، خورشید و پنج سیارهٔ عطارد، زهره، مریخ، مشتری و زحل (سیاره‌های شناخته‌شدهٔ آن زمان) بر روی مدارهای **دایره‌ای‌شکل** و **خلاف جهت** حرکت عقربه‌های ساعت به دور آن می‌گردند.

نکات نظریهٔ زمین‌مرکزی

۱ ماه نزدیک‌ترین و زحل دورترین جرم آسمانی نسبت به زمین است.

۲ جهت چرخش سیارات به دور زمین **خلاف جهت** حرکت عقربه‌های ساعت (پادساعتگرد) است.

۳ مدار گردش خورشید به دور زمین، بین مدار گردش **زهره** و **مریخ** قرار دارد.

۴ ترتیب قرارگیری اجرام آسمانی به دور زمین در نظریهٔ زمین‌مرکزی:

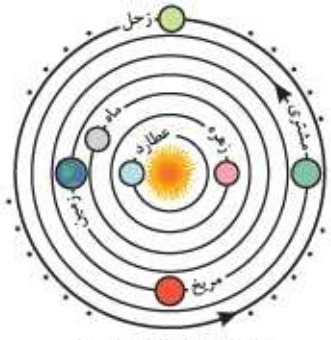
۱ ماه (نزدیک‌ترین) ۲ عطارد ۳ زهره ۴ خورشید ۵ مریخ ۶ مشتری ۷ زحل (دورترین)

این نظریه تا قرن **۱۶ میلادی** مورد تأیید بود. ابوسعید سجزی و خواجه نصیرالدین طوسی از دانشمندان ایرانی بودند که ایرادهایی به نظریهٔ **زمین‌مرکزی** وارد کردند.

نظریهٔ خورشیدمرکزی

نظریهٔ خورشیدمرکزی توسط **نیکولاس کوپرنیک** ستاره‌شناس لهستانی بیان شد.

او با **مطالعهٔ حرکت سیارات در زمان‌های مختلف** نظریهٔ خورشیدمرکزی را مطرح کرد.



نمایش نظریهٔ خورشیدمرکزی

طبق نظریهٔ کوپرنیک

زمین، ماه و سیاره‌های دیگر، در مدارهای **دایره‌ای** و **خلاف جهت حرکت** عقربه‌های ساعت به دور **خورشید** می‌چرخند.

حرکت روزانهٔ خورشید در آسمان، **ظاهری** و نتیجهٔ گردش زمین به دور **محور خودش** است.

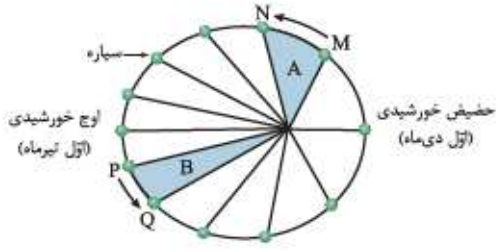
یوهانس کپلر دانشمند ستاره‌شناس آلمانی با بررسی‌های دقیق یادداشت‌های ستاره‌شناسان، دریافت که مسیر حرکت سیاره‌ها به دور خورشید **بیضی‌شکل** است نه دایره‌ای! کپلر توانست نظریهٔ خورشیدمرکزی را با سه قانون اصلاح کند.

قوانین سه‌گانهٔ کپلر

قانون (۱): مدار حرکت سیارات به دور خورشید **بیضی‌شکل** است. هر سیاره در مدار بیضی‌شکل چنان به دور خورشید می‌چرخد که خورشید **همواره**، در یکی از دو کانون[1] آن قرار دارد.

نکته مدار حرکت سیاره‌ها به دور خورشید بیضی‌شکل است، بنابراین در زمان‌های مختلف وقتی سیاره به دور خورشید می‌گردد، فاصلهٔ سیاره تا خورشید تغییر می‌کند و ثابت نیست.

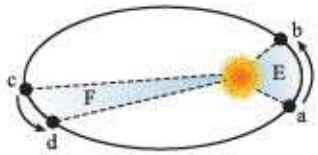
قانون (۲): هر سیاره، طوری به دور خورشید می‌گردد که خط فرضی که سیاره را به خورشید وصل می‌کند، در مدت‌زمان‌های مساوی، مساحت‌های مساوی ایجاد می‌کند.



۱- بیضی دو کانون دارد؛ در قانون اول کپلر می‌گه که مدار حرکت سیاره به دور خورشید بیضی‌شکل بوده و خورشید در یکی از کانون‌های بیضی قرار داره.

نکته سرعت حرکت سیارات به دور خورشید در زمان‌های مختلف، متفاوت است و هر چه سیاره به خورشید نزدیک‌تر شود، سرعت حرکت انتقالی آن بیشتر می‌شود.

با توجه به شکل زیر، اگر سیاره از **a** تا **b** را در مدت یک ماه و از **c** تا **d** را نیز در مدت یک ماه طی کرده باشد، براساس قانون دوم کپلر نتیجه می‌گیریم که:



۱ مساحت $E = F$

۲ سرعت سیاره از **a** تا **b** > سرعت سیاره از **c** تا **d**

۳ مسافت طی‌شدهٔ سیاره از **a** تا **b** > مسافت طی‌شدهٔ سیاره از **c** تا **d**

قانون (۳): مدت‌زمان گردش (یک دور) سیاره به دور خورشید (**p**) با افزایش فاصله از خورشید (**d**) افزایش می‌یابد. در واقع هر چه سیاره‌ای از خورشید دورتر باشد، مدار گردش آن بزرگ‌تر بوده و مدت‌زمان بیشتری طول می‌کشد تا یک بار به دور خورشید بچرخد، پس سال خورشیدی طولانی‌تری دارد. مربع زمان یک دور گردش سیاره به دور خورشید (p^2)، معادل با مکعب فاصلهٔ آن سیاره تا خورشید (d^3) است.

$$p^2 \propto d^3$$

(p^2: مدت‌زمان گردش سیاره به دور خورشید (برحسب سال زمینی)؛ d^3: فاصله از خورشید (برحسب واحد نجومی))

واحد نجومی: فاصلهٔ متوسط زمین تا خورشید که در حدود ۱۵۰ میلیون کیلومتر است، یک **واحد نجومی** یا واحد **ستاره‌شناسی** نام دارد.

توجه به مسافتی که نور در مدت یک سال در خلأ طی می‌کند، **سال نوری** می‌گویند.

محاسبهٔ فاصلهٔ متوسط زمین تا خورشید (واحد نجومی):

۱ حدود ۸/۳ دقیقهٔ نوری طول می‌کشد تا نور خورشید به زمین برسد. ⟸ ۸/۳ دقیقه × ۶۰ ثانیه = ۴۹۸ ثانیه

۲ سرعت نور در خلأ برابر ۳۰۰,۰۰۰ کیلومتر بر ثانیه است. ⟸ ۴۹۸ ثانیه × ۳۰۰,۰۰۰ = ۱۴۹,۴۰۰,۰۰۰ = ۱۵۰,۰۰۰,۰۰۰ کیلومتر (یک واحد نجومی)

مثال مدت‌زمان گردش سیاره‌ای به دور خورشید ۲۷ سال است. فاصلهٔ آن سیاره تا خورشید چند واحد نجومی است؟

پاسخ

$$p^2 = d^3 \Rightarrow 27^2 = d^3 \Rightarrow (3^3)^2 = d^3 \Rightarrow (3^2)^3 = d^3 \Rightarrow d = 3^2 = 9$$

واحد نجومی ۹

مثال اگر مدار سیاره‌ای در فاصلهٔ ۶۰۰×۱۰^6 کیلومتری خورشید قرار داشته باشد، زمان گردش آن به دور خورشید چند سال است؟

پاسخ

$$\left.\begin{matrix} ۱ \text{ واحد نجومی} & ۱۵۰,۰۰۰,۰۰۰ \text{ کیلومتر} \\ d & ۶۰۰\times۱۰^6 \end{matrix}\right\} \Rightarrow d = \frac{۶۰۰\times۱۰^6}{۱۵۰\times۱۰^6} \Rightarrow d = ۴ \text{ واحد نجومی}$$

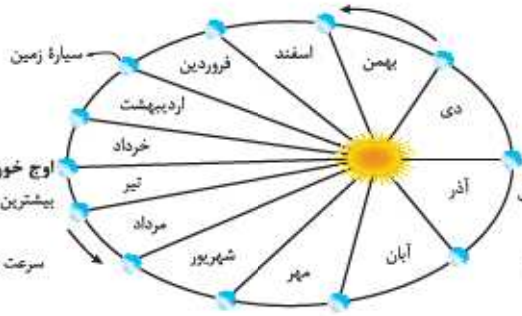
$$p^2 = d^3 \Rightarrow p^2 = ۴^3 \Rightarrow p^2 = ((۲)^2)^3 \Rightarrow p^2 = ((۲)^3)^2 \Rightarrow p = ۸$$

موقعیت زمین نسبت به خورشید: مدار حرکت زمین به دور خورشید بیضی‌شکل است پس فاصلهٔ زمین تا خورشید در طول سال تغییر می‌کند. گفتیم به میانگین فاصلهٔ زمین تا خورشید یک واحد نجومی می‌گویند که حدود ۱۵۰ میلیون کیلومتر است.

به حداقل فاصلهٔ زمین تا خورشید (اول دی)، **حضیض خورشیدی** می‌گویند که حدود ۱۴۷ میلیون کیلومتر است.

به حداکثر فاصلهٔ زمین تا خورشید (اول تیر)، **اوج خورشیدی** می‌گویند که حدود ۱۵۲ میلیون کیلومتر است.

نمایش فصل‌ها طبق قانون دوم کپلر:



اوج خورشیدی (اول تیرماه)
بیشترین فاصلهٔ زمین تا خورشید برابر اول تیرماه و معادل $(۱۵۲\times۱۰^6 \text{ km})$ است.
سرعت چرخش زمین به دور خورشید در این زمان از زمان‌های دیگر کندتر است.

(اول دی‌ماه) حضیض خورشیدی
کم‌ترین فاصلهٔ زمین تا خورشید برابر اول دی‌ماه و معادل $(۱۴۷\times۱۰^6 \text{ km})$ است.
سرعت چرخش زمین به دور خورشید در این زمان از زمان‌های دیگر تندتر است.

نکته طبق قانون دوم کپلر، سرعت گردش زمین به دور خورشید در حضیض خورشیدی (اول دی‌ماه) بیشتر از اوج خورشیدی (اول تیرماه) است.

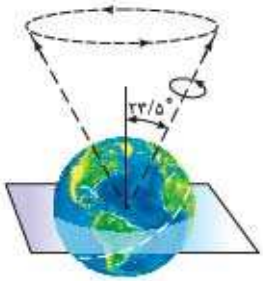
حرکات زمین

انواع حرکت زمین

۱ حرکت وضعی
- گردش زمین به دور محورش است.
- حدود ۲۴ ساعت طول می‌کشد.
- جهت آن خلاف جهت عقربه‌های ساعت است.
- نتیجهٔ حرکت وضعی زمین، پیدایش شب و روز است.

۲ حرکت انتقالی
- گردش زمین بر روی مدار بیضوی به دور خورشید است.
- حدود ۳۶۵ روز طول می‌کشد.
- جهت آن خلاف جهت حرکت عقربه‌های ساعت است.
- نتیجهٔ حرکت انتقالی زمین، پیدایش فصل‌ها، اختلاف طول روز و شب و یک سال خورشیدی است.

(البته هواستون باشه حرکت انتقالی زمین و انحراف محور آن سبب ایجاد فصل‌ها می‌شه در ادامه توضیح می‌دیم.)



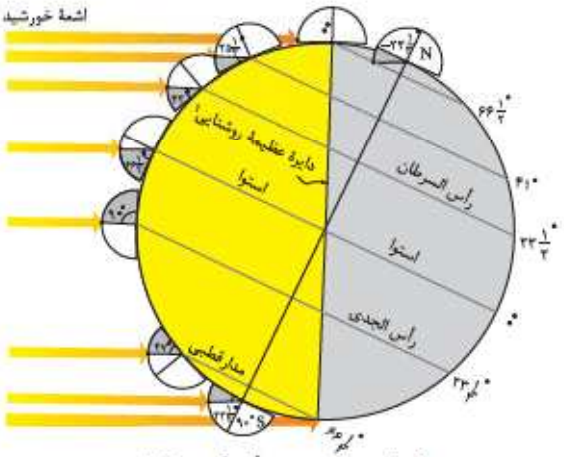
موقعیت محور زمین

انحراف محور زمین: محور زمین نسبت به خط عمود بر سطح مدار گردش زمین به دور خورشید، حدود **۲۳ / ۵°** انحراف دارد.

در حین گردش زمین به دور خورشید، جهت محور آن تقریباً ثابت است و تغییری نمی‌کند.

نتیجه: انحراف محور زمین سبب ایجاد ۱ تفاوت در مقدار زاویهٔ تابش خورشید در یک عرض جغرافیایی در روزهای مختلف سال و ۲ اختلاف مدت‌زمان روز و شب در عرض‌های جغرافیایی مختلف می‌شود.

نکته ۱ در مدار استوا «مدار صفر درجه»، طول مدت شب و روز در تمام مدت سال با هم برابر و ۱۲ ساعت است، ۲ در سایر مدارهای کرهٔ زمین، با افزایش عرض جغرافیایی، اختلاف طول روز و شب بیشتر می‌شود.



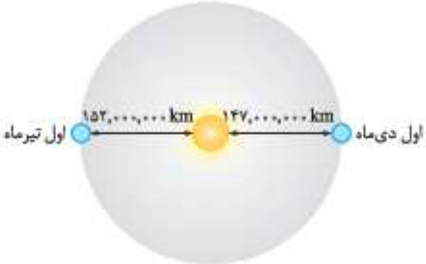
انحراف محور زمین و تاثیر آن در مقدار زاویهٔ تابش خورشید در عرض‌های جغرافیایی مختلف

ایجاد فصل‌ها: حرکت انتقالی زمین و انحراف **۲۳ / ۵°** محور آن، سبب پیدایش فصل‌ها می‌شود.

وقتی در نیمکرهٔ شمالی زمین، تابستان باشد، در نیمکرهٔ جنوبی زمستان است و این به دلیل زاویهٔ تابش خورشید و انحراف محور زمین است. پس در شش ماههٔ اول سال، نیمکرهٔ شمالی و در شش ماههٔ دوم سال، نیمکرهٔ جنوبی بیشتر در مقابل خورشید قرار می‌گیرد.

نکته ۱ به علت کروی‌بودن زمین، زاویهٔ تابشی خورشید در عرض‌های جغرافیایی مختلف، در یک زمان، متفاوت است. ۲ به علت انحراف محور زمین، زاویه‌های تابشی خورشید در یک عرض جغرافیایی نیز در طول سال متفاوت است.

توجه در صورتی که انحراف ۵ / ۲۳ درجه‌ای برای محور زمین وجود نداشت، زاویه‌های تابشی خورشید به نیمکره‌های شمالی و جنوبی در طول سال یکسان می‌شد و فصل‌های مختلف به وجود نمی‌آمدند.



علت گرمای تیرماه و سرمای دی‌ماه: با توجه به فاصلهٔ زمین تا خورشید در اول دی‌ماه (حداقل فاصله از خورشید) و اول تیرماه (حداکثر فاصله از خورشید)، علت گرمای تیر و سرمای دی، دوری و نزدیکی به خورشید در این زمان‌ها نیست و دلیل آن انحراف **۲۳ / ۵** درجه‌ای محور زمین به همراه گردش انتقالی زمین به دور خورشید است که سبب تغییر زاویهٔ تابش خورشید و تفاوت دمایی می‌شود.

مدارهای زمین

یادآوری دایره‌های فرضی که به موازات استوا بر روی کرهٔ زمین رسم شده‌اند مدار نام دارند؛ هر چه به سمت قطب‌ها پیش می‌رویم، مدارها کوچک‌تر می‌شوند. این مدارها نشان‌دهندهٔ عرض‌های جغرافیایی‌اند که از صفر (استوا) تا ۹۰ درجه در شمال و جنوب (قطب‌ها) تغییر می‌کنند.
از خط استوا تا قطب شمال نیمکرهٔ شمالی و از خط استوا تا قطب جنوب نیمکرهٔ جنوبی است. ایران در نیمکرهٔ شمالی قرار دارد.

۱- دایرهٔ عظیمهٔ روشنایی، خطی فرضی است که شب و روز را جدا می‌کند این خط با محور شمال ـ جنوب کرهٔ زمین زاویهٔ **۲۳ / ۵°** می‌سازد.

۱- مدار قطبی شمال: مدار ۵ / ۶۶ درجهٔ شمالی است.

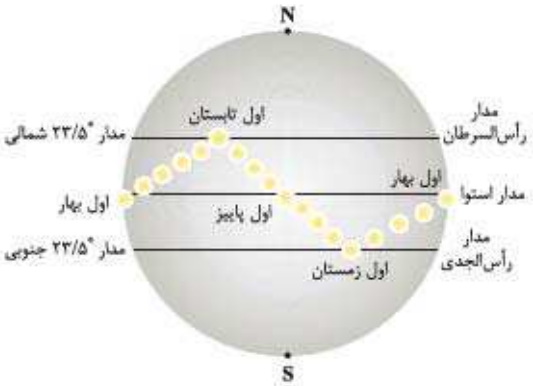
۲- مدار رأس‌السرطان:[1] مدار ۵ / ۲۳ درجهٔ شمالی است.

۳- مدار استوا: خطی فرضی است که زمین را به دو نیمکرهٔ شمالی و جنوبی تقسیم می‌کند. استوا بزرگ‌ترین مدار زمین است و مبدأ عرض جغرافیایی بوده و درجهٔ آن صفر است.

۴- مدار رأس‌الجدی:[2] مدار ۵ / ۲۳ درجهٔ جنوبی است.

۵- مدار قطبی جنوب: مدار ۵ / ۶۶ درجهٔ جنوبی است.

موقعیت فرضی تابش عمود نور خورشید به مدارهای مختلف زمین (براساس نیمکرهٔ شمالی): انحراف محور زمین سبب نامساوی‌شدن طول روز و شب در اوقات مختلف سال در یک نقطه و یا در یک زمان در مدارهای مختلف می‌شود.



موقعیت تابش عمود نور خورشید نسبت به مدارهای مختلف زمین (براساس نیمکرهٔ شمالی)

نکات زیر را خوب به خاطر بسپارید *(بعداً کلی به کار تون میاد!)*:

۱ در روز اول بهار (۱ فروردین)، خورشید بر مدار استوا عمود می‌تابد و در تمام نقاط زمین، طول شب = طول روز = ۱۲ ساعت (**اعتدال بهاری**) است.

در طول بهار خورشید بر عرض‌های جغرافیایی بالاتر در نیمکرهٔ شمالی، عمود می‌تابد. بنابراین در طول بهار در نیمکرهٔ شمالی، روزها هر روز بلندتر می‌شود، در همین زمان در نیمکرهٔ جنوبی قضیه برعکس است، یعنی خورشید هر روز مایل‌تر می‌تابد و طول روزها هم کوتاه‌تر می‌شود.

توجه خورشید در روز آخر بهار و اول تابستان حداکثر بر مدار رأس‌السرطان (۵ / ۲۳° شمالی) عمود می‌تابد.

۲ در روز اول تابستان (۱ تیر) خورشید بر مدار رأس‌السرطان عمود می‌تابد. ساکنان این مناطق در این روز بلندترین روز و کوتاه‌ترین شب را دارند (**انقلاب تابستانی**).

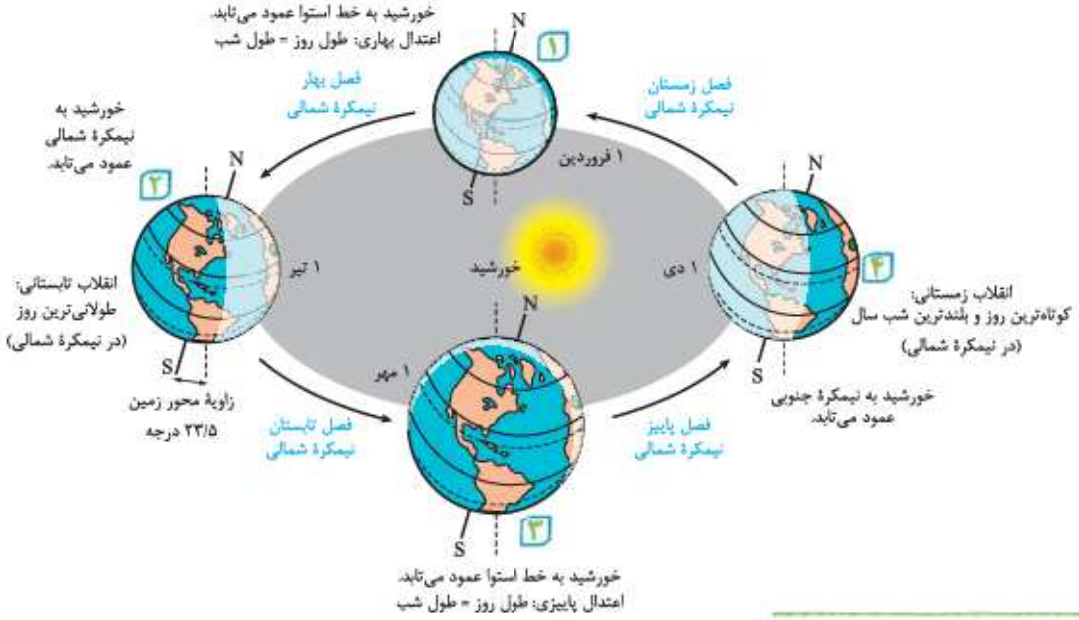
در طول تابستان، خورشید بر عرض‌های جغرافیایی کم‌تر از ۵ / ۲۳° شمالی (یعنی از ۵ / ۲۳° تا °۰) عمود می‌تابد. در واقع در نیمکرهٔ شمالی، کم‌کم طول روز کاهش پیدا می‌کند.

۳ در اول پاییز (۱ مهر)، خورشید مجدد بر استوا عمود می‌تابد و طول روز و شب دوباره مساوی می‌شود (**اعتدال پاییزی**).

در طول پاییز، خورشید بر عرض‌های جغرافیایی پایین‌تر، یعنی از °۰ تا ۵ / ۲۳° جنوبی عمود می‌تابد و طول روزها در نیمکرهٔ شمالی هم‌چنان کوتاه‌تر می‌شود.

۴ در اول زمستان (۱ دی) خورشید بر مدار رأس‌الجدی عمود می‌تابد (**انقلاب زمستانی**). در این زمان ساکنان نیمکرهٔ شمالی کوتاه‌ترین روز و طولانی‌ترین شب را دارند. *ما بوش می‌گیم شب یلدا.*

در طول زمستان، یعنی از اول دی‌ماه کم‌کم، روزهای نیمکرهٔ شمالی بلند می‌شود و این روند تا روز اول تابستان ادامه دارد.

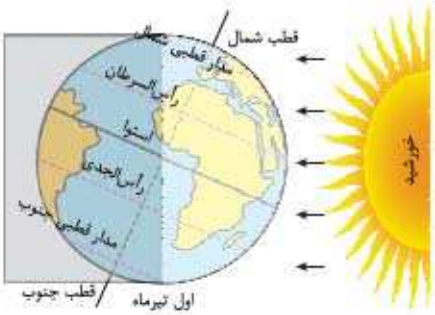


۱- به معنی سر خرچنگ

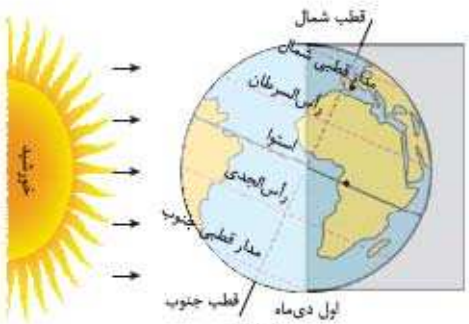
۲- به معنی سر بزغاله

فصل‌ها در نیمکرهٔ شمالی و جنوبی: گفتیم علت به وجود آمدن فصل‌ها، دوری و نزدیکی زمین از خورشید نیست و علت آن **انحراف محور زمین** است، بنابراین در طول سال وقتی زمین به دور خورشید می‌چرخد، زاویهٔ تابش خورشید به بخش‌های مختلف زمین تغییر می‌کند و فصل‌های مختلف به وجود می‌آیند.

فصل‌ها در نیمکرهٔ شمالی و جنوبی **عکس** یکدیگرند، یعنی وقتی در نیمکرهٔ شمالی اول تابستان است، در نیمکرهٔ جنوبی اول زمستان است و وقتی در نیمکرهٔ شمالی اول بهار باشد، در نیمکرهٔ جنوبی اول پاییز است.



شکل (۲)
زاویهٔ تابش خورشید در تابستان (نیمکرهٔ شمالی)



شکل (۱)
زاویهٔ تابش خورشید در زمستان (نیمکرهٔ شمالی)

جهت تشکیل سایه در نیمکرهٔ شمالی و جنوبی: برای تعیین جهت سایه در نیمکرهٔ شمالی و جنوبی باید به این نکته توجه کنیم که خورشید در آن زمان به کدام مدار زمین عمود می‌تابد. در این صورت، در آن مدار به هنگام ظهر شرعی، برای اجسام قائم، سایه تشکیل نمی‌شود و در مدارهای بالاتر از آن، سایه رو به شمال و در مدارهای پایین‌تر، سایه رو به جنوب تشکیل می‌شود.

مثلاً در اول فروردین و اول مهر (نیمکرهٔ شمالی)، خورشید بر استوا عمود (۹۰°) می‌تابد، پس هنگام ظهر شرعی اجسام قائم در این مدار سایه ندارند و در این زمان در نیمکرهٔ شمالی (همهٔ مدارها) سایه‌ها رو به شمال و در نیمکرهٔ جنوبی (همهٔ مدارها) سایه‌ها رو به جنوب تشکیل می‌شود.

گفتیم در طول سال خورشید به مدارهای مختلف زمین با زاویه‌های مختلفی می‌تابد، بنابراین طول سایهٔ اجسام در مدارهای مختلف یکسان نیست. به نکات زیر توجه کنید:

اگر جسم قائمی در مدار رأس‌السرطان باشد
- در اول تیر ← خورشید به رأس‌السرطان عمود می‌تابد ← طول سایهٔ اجسام قائم بر روی این مدار (هنگام ظهر شرعی) بسیار کوتاه یا صفر است.
- در اول دی ← خورشید به رأس‌السرطان مایل می‌تابد ← طول سایهٔ اجسام قائم بر روی این مدار حداکثر مقدار است.

اگر جسم قائمی در مدار رأس‌الجدی باشد
- در اول تیر ← خورشید به رأس‌الجدی مایل می‌تابد ← طول سایهٔ اجسام قائم بر روی این مدار حداکثر مقدار است.
- در اول دی ← خورشید به رأس‌الجدی عمود می‌تابد ← طول سایهٔ اجسام قائم بر روی این مدار (هنگام ظهر شرعی) بسیار کوتاه یا صفر است.

توجه سایه‌ها در نیمکرهٔ شمالی از طلوع آفتاب تا ظهر شرعی، از غرب به شمال و از ظهر شرعی تا غروب آفتاب از شمال به سمت شرق تغییر جهت می‌دهند. (در نیمکرهٔ جنوبی برعکس)

تکوین زمین و آغاز زندگی در آن

همان‌طور که می‌دانید، زمین سومین سیارهٔ منظومهٔ شمسی از نظر نزدیکی به خورشید است و تنها سیاره‌ای است که با توجه به ویژگی‌های خاصش (وجود آب، اکسیژن و ...) **دارای حیات** است.

مراحل تکوین زمین (به طور خلاصه)

۱. حدود ۶ میلیارد سال قبل، از تجمع نخستین ذرات کیهانی، شکل‌گیری منظومهٔ شمسی آغاز شد.

۲. در حدود ۴/۶ میلیارد سال قبل، زمین به صورت کره‌ای مذاب به وجود آمد و در مدار خودش قرار گرفت.

۳. در حدود ۴ میلیارد سال قبل با سردشدن کرهٔ مذاب **اولین سنگ‌ها** (سنگ‌های آذرین)، تشکیل شدند. **(ایجاد سنگ‌کره)**

۴. در اثر **فوران آتشفشان‌های متعدد**، گازهایی مانند اکسیژن، هیدروژن و نیتروژن از درون زمین خارج شد و کم‌کم هواکره به وجود آمد. **(ایجاد هواکره)**

۵ با سردترشدن زمین، بخار آب به صورت مایع در آمد و کم‌کم اقیانوس‌ها تشکیل شدند. **(ایجاد آب‌کره)**

۶ با تشکیل اقیانوس‌ها و تحت تأثیر انرژی خورشید، انواع تک‌یاخته‌ای‌ها در دریاهای کم‌عمق ایجاد شدند. **(ایجاد زیست‌کره)**

توجه پس یادتون بمونه، اولین موجودات زنده در آب‌ها به وجود آمدند.

۷ چرخهٔ آب سبب فرسایش سنگ‌ها، تشکیل رسوبات و سنگ‌های رسوبی شد.

۸ حرکت ورقه‌های سنگ‌کره و ایجاد فشار و گرمای زیاد باعث تشکیل سنگ‌های دگرگونی شد.

ترتیب تکوین زمین

سنگ‌کره ← هواکره ← آب‌کره ← زیست‌کره

به نکات زیر توجه کنید:

- ابتدا شرایط محیط زیست فراهم و سپس جانداران از ساده به پیچیده ایجاد شده‌اند.
- به علت تغییر شرایط آب‌وهوایی و محیط زیست در دوران‌های مختلف، جانداران گوناگون به وجود آمده و یا منقرض شده‌اند.

مثلاً خزندگان در دورهٔ کربنیفر، به وجود آمدند و طی ۸۰ـ۷۰ میلیون سال، جثهٔ آن‌ها بزرگ‌تر و تعدادشان بیشتر شد.

دایناسورها (از بزرگ‌ترین خزندگان) در اثر نامساعدشدن شرایط محیط زیست و ناتوانی در سازگاری با تغییرات محیطی، حدود ۶۵ میلیون سال قبل منقرض شده‌اند.

به نمودار روبه‌رو و ترتیب پیدایش هر یک توجه کنید: *(این نمودار مهمه‌ها!)*

- نخستین سنگ‌های کرهٔ زمین در حدود ۴ میلیارد سال قبل تشکیل شده است.
- نخستین بندپایان (تریلوبیت‌ها) حدود ۰/۵ میلیارد سال قبل ظهور کرده‌اند.

سن زمین

دلایل اهمیت تعیین سن سنگ‌ها و پدیده‌های مختلف:

۱ بررسی تاریخچهٔ زمین ۲ کشف ذخایر و منابع موجود در زمین ۳ پیش‌بینی حوادث احتمالیِ آینده و ...

روش‌های تعیین سن سنگ‌ها و پدیده‌های زمین
- ۱ تعیین سن نسبی (تقدم و تأخر و هم‌زمانی وقوع پدیده‌ها)
- ۲ تعیین سن مطلق (با استفاده از عناصر پرتوزا)

سن نسبی

برای تعیین سن نسبی، ترتیب تقدم، تأخر و هم‌زمانی وقوع پدیده‌ها نسبت به یکدیگر مشخص می‌شود.

نکته سن نسبی، سن دقیق پدیده‌ها را مشخص نمی‌کند.

برای تعیین سن نسبیِ لایه‌ها به نکات زیر توجه کنید:

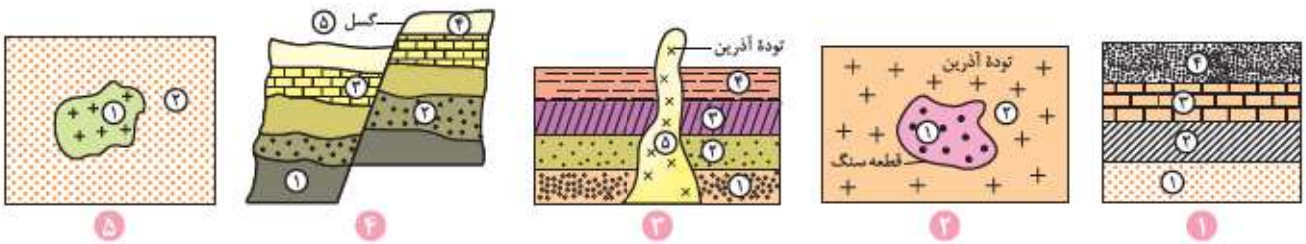
۱ لایه‌های رسوبی معمولاً به صورت افقی ته‌نشین می‌شوند. در صورتی که لایه‌های رسوبی بدون چین‌خوردگی و شکستگی باشند و توالی خود را حفظ کرده باشند، (وارونه نشده باشند)، لایه‌ای که بالاتر است، **جوان‌تر** (جدیدتر) خواهد بود. *(اینو از قبل می‌دونستین)*

۲ وقتی قطعه سنگی، در یک تودهٔ آذرین وجود داشته باشد، در این صورت قطعهٔ سنگی، قدیمی‌تر و تودهٔ آذرین، جوان‌تر است.

۳ وقتی یک تودهٔ آذرین لایه‌های سنگی را قطع می‌کند، تودهٔ آذرین جوان‌تر و لایه‌های رسوبی قدیمی‌ترند.

۴ وقتی بین لایه‌های رسوبی گسل باشد، گسل جوان‌تر از لایه‌های رسوبی است.

۵ وقتی یک قطعه سنگ آذرین در میان یک سنگ رسوبی باشد، سنگ آذرین قدیمی‌تر از سنگ رسوبی است.



مثال در شکل روبه‌رو ترتیب وقایع را از قدیم به جدید بنویسید.

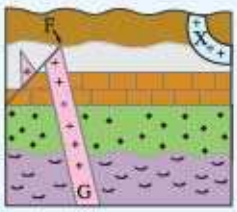
پاسخ ترتیب وقوع پدیده‌ها از قدیم به جدید: رسوب‌گذاری لایه‌های A، B، C، D، E، F، G، چین‌خوردگی، گسل Y، تودهٔ آذرین نفوذی، هوازدگی

تست کدام عبارت، نشان‌دهندهٔ سن نسبی است؟

۱) خزندگان در اوایل دورهٔ کربنیفر، ظاهر شدند.
۲) در کرتاسه، دمای هوا سردتر از دوره‌های قبل بوده است.
۳) گیاهان گلدار بعد از پرندگان بر روی زمین ظاهر شدند.
۴) در کواترنری ضخامت آهک‌ها کم‌تر از دوره‌های قبل است.

پاسخ گزینهٔ «۳» در این گزینه ترتیب تقدم و تأخر ذکر شده که مفهوم سن نسبی است.

تست کدام گزینه سه پدیدهٔ زمین‌شناسی متوالی را در شکل مقابل نشان می‌دهد؟



۱) رسوب‌گذاری ـ گسل ـ نفوذ تودهٔ آذرین
۲) رسوب‌گذاری ـ نفوذ تودهٔ آذرین ـ گسل
۳) گسل ـ رسوب‌گذاری ـ فرسایش
۴) نفوذ تودهٔ آذرین ـ رسوب‌گذاری ـ گسل

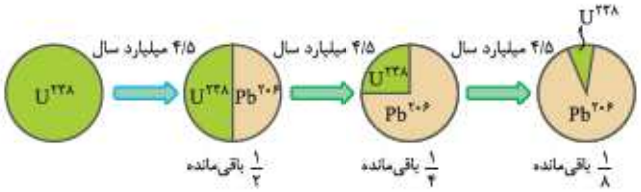
پاسخ گزینهٔ «۲» ترتیب وقوع پدیده‌ها:
رسوب‌گذاری لایهٔ A ـ هوازدگی و فرسایش سطح A ـ رسوب‌گذاری لایه‌های B تا D ـ نفوذ تودهٔ آذرین (G) ـ گسل F ـ هوازدگی و فرسایش ـ رسوب‌گذاری لایهٔ E و نفوذ تودهٔ آذرین X ـ هوازدگی و فرسایش

سن مطلق (پرتوسنجی)

برای تعیین سن مطلق یک پدیده، سن دقیق (واقعی) آن با **استفاده از عناصر پرتوزا** اندازه‌گیری می‌شود.
عناصر پرتوزا با سرعت ثابتی واپاشی می‌شوند و به عنصری پایدار تبدیل می‌شوند. مانند:

اورانیم ۲۳۸ ← (تجزیه، ۴/۵ میلیارد سال) سرب ۲۰۶

مدت‌زمان لازم برای تبدیل نیمی از یک عنصر پرتوزا به عنصر پایدار، **نیم‌عمر** آن عنصر نام دارد. *(برای آموزش بهتر به شکل زیر توجه کنید.)*



در ابتدا و قبل از واپاشی عنصر پرتوزا، مقدار مادهٔ اولیه ۱۰۰ درصد یا $\left(\frac{۱}{۱}\right)$ است، در مرحلهٔ اول، $\frac{۱}{۲}$ آن تجزیه و $\frac{۱}{۲}$ باقی می‌ماند. در مرحلهٔ بعد نیز $\frac{۱}{۲}$ مقدار باقی‌مانده تجزیه می‌شود، یعنی $\frac{۱}{۴}$ یا ۲۵٪ باقی می‌ماند و به همین ترتیب واپاشی ادامه می‌یابد.

$$۱ \xrightarrow{(۱)} \frac{۱}{۲} \xrightarrow{(۲)} \frac{۱}{۴} \xrightarrow{(۳)} \frac{۱}{۸} \xrightarrow{n} \frac{۱}{۲^n}$$

دوستان با شمردن تعداد فلش‌ها به راحتی می‌توانید به تعداد نیم‌عمرهای گذشته برسید.

برای حل مسائل نیم‌عمر می‌توانید از فرمول‌های زیر استفاده کنید:

مقدار واپاشی‌شده = مقدار اولیه − مقدار عنصر پرتوزای باقی‌مانده

نیم‌عمر عنصر پرتوزا × تعداد نیم‌عمر طی‌شده = سن نمونه

جدول نیم‌عمر برخی از عناصر پرتوزا

عنصر پرتوزا	نیم‌عمر (تقریبی)	عنصر پایدار
اورانیم ۲۳۸	۴/۵ میلیارد سال	سرب ۲۰۶
اورانیم ۲۳۵	۷۱۳ میلیون سال	سرب ۲۰۷
توریم ۲۳۲	۱۴/۱ میلیارد سال	سرب ۲۰۸
کربن ۱۴	۵۷۳۰ سال	نیتروژن ۱۴
پتاسیم ۴۰	۱/۳ میلیارد سال	آرگون ۴۰

توجه: تجزیهٔ این دو عنصر پرتوزا بدون کاهش عدد جرمی است.

توجه کنید: برای تعیین سن نمونه‌هایی که قدیمی‌ترند (مانند سنگ‌های اولیهٔ کرهٔ زمین) از عناصر پرتوزا با نیم‌عمر بیشتر (مانند اورانیم ۲۳۸) استفاده می‌شود، زیرا نیم‌عمر طولانی‌تری دارند و سرعت واپاشی آن‌ها بسیار آرام‌تر است.

نیم‌عمر کربن ۱۴، ۵۷۳۰ سال است؛ از این عنصر پرتوزا بیشتر برای تعیین عمر نمونه‌های کربن‌دار (مانند فسیل ماموت، جمجمهٔ انسان‌های اولیه و ...) استفاده می‌شود.

مثال در یک نمونه نیم‌عمر یک عنصر پرتوزا، ۵۷۳۰ سال است و $\frac{۱}{۴}$ آن باقی مانده است. چه‌قدر از عمر این نمونه گذشته است؟

پاسخ

$۱ \xrightarrow{①} \frac{۱}{۲} \xrightarrow{②} \frac{۱}{۴} \Rightarrow$ تعداد نیم‌عمر $= ۲$

سن نمونه = نیم‌عمر عنصر پرتوزا × تعداد نیم‌عمر

$۵۷۳۰ \times ۲ = ۱۱۴۶۰$ سال

مثال اگر در نمونهٔ سنگی، مقدار اورانیم ۲۳۵، $\frac{۱}{۱۶}$ مقدار اولیهٔ آن باشد، چه مدت از عمر آن سنگ گذشته است؟ (نیم‌عمر اورانیم ۲۳۵ = ۷۱۳ میلیون سال)

پاسخ

$۱ \xrightarrow{①} \frac{۱}{۲} \xrightarrow{②} \frac{۱}{۴} \xrightarrow{③} \frac{۱}{۸} \xrightarrow{④} \frac{۱}{۱۶} \Rightarrow$ تعداد نیم‌عمر $= ۴$: مقدار باقی‌ماندهٔ اورانیم ۲۳۸

سن سنگ = نیم‌عمر × تعداد نیم‌عمر گذشته

$۴ \times ۷۱۳ = ۲۸۵۲$ میلیون سال

مثال از عنصر پرتوزای موجود در نمونهٔ سنگی، $\frac{۷}{۸}$ آن واپاشی شده است. اگر نیم‌عمر این ماده ۱۰۰۰ سال باشد، سن سنگ چه‌قدر است؟

پاسخ

عنصر پرتوزای باقی‌مانده $\frac{۸}{۸} - \frac{۷}{۸} = \frac{۱}{۸}$

$۱ \xrightarrow{①} \frac{۱}{۲} \xrightarrow{②} \frac{۱}{۴} \xrightarrow{③} \frac{۱}{۸} \Rightarrow$ ۳ نیم‌عمر گذشته

(سن سنگ) سال $۳ \times ۱۰۰۰ = ۳۰۰۰$

زمان در زمین‌شناسی

واحد اصلی زمان، ثانیه است. ما در زندگی روزمره از واحدهای زمانی مانند: ثانیه، دقیقه، ساعت، شبانه‌روز و ... استفاده می‌کنیم، ولی در زمین‌شناسی (به ترتیب از بزرگ به کوچک) از واحدهایی مانند: ائون (ابردوران) ← دوران ← دوره ← عهد استفاده می‌شود.

عوامل مؤثر بر تقسیم‌بندی واحدهای زمانی در زمین‌شناسی

۱. پیدایش یا انقراض گونهٔ خاصی از جانداران
۲. حوادث کوهزایی
۳. پیشروی یا پسروی جهانی دریاها
۴. عصرهای یخبندان و ...

مقیاس زمان زمین‌شناسی و رویدادهای مهم زیستی آن‌ها

در یادگیری جدول زمان زمین‌شناسی که در صفحهٔ بعد آمده به نکات زیر توجه کنید:

- ترتیب واحدهای زمانی زمین‌شناسی از بزرگ به کوچک شامل ائون‌ها، دوران‌ها و دوره‌ها است.
- دوره‌های هر دوران را به خاطر بسپارید، مثلاً دوران مزوزوئیک شامل دوره‌های تریاس، ژوراسیک و کرتاسه است.
- رویدادهای مهم زیستی هر دوره و دوران را یاد بگیرید، مثلاً نخستین ماهی‌ها در دورهٔ اردوویسین و نخستین پرنده‌ها در دورهٔ ژوراسیک ظاهر شدند.

پرسش‌های چهارگزینه‌ای فصل اول

آفرینش کیهان و کهکشان راه شیری

۱- کدام عبارت در مورد کیهان، درست است؟

۱) فضای بین ستاره‌ای شامل سیارک‌ها و شهاب‌سنگ‌ها است.
۲) کهکشان راه شیری یکی از بزرگ‌ترین کهکشان‌ها است.
۳) پیدایش حیات در منظومهٔ شمسی توسط مه‌بانگ ایجاد شد.
۴) منظومهٔ شمسی در لبهٔ بازوی کیهانی قرار گرفته است.

۲- کدام دو حالت در یک منطقه، شرایط را برای تصویربرداری از کهکشان راه شیری تسهیل می‌کند؟

۱) ارتفاع زیاد محل ـ شب سرد و خشک
۲) شب فاقد ابر ـ دمای هوا کم
۳) عدم آلودگی نوری ـ شب بدون ابر
۴) آلودگی هوا کم ـ رطوبت هوا زیاد

۳- کدام گزینه در رابطه با کهکشان راه شیری درست است؟

۱) بزرگ‌ترین کهکشان شناخته‌شده در کیهان است.
۲) نسبت ضخامت کهکشان به قطر آن ۰/۱ سال نوری است.
۳) منظومهٔ شمسی ما در میانهٔ یکی از بازوهای آن قرار دارد.
۴) در تاریکی به صورت نوار مه‌مانند و پرنور شامل انبوهی از اجرام دیده می‌شود.

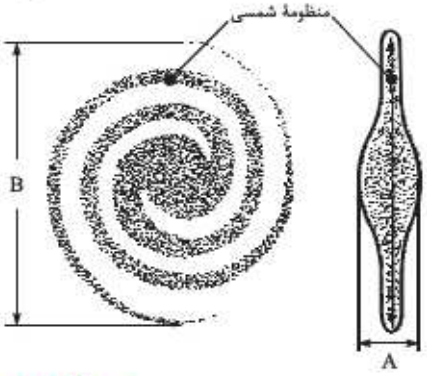
۴- همهٔ عبارت‌های زیر در رابطه با کهکشان راه شیری به درستی بیان شده‌اند، به‌جز:

۱) در شب‌های صاف و بدون ابر به صورت نواری کم‌نور و مه‌مانند دیده می‌شود.
۲) از تعداد زیادی سیاره، ستاره و فضای بین ستاره‌ای (گاز و ...) تشکیل شده است.
۳) شامل انبوهی از اجرام است که تحت اثر نیروی متقابل یکدیگر را نگه داشته‌اند.
۴) شکل مارپیچی دارد که منظومهٔ شمسی ما در لبهٔ یکی از بازوهای آن قرار دارد.

۵- با توجه به طرح شماتیک کهکشان راه شیری، جایگاه سیارهٔ مریخ در کدام بخش است؟

۱) A
۲) B
۳) C
۴) D

۶- با توجه به شکل کهکشان راه شیری، نسبت $\frac{A}{B}$ برابر چند است؟



۱) ۰/۱
۲) ۰/۰۱
۳) ۰/۰۰۱
۴) ۰/۰۰۰۱

۷- اجرام مختلف تشکیل‌دهندهٔ یک کهکشان تحت تأثیر کدام نیروها در کنار هم قرار می‌گیرند؟ (خارج از کشور ۹۸)

۱) گرانش متقابل
۲) گرانش هسته
۳) حاصل از انفجار اولیه
۴) الکتروستاتیک کولنی

۸- همهٔ عبارت‌ها مفهوم درستی را، از «ویژگی‌های کهکشان راه شیری» بیان می‌کنند، به‌جز: (سراسری ۹۹)

۱) خورشید در یکی از بازوهای مارپیچی آن قرار گرفته است.
۲) از تعداد زیادی ستاره، سیاره و فضای بین ستاره‌ای تشکیل شده است.
۳) براساس اندازه‌گیری‌های نجومی، احتمال دورشدن آن، از سایر کهکشان‌ها وجود دارد.
۴) گردوغبارهای بین ستاره‌ها و سیاره‌ها، تحت تأثیر نیروی گرانشی متقابل، استقرار یافته است.

منظومهٔ شمسی و نظریه‌های مربوط به آن

۹- کدام مورد ارتباطی با نظریهٔ بطلمیوس ندارد؟

۱) زهره و مریخ به دور زمین گردش می‌کنند.
۲) سومین سیاره در مداری بلافاصله قبل از مشتری قرار دارد.
۳) مدار چرخشی زمین، بیضی نزدیک به دایره است.
۴) جهت حرکت مریخ، مخالف حرکت عقربه‌های ساعت است.

۱۰- در نظریهٔ زمین‌مرکزی، مدار گردش خورشید در میان کدام جرم‌های آسمانی قرار گرفته است؟

۱) مریخ و زهره ۲) زهره و عطارد ۳) عطارد و ماه ۴) ماه و زمین

۱۱- همهٔ موارد زیر از نتایج مطالعات کوپرنیک می‌باشد، به‌جز .....

۱) گردش سیارات به دور خورشید
۲) چرخش زمین حول محور خود
۳) دایره‌ای‌بودن مدار گردش ماه
۴) بیضی‌بودن مدار گردش زمین

۱۲- نظریهٔ زمین‌مرکزی و خورشیدمرکزی در کدام موارد با یکدیگر مشابه‌اند؟

۱) شکل مدار و جهت حرکت سیارات
۲) فاصلهٔ سیارات از خورشید و جهت حرکت سیارات
۳) تعداد سیارات منظومهٔ شمسی و فاصلهٔ آن‌ها از یکدیگر
۴) قرارگیری اجرام آسمانی در منظومهٔ شمسی و شکل مدار حرکت سیارات

۱۳- کدام‌یک از موارد زیر با نظریهٔ خورشید مرکزی کوپرنیک مطابقت دارد؟

۱) حرکت ظاهری خورشید از شرق به غرب است.
۲) سیارات در مدارهایی بیضوی‌شکل، به دور مرکز منظومه می‌چرخند.
۳) فاصلهٔ هر سیاره تا خورشید مدام در حال تغییر است.
۴) حرکت روزانهٔ خورشید نتیجهٔ چرخش خورشید به دور محور خود است.

۱۴- چند مورد عبارت زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟

«در مدل زمین‌مرکزی بطلمیوس با در نظر گرفتن ترتیب توالی مدارهای گردشی، مدار گردش ..... به دور زمین بین مدار ..... قرار دارد.»

الف) ماه ـ زهره و خورشید
ب) مریخ ـ مشتری و خورشید
ج) زهره ـ عطارد و خورشید
د) عطارد ـ مریخ و خورشید

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۵- نیکولاس کوپرنیک، ستاره‌شناس لهستانی براساس کدام مورد، نظریهٔ خورشیدمرکزی خود را بیان کرد؟

۱) با بررسی دقیق یادداشت‌های ستاره‌شناسان
۲) با مشاهدهٔ حرکت ظاهری ماه و خورشید
۳) با مشاهدهٔ حرکت روزانهٔ خورشید در آسمان
۴) با مطالعهٔ حرکت سیارات در زمان‌های مختلف

۱۶- همهٔ عبارت‌ها براساس نظریهٔ بطلمیوس درست‌اند، به‌جز:

۱) ماه اولین و نزدیک‌ترین جرم آسمانی است که به دور زمین می‌چرخد.
۲) مدار گردش زهره به دور زمین بین مدارهای عطارد و خورشید قرار دارد.
۳) خورشید چهارمین جرم آسمانی است که به دور زمین در حال گردش است.
۴) مشتری دورترین و آخرین سیاره‌ای است که به دور زمین در حال گردش است.

۱۷- یوهانس کپلر کدام مورد را در نظریهٔ خورشید مرکزی نیکولاس کوپرنیک اصلاح کرد؟

۱) چگونگی فاصلهٔ سیاره‌ها با خورشید
۲) نتیجهٔ چرخش زمین به دور خورشید
۳) ترتیب قرارگیری سیاره‌ها در مدار
۴) چرخش سیاره‌هایی به‌جز زمین به دور خورشید

۱۸- کدام‌یک از موارد زیر، به طور مشترک در نظریه‌های نجومی بطلمیوس و کوپرنیک مطرح شده است؟

۱) حرکت ظاهری و روزانهٔ خورشید در آسمان
۲) گردش ساعتگرد سیارهٔ مریخ در مدار دایره‌ای خود
۳) زمان گردش یک دور جرم آسمانی فرضی به دور سیارهٔ مرکزی
۴) گردش تعدادی جرم آسمانی در مدار دایره‌ای به دور جرم مرکزی

۱۹- کدام گزینه با نظریهٔ «نیکولاس کوپرنیک» مغایرت دارد؟

۱) حرکت روزانهٔ خورشید در آسمان ظاهری است.
۲) حرکت سیارات در زمان‌های مختلف مطالعه شد.
۳) سیارات در جهت عقربه‌های ساعت به دور خورشید می‌گردند.
۴) زمین همراه با ماه، مانند دیگر سیاره‌ها در مدار دایره‌ای می‌گردند.

۲۰- همهٔ عبارت‌ها مفهوم درستی از «نظریهٔ زمین مرکزی» بیان می‌کنند، به‌جز:

۱) خورشید در مداری دایره‌ای‌شکل بین زهره و مریخ به دور زمین گردش می‌کند.
۲) دانشمند یونانی با اندازه‌گیری‌های دقیق و تفسیر یافته‌های علمی به این نظریه رسید.
۳) اورانوس در آن زمان شناخته نشده بود و جزء سیاراتی که به دور زمین می‌چرخند قرار نداشت.
۴) بطلمیوس بیش از دو هزار سال پیش به این نتیجه رسید که سیارات در جهت پادساعتگرد می‌چرخند.

۲۱- براساس قوانین یوهانس کپلر می‌توان گفت .....

۱) زمان یک دور گردش سیارات به دور خورشید، با افزایش فاصلهٔ آن‌ها از خورشید زیاد می‌شود.
۲) مدار حرکت همهٔ سیارات به دور خورشید دایره‌ای‌شکل است و خورشید در مرکز دایره قرار گرفته است.
۳) زمین، شکلی کروی دارد و در یک مدار بیضی‌شکل به دور خورشید که در مرکز بیضی قرار دارد، می‌چرخد.
۴) هر سیاره چنان به دور خورشید می‌گردد که در زمستان‌ها از خورشید دور و در تابستان‌ها به آن نزدیک می‌شود.

۲۲- تفاوت اساسی نظریهٔ یوهانس کپلر و نیکولاس کوپرنیک در کدام مورد است؟

۱) جهت حرکت وضعی سیارات ۲) شکل هندسی مدار سیارات ۳) جهت حرکت انتقالی سیارات ۴) مدت‌زمان گردش انتقالی سیارات

۲۳- در ارتباط با گردش سیارات، کدام گزینه با قوانین کپلر مغایرت دارد؟

۱) جهت گردش سیارات به دور خورشید، پادساعت‌گرد می‌باشد.

۲) محل قرارگیری خورشید، در مرکز مدار بیضوی شکل سیارات می‌باشد.

۳) زمان یک دور گردش سیاره، با افزایش فاصله از خورشید افزایش می‌یابد.

۴) خطی که سیاره و خورشید را به هم وصل می‌کند، در زمان‌های مساوی مساحت‌های مساوی ایجاد می‌کند.

۲۴- کدام گزینه، در رابطه با مهم‌ترین نظریه‌های مربوط به منظومه شمسی نادرست است؟

۱) کپلر، در قانون اول خود بیان کرد که خورشید همواره در یکی از دو کانون مدار بیضوی سیارات قرار دارد.

۲) کوپرنیک، بیان کرد که حرکت روزانهٔ خورشید در آسمان، ظاهری و نتیجهٔ چرخش زمین به دور محور خود است.

۳) ابوسعید سجزی، با اندازه‌گیری‌های دقیق و تفسیر درست یافته‌های علمی ایرادهایی بر نظریهٔ زمین‌مرکزی وارد کرد.

۴) بطلمیوس، با مشاهدهٔ حرکت ظاهری زمین و خورشید، به این نتیجه رسید که زمین، در مرکز عالم قرار دارد.

۲۵- کدام گزینه عبارت زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟

«در نظریه‌ای از منظومهٔ شمسی که ـــــــ»

۱) خواجه نصیرالدین طوسی با بررسی دقیق یادداشت‌های ستاره‌شناسان از آن انتقاد کرد، گردش سیارات پادساعتگرد است.

۲) مدار گردش سیارات دایره‌ای نیست، در طی یک سال خورشید همواره در کانون و در فاصلهٔ یکسان از سیارهٔ ما قرار دارد.

۳) مطالعهٔ حرکت سیارات در زمان‌های مختلف در ارائهٔ آن مؤثر بود، مدار مریخ بین خورشید و مشتری قرار دارد.

۴) از نظر مدار گردش شبیه نظریهٔ زمین‌مرکزی است، دلیل حرکت ظاهری خورشید حرکت وضعی زمین اعلام شد.

۲۶- کدام عبارت درست بیان شده است؟

۱) در نظریهٔ زمین‌مرکزی، زمان گردش ماه و پنج سیارهٔ دیگر به دور زمین، با افزایش فاصله از زمین افزایش می‌یابد.

۲) در نظریهٔ خورشیدمرکزی، حرکت خورشید در آسمان، ظاهری و نتیجهٔ چرخش زمین به دور محور خورشید است.

۳) در نظریهٔ زمین‌مرکزی، جهت گردش سیارات به دور زمین، عکس گردش سیارات در نظریهٔ خورشیدمرکزی است.

۴) در نظریهٔ خورشیدمرکزی، مدار چرخش سیارات دایره‌ای می‌باشد و حرکت آن‌ها خلاف عقربه‌های ساعت است.

۲۷- طبق قانون دوم کپلر وقتی سیاره‌ای به حضیض خورشیدی نزدیک شود، ـــــــ حداقل و ـــــــ حداکثر می‌شود.

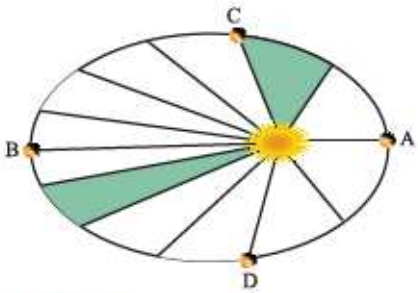
۱) مقدار واحد نجومی ـ سرعت گردش انتقالی

۲) مساحت ایجادشده در فضا ـ گرانش متقابل

۳) کمان طی‌شده ـ مساحت ایجادشده

۴) سرعت چرخش وضعی ـ سرعت چرخش انتقالی

۲۸- کدام موارد با توجه به شکل مقابل، به درستی بیان شده‌اند؟



الف) از **B** تا **D**، سرعت گردش زمین به تدریج کاهش می‌یابد.

ب) از **A** تا **C**، سرعت گردش زمین به تدریج افزایش می‌یابد.

ج) از **D** تا **A**، سرعت گردش زمین به تدریج افزایش می‌یابد.

د) از **C** تا **B**، سرعت گردش زمین به تدریج کاهش می‌یابد.

۱) الف و ب

۲) الف و ج

۳) ب و د

۴) ج و د

(آزمون فیلی‌سبز)

۲۹- کدام گزینه در رابطه با نظریه‌های ارائه‌شده در مورد منظومهٔ شمسی صحیح است؟

۱) کوپرنیک با مطالعهٔ حرکت ظاهری خورشید و ماه نظریهٔ خورشید مرکزی را ارائه کرد.

۲) کپلر دریافت که سیارات در مدارهای بیضوی در جهت ساعتگرد به دور خورشید حرکت می‌کنند.

۳) کوپرنیک در نظریهٔ خود، حرکت خورشید در آسمان را نتیجهٔ چرخش زمین به دور محور خود دانست.

۴) بطلمیوس زهره را سومین سیارهٔ نظریهٔ زمین مرکزی و نزدیک‌ترین سیاره به عطارد در نظر گرفت.

۳۰- در کدام زمینه، به نظریهٔ خورشیدمرکزی کوپرنیک، ایراد وارد است؟ (سراسری ۹۸)

۱) شکل مدار گردش سیارات

۲) در نظر نگرفتن حرکت چرخشی سیارات

۳) همراهی ماه و زمین در گردش انتقالی به دور خورشید

۴) ظاهری‌بودن حرکت روزانهٔ خورشید از چشم ناظر زمینی

۳۱- کدام عبارت را درست‌تر می‌دانید؟ (سراسری ۱۴۰۰)

۱) حرکت روزانهٔ خورشید در آسمان ظاهری و نتیجهٔ گردش زمین به دور خورشید است.

۲) هر چه فاصلهٔ زمین تا خورشید کم‌تر شود، سرعت حرکت انتقالی زمین هم کم‌تر می‌شود.

۳) بین زمان گردش زمین به دور خورشید و فاصلهٔ زمین تا خورشید رابطه‌ای ریاضی برقرار است.

۴) زمین همراه با ماه در مدار دایره‌ای و مخالف حرکت عقربه‌های ساعت به دور خورشید می‌گردد.

۳۲- اولین شخصی که نظریهٔ خورشید مرکزی را ارائه داد، برای حرکت زمین و سایر سیارات چگونه مداری و با کدام جهت را نسبت به حرکت عقربه‌های ساعت در نظر گرفت؟ (سراسری ۱۴۰۱)

۱) دایره‌ای، مخالف ۲) دایره‌ای، موافق ۳) بیضوی، مخالف ۴) بیضوی، موافق

۳۳- کدام شکل، می‌تواند نمایش نظریهٔ «زمین مرکزی» باشد؟ (خارج از کشور ۱۴۰۱)

مریخ ◎، زهره ○، عطارد ⊕، ماه ⊖، زمین ● و خورشید ✹

۱)

۲)

۳)

۴)

۳۴- بر مبنای کدام مشاهده، بطلمیوس، نظریهٔ «زمین‌مرکزی» را ارئه داد؟ (سراسری نوبت اول ۱۴۰۲)

۱) تغییرات منظم مدت شب و روز در سال ۲) ثابت‌بودن فاصلهٔ ماه و خورشید با زمین

۳) حرکت شبانه‌روزی ماه و خورشید ۴) توالی منظم فصل‌ها در منطقهٔ معتدله

۳۵- اگر زمان چرخش سیاره‌ای به دور خورشید حدود ۸ سال به طول انجامد، فاصلهٔ آن سیاره تا خورشید حدود چند میلیون کیلومتر است؟

۱) ۱۲۰۰ ۲) ۶۰۰ ۳) ۴ ۴) ۶۴

۳۶- فاصلهٔ سیاره‌ای تا زمین، دو برابر فاصلهٔ زمین تا خورشید است. مدت‌زمان گردش این سیاره به دور خورشید برابر چند سال زمینی است؟

۱) $2\sqrt{2}$ ۲) $\sqrt[3]{9}$ ۳) $3\sqrt{3}$ ۴) $\sqrt[3]{4}$

۳۷- اگر فاصلهٔ سیاره‌ای تا خورشید ۹ برابر فاصلهٔ زمین تا خورشید باشد، چند سال طول می‌کشد تا این سیاره، یک بار دور خورشید بچرخد؟

۱) ۱ ۲) ۳ ۳) ۲۷ ۴) ۸۱

۳۸- اگر مدار سیاره‌ای در فاصلهٔ 24×10^8 کیلومتری خورشید قرار داشته باشد. زمان گردش آن به دور خورشید، چند سال است؟

۱) ۲۷ ۲) ۳۲ ۳) ۶۴ ۴) ۱۲۵

۳۹- سیاره‌ای در فاصلهٔ ۷۱۸ میلیون کیلومتری زمین قرار دارد. نور خورشید حدود چند دقیقه طول می‌کشد تا به این سیاره برسد؟

۱) ۲۹ ۲) ۴۸ ۳) ۵۱ ۴) ۳۶

۴۰- با فرض این‌که ۱۶۶ دقیقه طول بکشد تا نور ستاره‌ای به زمین برسد، فاصلهٔ این ستاره تا زمین برابر چند کیلومتر است؟

۱) $1/2\times10^6$ ۲) 3×10^9 ۳) $4/5\times10^8$ ۴) 8×10^5

۴۱- فاصلهٔ سیاره‌ای فرضی از زمین برابر ۱۲۴/۴۴ واحد نجومی است. زمان یک دور گردش این سیاره به دور خورشید تقریباً برابر چند سال زمینی است؟

۱) ۱۲۵۷ ۲) ۱۵۰۸ ۳) ۱۳۸۲ ۴) ۱۴۰۵

۴۲- زمان یک دور گردش سیاره‌ای به دور خورشید برابر $5\sqrt{5}$ سال زمینی است. فاصلهٔ این سیاره از خورشید برابر چند دقیقه است؟

۱) ۲۴/۹ ۲) ۳۳/۲ ۳) ۴۱/۵ ۴) ۵۸/۱

۴۳- اگر فاصلهٔ مدار سیاره‌ای تا مدار گردش زمین 450×10^6 km باشد، طول سال در این سیاره، چند ماه زمینی به طول می‌انجامد؟

۱) ۵۸ ۲) ۷۲ ۳) ۸۴ ۴) ۹۶

۴۴- سیاره‌های فرضی **A** و **B** به ترتیب هر ۸ و ۲۷ سال، یک بار به دور خورشید می‌گردند. وقتی این سیاره‌ها، زمین و خورشید در یک راستا قرار گیرند، آن‌گاه نسبت فاصلهٔ بین مدار سیارهٔ **A** و خورشید به فاصلهٔ مدار سیارهٔ **B** و زمین، برابر چند است؟

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۰/۵ ۴) ۰/۲۵

۴۵- نور ستاره‌ای حدود ۳۹ دقیقهٔ نوری طول می‌کشد تا به زمین برسد. وقتی این ستاره، زمین و خورشید در یک راستا قرار می‌گیرند، ستاره و خورشید حدود چند میلیون کیلومتر از یکدیگر فاصله دارند؟

۱) ۶۲۵ ۲) ۷۰۵ ۳) ۸۵۵ ۴) ۹۳۵

۴۶- سیارهٔ **A**، ۸۱ واحد نجومی و سیارهٔ **B**، ۱۲۱ واحد نجومی با خورشید فاصله دارد. هنگامی که سیارهٔ **B** یک دور به دور خورشید بچرخد، سیارهٔ **A** پس از چند سال سومین دور خود را تکمیل می‌کند؟

۱) ۷۲۸ ۲) ۷۶۲ ۳) ۸۳۴ ۴) ۸۵۶

۴۷- دو سیارهٔ **x** و **y** به دور خورشید در حال گردش هستند. فاصلهٔ مدار گردش آن‌ها از یکدیگر یک واحد نجومی است. اگر مدار گردش سیارهٔ **x** به خورشید نزدیک‌تر و زمان گردش سیارهٔ **y** برابر با $2\sqrt{2}$ سال زمینی به طول انجامد، نام سیارهٔ **x** چیست؟

۱) عطارد ۲) زهره ۳) زمین ۴) مریخ

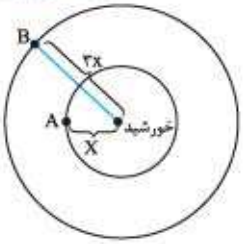
۴۸- پنجمین سیاره‌ای که در نظریهٔ زمین‌مرکزی دور زمین قرار گرفته است، هر ۹۴ ماه یک بار به دور خورشید می‌چرخد. نام این سیاره کدام است و چند دقیقهٔ نوری طول می‌کشد تا نور خورشید به این سیاره برسد؟

۱) زحل ـ ۲ / ۲۳ ۲) مریخ ـ ۲ / ۲۳ ۳) زحل ـ ۲ / ۳۳ ۴) مریخ ـ ۲ / ۳۳

۴۹- فرض کنید با سفینه‌ای که با سرعت نور حرکت می‌کند از زمین به سمت سیاره‌ای می‌رویم. اگر پس از طی زمان ۲۴ / ۹ دقیقه به این سیاره برسیم با فرض این‌که زمین و سیاره در یک سوی خورشید باشند، مدت‌زمان گردش این سیاره به دور خورشید تقریباً چند سال است؟ (المپیاد علوم زمین ۹۹)

۱) ۲۷ ۲) $\sqrt{۲۷}$ ۳) ۸ ۴) $\sqrt{۸}$

۵۰- با توجه به شکل مقابل، مدت‌زمان حرکت انتقالی سیارهٔ **A** نسبت به **B** چه‌قدر است؟ (آزمون فیلی‌سبز)



۱) $۲\sqrt{۳}$
۲) $\frac{\sqrt{۳}}{۹}$
۳) $۲\sqrt{۳}$
۴) $\frac{\sqrt{۳}}{۶}$

۵۱- اندازه‌گیری‌های نجومی دربارهٔ دو سیارهٔ **A** و **B** نشان می‌دهد که سیارهٔ **A**، ۳۵ واحد نجومی و سیارهٔ **B**، ۴۸ واحد نجومی با زمین فاصله دارد. در مدت‌زمان ۶۸۶ سال زمینی کدام رابطهٔ موجود در گزینه‌های زیر، تعداد گردش آن‌ها به دور خورشید را به درستی نشان می‌دهد؟ (تعداد گردش سیاره به دور خورشید = **n**) (آزمون فیلی‌سبز)

۱) $n_A < n_B$ ۲) $n_B < ۴ < n_A$ ۳) $n_B < n_A < ۴$ ۴) $n_B + ۲ < n_A$

۵۲- اگر یک واحد نجومی را برابر با $۱/۵\times۱۰^{۸}$ km فرض کنیم. نور، فاصلهٔ متوسط زمین تا خورشید را در کدام زمان طی می‌کند؟ (سراسری ۹۸)

۱) ۸′۲۰″ ۲) ۸′۳″ ۳) ۴۸۰′۲۰″ ۴) ۵۰۰′۰″

۵۳- شهابی تقریباً هر ۸ سال، یک بار به دور خورشید می‌گردد. وقتی این شهاب، زمین و خورشید در یک راستا قرار می‌گیرند، شهاب و زمین، حدود چند واحد نجومی از یکدیگر فاصله دارند؟ (خارج از کشور ۹۸)

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۲۳

۵۴- نور خورشید حدود ۸ دقیقه طول می‌کشد تا به زمین برسد. نور خورشید، حدود چند دقیقه طول می‌کشد تا به سیارکی که هر ۸ سال یک بار دور خورشید می‌چرخد، برسد؟ (سراسری ۱۴۰۰)

۱) ۶۴ ۲) ۳۲ ۳) ۲۲ / ۶ ۴) ۱۶

۵۵- زمین بین سیارکی و خورشید در یک راستا قرار گرفته است. در این حالت سیارک ۲ واحد نجومی با زمین فاصله دارد. حرکت انتقالی این سیارک تقریباً چند سال است؟ (خارج از کشور ۱۴۰۰)

۱) ۱/۶ ۲) ۲/۸ ۳) ۳ ۴) ۵ / ۲

حرکات زمین

۵۶- کدام مورد را می‌توان علت ایجاد فصل‌ها در نقاط مختلف کرهٔ زمین دانست؟

۱) حرکت وضعی زمین به دور محور فرضی
۲) انحراف محور زمین نسبت به مدار انتقالی
۳) تفاوت عرض جغرافیایی با طول جغرافیایی
۴) مساوی‌بودن مساحت طی‌شده در مدار انتقالی

۵۷- کدام گزینه، دلیلی برای عبارت زیر می‌باشد؟

«زوایای تابش خورشید در یک عرض جغرافیایی در طول سال تفاوت دارد.»

۱) گردش زمین بر روی مدار بیضوی به دور خورشید
۲) یکسان نبودن فاصلهٔ زمین نسبت به خورشید در طول سال
۳) چرخش زمین به دور محورش در جهت خلاف عقربه‌های ساعت
۴) انحراف محور زمین، نسبت به خط عمود بر سطح مدار گردش زمین

۵۸- کدام گزینه عبارت زیر را به طور مناسب تکمیل می‌کند؟

«_____ در شکوفه‌زدن درختان و _____ در تفاوت زاویهٔ تابش خورشید در عرض‌های جغرافیایی مختلف مؤثرند.»

۱) حرکت وضعی ـ تمایل محور زمین
۲) حرکت انتقالی ـ تمایل محور زمین
۳) حرکت وضعی ـ کروی‌بودن زمین
۴) حرکت انتقالی ـ کروی‌بودن زمین

۵۹- بیشترین اختلاف مدت شبانه‌روز را در فاصلهٔ کدام‌یک از مدارها می‌توان مشاهده کرد؟

۱) صفر درجه تا رأس‌الجدی
۲) ۵ / ۲۳ تا ۵ / ۶۶ درجهٔ شمالی
۳) ۵ / ۱۲ تا ۵ / ۲۳ درجهٔ جنوبی
۴) صفر درجه تا رأس‌السرطان

۶۰- روی مدار استوا میله‌ای را به صورت عمود بر زمین نصب کرده‌ایم. طول سایهٔ این میله به هنگام ظهر شرعی چه روزهایی، تقریباً یکسان است؟

۱) اول تیر و اول دی ۲) اول مهر و اول تیر ۳) اول فروردین و اول تیر ۴) همهٔ روزهای سال

پاسخ‌نامهٔ تشریحی

۱- گزینهٔ ۲ یکی از بزرگ‌ترین کهکشان‌های شناخته‌شده، کهکشان راه شیری است و منظومهٔ شمسی در لبهٔ یکی از بازوهای آن قرار دارد.

۲- گزینهٔ ۳ اگر در شب‌های صاف و بدون ابر، در مکانی که آلودگی نوری ندارد، به آسمان نگاه کنیم، نواری مه‌مانند و کم‌نور، شامل انبوهی از اجرام می‌بینیم. این نوار، کهکشان راه شیری نام دارد.

۳- گزینهٔ ۲ ویژگی‌های کهکشان راه شیری: ۱ مارپیچی‌شکل
۲ یکی از بزرگ‌ترین کهکشان‌های شناخته‌شده است.
۳ قطر = ۱۰۰ هزار سال نوری
ضخامت = ۱۰ هزار سال نوری $= \frac{۱۰۰۰۰}{۱۰۰۰۰۰} = ۰/۱$
۴ منظومهٔ شمسی در لبهٔ یکی از بازوهای آن قرار دارد.
۵ در شب‌های صاف و بدون ابر، در مکانی که آلودگی نوری ندارد، به صورت نواری مه‌مانند و کم‌نور، شامل انبوهی از اجرام دیده می‌شود.

۴- گزینهٔ ۳ کهکشان‌ها از تعداد زیادی ستاره، سیاره و فضای بین ستاره‌ای (اغلب گاز و گرد و غبار) تشکیل شده‌اند که تحت تأثیر نیروی گرانش متقابل، یکدیگر را نگه داشته‌اند.

۵- گزینهٔ ۲ طبق شکل کتاب درسی، منظومهٔ شمسی (خورشید و سیارات آن) در لبهٔ یکی از بازوهای مارپیچی قرار دارد. مریخ هم در منظومهٔ شمسی است، پس □ جایگاه تمام سیارات منظومهٔ شمسی و خورشید است.

۶- گزینهٔ ۱ با توجه به شکل کهکشان راه شیری، نسبت ضخامت (□) ده هزار سال نوری به قطر (□) صد هزار سال نوری برابر ۰/۱ است.

۷- گزینهٔ ۱ کهکشان‌ها، از تعداد زیادی ستاره، سیاره و فضای بین ستاره‌ای (اغلب گاز و گردوغبار) تشکیل شده‌اند که تحت تأثیر نیروی گرانش متقابل، یکدیگر را نگه داشته‌اند.

۸- گزینهٔ ۱ در کیهان، صدها میلیارد کهکشان وجود دارد. کهکشان‌ها، از تعداد زیادی ستاره، سیاره، فضای بین ستاره‌ای (اغلب گاز و گردوغبار) تشکیل شده‌اند، که تحت تأثیر نیروهای گرانش متقابل، یکدیگر را نگه داشته‌اند. اندازه‌گیری‌های نجومی نشان می‌دهند که کیهان در حال گسترش است و کهکشان‌ها در حال دورشدن از یکدیگر هستند. کهکشان راه شیری، شکلی مارپیچی دارد که منظومهٔ شمسی ما، در لبهٔ یکی از بازوهای آن قرار دارد.

۹- گزینهٔ ۳ براساس نظریهٔ «زمین‌مرکزی» بطلمیوس، زمین ثابت است و ماه و خورشید و پنج سیارهٔ شناخته‌شدهٔ آن روزگار، یعنی عطارد، زهره، مریخ، مشتری و زحل، در مدارهایی دایره‌ای به دور زمین می‌گردند.
نکته خورشید ستاره و ماه قمر محسوب می‌شوند. نه سیاره!

۱۰- گزینهٔ ۱ با توجه به شکل و طرح نظریهٔ زمین‌مرکزی، مدار گردش خورشید بین سیاره‌های زهره و مریخ قرار گرفته است.

۱۱- گزینهٔ ۴ کوپرنیک نظریهٔ خورشیدمرکزی را به این صورت بیان کرد:
۱ زمین همراه با ماه و سایر سیاره‌ها در مدار دایره‌ای و به صورت پادساعتگرد به دور خورشید می‌گردد.
۲ حرکت روزانهٔ خورشید در آسمان، ظاهری و نتیجهٔ چرخش زمین به دور محور خود است. بیضی‌بودن مدار گردش سیارات برای اولین بار توسط یوهانس کپلر مطرح شد.

۱۲- گزینهٔ ۱ در هر دو نظریه شکل مدار حرکت سیارات دایره‌ای و جهت حرکت سیارات خلاف حرکت عقربه‌های ساعت بیان شده است.

۱۳- گزینهٔ ۱ نیکلاس کوپرنیک نظریهٔ خورشیدمرکزی را به شرح زیر بیان کرد:
- زمین همراه با ماه، مانند دیگر سیاره‌ها در مدار دایره‌ای و مخالف حرکت عقربه‌های ساعت به دور خورشید می‌گردد.
- حرکت روزانهٔ خورشید در آسمان، ظاهری (از شرق به غرب) و نتیجهٔ چرخش زمین به دور محور خود است.

۱۴- گزینهٔ ۲ موارد (ب) و (ج) به درستی تکمیل می‌کنند.
بررسی همهٔ موارد:
الف مدار گردش ماه بین زمین و عطارد قرار دارد.
ب مدار گردش مریخ، بین مشتری و خورشید قرار دارد.
ج مدار گردش زهره، بین عطارد و خورشید قرار دارد.
د مدار گردش عطارد بین ماه و زهره قرار دارد.

۱۵- گزینهٔ ۴ نیکولاس کوپرنیک، ستاره‌شناس لهستانی که با علم ریاضی نیز به خوبی آشنا بود، با مطالعهٔ حرکت سیارات در زمان‌های مختلف، نظریهٔ خورشیدمرکزی را بیان کرد.

۱۶- گزینهٔ ۴ با توجه به شکل نظریهٔ زمین‌مرکزی، می‌توان گفت زحل آخرین و دورترین سیاره‌ای است که به دور زمین در گردش است.

۱۷- گزینهٔ ۱ یوهانس کپلر برخلاف کوپرنیک با بررسی یادداشت‌های ستاره‌شناسان دریافت که سیارات در مدارهای بیضوی به دور خورشید حرکت می‌کنند و خورشید همواره در یکی از دو کانون آن قرار دارد. بنابراین فاصلهٔ سیاره‌ها با خورشید که در نظریهٔ کوپرنیک همواره ثابت بوده را نقض و اصلاح کرد.

۱۸- گزینهٔ ۴ براساس نظریهٔ بطلمیوس، زمین ثابت است و ماه و خورشید و پنج سیارهٔ شناخته‌شدهٔ آن روزگار، یعنی عطارد، زهره، مریخ، مشتری و زحل، در مدارهایی دایره‌ای به دور زمین می‌گردند. براساس نظریهٔ کوپرنیک، زمین همراه با ماه، مانند دیگر سیاره‌ها در مدار دایره‌ای به دور خورشید می‌گردد.

۱۹- گزینهٔ ۳ نیکولاس کوپرنیک، ستاره‌شناس لهستانی که با علم ریاضی نیز به خوبی آشنا بود، با مطالعهٔ حرکت سیارات در زمان‌های مختلف، نظریهٔ خورشیدمرکزی را بیان کرد:
- زمین همراه با ماه، مانند دیگر سیاره‌ها در مدار دایره‌ای و مخالف حرکت عقربه‌های ساعت به دور خورشید می‌گردد.
- حرکت روزانهٔ خورشید در آسمان، ظاهری و نتیجهٔ چرخش زمین به دور محور خود است.

۲۰- گزینهٔ ۲ بطلمیوس، دانشمند یونانی بیش از دو هزار سال پیش، با مشاهدهٔ حرکت ظاهری ماه و خورشید به این نتیجه رسید که زمین، در مرکز عالم قرار دارد و اجرام آسمانی دیگر به دور آن می‌گردند. براساس نظریهٔ زمین‌مرکزی، زمین، ثابت است و ماه، خورشید و پنج سیارهٔ شناخته‌شدهٔ آن روزگار یعنی عطارد، زهره، مریخ، مشتری و زحل در مدارهایی دایره‌ای‌شکل به دور زمین می‌گردند.

۲۱- گزینهٔ ۱ قانون سوم کپلر: زمان یک دور گردش سیارات به دور خورشید، با افزایش فاصلهٔ آن‌ها از خورشید زیاد می‌شود ($p^۲ \propto d^۳$).

۲۲- گزینهٔ ۲ نیکولاس کوپرنیک مدار حرکت سیارات به دور خورشید را «دایره‌ای» در نظر گرفت، اما یوهانس کپلر مدار حرکت سیارات به دور خورشید را «بیضی» شکل مطرح کرد.

۲۳- گزینهٔ ۲ با توجه به نظریهٔ کپلر، هر سیاره در مداری بیضوی، چنان به دور خورشید حرکت می‌کند، که خورشید همواره در یکی از دو کانون (نه مرکز) آن قرار گرفته است.

۲۴- گزینهٔ ۴ بطلمیوس، دانشمند یونانی بیش از دو هزار سال پیش، با مشاهدهٔ حرکت ظاهری ماه و خورشید، به این نتیجه رسید که زمین، در مرکز عالم قرار دارد و اجرام آسمانی دیگر به دور آن می‌گردند.

۲۵- گزینهٔ ۴ مدار گردش سیارات در نظریهٔ زمین‌مرکزی بطلمیوس همانند نظریهٔ خورشیدمرکزی کوپرنیک دایره‌ای است.

۲۶- گزینهٔ ۴ نظریهٔ خورشیدمرکزی:

- زمین به همراه ماه و دیگر سیارات در مدارهایی دایره‌ای‌شکل و به صورت پادساعتگرد به دور خورشید می‌گردد.
- حرکت روزانهٔ خورشید در آسمان، ظاهری است و نتیجهٔ چرخش زمین به دور محور خود است.

۲۷- گزینهٔ ۱ در زمان حضیض خورشیدی (اول دی‌ماه) مقدار واحد نجومی به حداقل می‌رسد. مثلاً برای سیارهٔ زمین ۱۴۷ میلیون کیلومتر خواهد شد و سرعت گردش سیاره به حداکثر خواهد رسید.

۲۸- گزینهٔ ۴ موارد (ج) و (د) درست‌اند.

در اول دی‌ماه زمین در کم‌ترین فاصله از خورشید قرار دارد و سرعت گردش آن به حداکثر مقدار خود می‌رسد، سپس از اول دی‌ماه تا اول تیر، سرعت گردش به تدریج کم‌تر شده در نتیجه حرکت زمین از نوع کندشونده خواهد بود.

در اول تیرماه زمین در بیشترین فاصله از خورشید قرار دارد و سرعت گردش آن به حداقل مقدار خود می‌رسد، سپس از اول تیرماه تا اول دی، سرعت گردش به تدریج بیشتر شده در نتیجه حرکت زمین از نوع تندشونده خواهد بود.

۲۹- گزینهٔ ۳ بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ ۱: نیکولاس کوپرنیک با مطالعهٔ حرکت سیارات در زمان‌های مختلف، نظریهٔ خورشیدمرکزی را بیان کرد.

گزینهٔ ۲: جهت حرکت سیارات در تمام نظرات پادساعتگرد است.

گزینهٔ ۳: حرکت روزانهٔ خورشید در آسمان، ظاهری و نتیجهٔ چرخش زمین به دور محور خود است.

گزینهٔ ۴: زهره دومین سیاره در نظریهٔ بطلمیوس و نزدیک‌ترین سیاره به عطارد است. (ماه قمر و خورشید ستاره است. سیاره نیستند!)

۳۰- گزینهٔ ۱ پس از آن‌که کوپرنیک، نظریهٔ خورشیدمرکزی را مطرح کرد، یوهانس کپلر، به بررسی دقیق یادداشت‌های ستاره‌شناسان پرداخت و دریافت که سیارات در مدارهای بیضوی، به دور خورشید در حرکت می‌باشند (نه دایره‌ای!).

۳۱- گزینهٔ ۳ طبق قانون سوم کپلر، زمان یک دور گردش سیاره به دور خورشید (T) با افزایش فاصله از خورشید (d) افزایش می‌یابد و بین آن‌ها رابطهٔ $T^2 \propto d^3$ برقرار است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

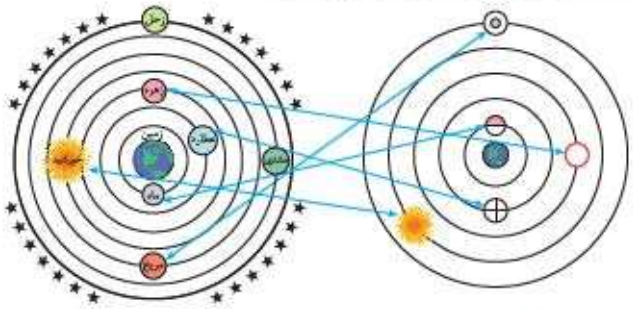
گزینهٔ ۱: حرکت روزانهٔ خورشید در آسمان ظاهری است و نتیجهٔ گردش زمین به دور محور خود است. (حرکت وضعی)

گزینهٔ ۲: هر چه سیاره (زمین) به خورشید نزدیک‌تر باشد، مدار گردش آن به دور خورشید کوچک‌تر است و سیاره فاصلهٔ موجود را با سرعت بیشتری و در زمان کم‌تری طی می‌کند.

گزینهٔ ۴: مدار گردش زمین به دور خورشید بیضی‌شکل و به صورت پادساعتگرد است.

۳۲- گزینهٔ ۱ در نظریهٔ خورشیدمرکزی کوپرنیک، مدار گردش سیارات به دور زمین دایره‌ای‌شکل و جهت چرخش پادساعتگرد تصور می‌شد.

۳۳- گزینهٔ ۳ به شکل کتاب توجه کنید:



۳۴- گزینهٔ ۳ بطلمیوس، دانشمند یونانی بیش از دو هزار سال پیش، با مشاهدهٔ حرکت ظاهری ماه و خورشید، به این نتیجه رسید که زمین، در مرکز عالم قرار دارد و اجرام آسمانی دیگر به دور آن می‌گردند.

۳۵- گزینهٔ ۲ با توجه به این‌که فاصلهٔ متوسط زمین از خورشید برابر ۱۵۰ میلیون کیلومتر است که برابر با یک واحد ستاره‌شناسی (واحد نجومی) است، داریم:

$$p^2 = d^3 \Rightarrow 8^2 = d^3 \Rightarrow d = 4 \text{ واحد نجومی}$$

$$4 \times 150,000,000 = 600,000,000 \text{ km}$$

۳۶- گزینهٔ ۳ با توجه به این‌که فاصلهٔ سیاره تا زمین برابر ۲ واحد نجومی هست، پس فاصلهٔ سیارهٔ مورد نظر تا خورشید برابر ۳ واحد نجومی خواهد بود.

$$p^2 = d^3 \Rightarrow p^2 = 3^3 \Rightarrow p = 3\sqrt{3}$$

۳۷- گزینهٔ ۳

$$p^2 = d^3 \Rightarrow p^2 = (9)^3 \Rightarrow p = 27 \text{ سال}$$

۳۸- گزینهٔ ۳

واحد نجومی ۱	۱۵۰,۰۰۰,۰۰۰ km
x	24×10^8 km

$$x = \frac{24 \times 10^8}{150000000} = \frac{2400}{150} = 16 \Rightarrow x = 16 \Rightarrow d = 16 \text{ واحدنجومی}$$

$$p^2 = d^3 \Rightarrow p^2 = (16)^3 \Rightarrow p = 64$$

۳۹- گزینهٔ ۲

$$\begin{cases} \text{واحد نجومی ۱} = \text{فاصلهٔ زمین تا خورشید} = 150 \times 10^6 \text{ km} \\ \text{فاصلهٔ سیاره تا خورشید} = (718 \times 10^6 \text{ km}) \\ + (150 \times 10^6 \text{ km}) = 868 \times 10^6 \text{ km} \end{cases}$$

$$\frac{150 \times 10^6 \text{ km}}{868 \times 10^6 \text{ km}} \equiv \frac{\text{دقیقهٔ نوری } 8/3}{x} \Rightarrow x = 48 \text{ دقیقهٔ نوری}$$

۴۰- گزینهٔ ۲ با توجه به این‌که فاصلهٔ متوسط زمین تا خورشید (۱۵۰ میلیون کیلومتر) معادل ۸/۳ دقیقهٔ نوری است، داریم:

دقیقه	میلیون کیلومتر
8/3	150
166	x

$$\frac{8/3}{166} = \frac{150}{x} \Rightarrow x = 3000 \text{ میلیون کیلومتر} = 3 \times 10^9 \text{ کیلومتر}$$

۴۱- گزینهٔ ۴ برای استفاده از رابطهٔ کپلر بایستی فاصلهٔ ستاره را از خورشید به دست آوریم:

$$\begin{cases} \text{۱ واحد نجومی} = \text{فاصلهٔ زمین تا خورشید} \\ \text{فاصلهٔ ستاره تا خورشید} = 125/44 + 1 = 124/44 \text{ واحد نجومی} \end{cases}$$

$$p^2 = d^3 \Rightarrow p^2 = (125/44)^3 \Rightarrow p = 1405 \text{ سال زمینی}$$

۴۲- گزینهٔ ۳ با توجه به رابطهٔ قانون سوم کپلر، فاصله را به دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} p^۲ = d^۳ \\ p = ۵\sqrt{۵} \text{ سال} \\ \text{دقیقهٔ نوری } ۸/۳ = ۱ \text{ واحد نجومی} = \text{فاصلهٔ زمین تا خورشید} \end{cases}$$

$$\Rightarrow (۵\sqrt{۵})^۲ = d^۳ \Rightarrow d = ۵ \text{ واحد نجومی}$$

تبدیل واحد نجومی به دقیقهٔ نوری

$$\Rightarrow d = ۵ \times ۸/۳ = ۴۱/۵ \text{ دقیقهٔ نوری}$$

۴۳- گزینهٔ ۴

$$\begin{cases} ۱ \text{ واحد نجومی} = ۱۵۰ \times ۱۰^۶ \text{ km} = \text{فاصلهٔ زمین تا خورشید} \\ \text{فاصلهٔ سیاره تا خورشید} = (۴۵۰ \times ۱۰^۶ \text{ km}) + (۱۵۰ \times ۱۰^۶ \text{ km}) \\ = ۶ \times ۱۰^۸ \text{ km} \end{cases}$$

فاصلهٔ سیاره تا خورشید $d = ۶ \times ۱۰^۸ \text{ km}$

$$\xrightarrow{\text{تبدیل به واحد نجومی}} d = \frac{۶ \times ۱۰^۸ \text{ km}}{۱۵۰ \times ۱۰^۶ \text{ km}} = ۴ \text{ واحد نجومی}$$

$$p^۲ = d^۳ \Rightarrow p^۲ = (۴)^۳ \Rightarrow p = ۸ \text{ سال} = ۸ \times ۱۲ = ۹۶ \text{ ماه}$$

۴۴- گزینهٔ ۳ براساس رابطهٔ کپلر داریم:

$p^۲ = d^۳ \Rightarrow ((۲)^۳)^۲ = d^۳ \Rightarrow \square = ۴$: فاصله از خورشید (سیارهٔ $\square$)

$p^۲ = d^۳ \Rightarrow ((۳)^۳)^۲ = d^۳ \Rightarrow \square = ۹$: فاصله از خورشید (سیارهٔ $\square$)

$$\frac{\text{فاصلهٔ سیارهٔ A و خورشید}}{\text{فاصلهٔ سیارهٔ B و زمین}} = \frac{۴}{۹-۱} = ۰/۵$$

۴۵- گزینهٔ ۳ نور خورشید حدود ۸/۳ دقیقهٔ نوری طول می‌کشد تا به زمین برسد.

۱ واحد نجومی = ۱۵۰ میلیون کیلومتر

$$\frac{۸/۳}{۳۹} = \frac{۱}{x} \Rightarrow x = ۴/۷ \text{ واحد نجومی}$$ فاصلهٔ ستاره از زمین

واحد نجومی $۵/۷ = ۱ + ۴/۷ =$ فاصلهٔ ستاره از خورشید

$$\text{فاصلهٔ ستاره از خورشید برحسب کیلومتر} = ۵/۷ \times ۱۵۰۰۰۰۰۰۰ = ۸۵۵ \text{ میلیون کیلومتر}$$

۴۶- گزینهٔ ۴

سیارهٔ $\square$: $d = ۸۱ \xrightarrow{p^۲ = d^۳} p^۲ = (۹^۲)^۳$

$\Rightarrow \square = ۷۲۹$ سال زمینی

سیارهٔ $\square$: $d = ۱۲۱ \xrightarrow{p^۲ = d^۳} p^۲ = (۱۱^۲)^۳$

$\Rightarrow \square = ۱۳۳۱$ سال زمینی

سیارهٔ $\square$ هر ۷۲۹ سال یک بار به دور خورشید می‌چرخد. سیارهٔ $\square$ نیز هر ۱۳۳۱ سال. سیارهٔ $\square$ پس از ۲۱۸۷ سال سومین دور خود را به دور خورشید می‌زند. یعنی ۸۵۶ سال پس از گردش سیارهٔ $\square$ به دور خورشید:

$۲۱۸۷ - ۱۳۳۱ = ۸۵۶$

۴۷- گزینهٔ ۳ زمان چرخش سیارهٔ $\square$ را داریم، بنابراین با استفاده از رابطهٔ $p^۲ = d^۳$ فاصلهٔ مدار چرخش آن را از خورشید به دست می‌آوریم:

$$p^۲ = d^۳ \Rightarrow (۲\sqrt{۲})^۲ = d^۳ \Rightarrow d = ۲$$

یعنی مدار چرخش سیارهٔ $\square$ دو واحد نجومی از خورشید فاصله دارد و از طرفی سیارهٔ $\square$ به اندازهٔ یک واحد نجومی به خورشید نزدیک‌تر است، یعنی فاصلهٔ آن از خورشید یک واحد نجومی است و این فاصله فقط مخصوص زمین است.

۴۸- گزینهٔ ۳ ترتیب اجرام آسمانی در نظریهٔ بطلمیوس:

زمین ← قمر ماه ← سیارهٔ عطارد ← سیارهٔ زهره ← ستارهٔ خورشید ← سیارهٔ مریخ ← سیارهٔ مشتری ← سیارهٔ زحل (پنجمین سیاره)

$p^۲ = d^۳ \Rightarrow d^۳ = ۶۴ \Rightarrow d = ۴$ ۹۶ ماه = ۸ سال

پس فاصلهٔ زحل تا خورشید ۴ واحد نجومی است.

حالا با یک تناسب ساده به جواب می‌رسیم:

$$\frac{\text{۱ واحد نجومی فاصلهٔ زمین تا خورشید}}{\text{۴ واحد نجومی فاصلهٔ زحل تا خورشید}} = \frac{۸/۳}{x} \Rightarrow x = ۳۳/۲$$

۳۳/۲ دقیقه طول می‌کشد تا نور خورشید به زحل برسد.

۴۹- گزینهٔ ۳

فاصلهٔ زمین تا سیاره: $x = v \times t = ۳ \times ۱۰^۸ \text{ (m/s)} \times ۲۴/۹ \times ۶۰ \text{ (s)}$

$= ۴۴۸۲ \times ۱۰^۸ \text{ m} = ۴۴۸۲ \times ۱۰^۵ \text{ km}$

فاصلهٔ سیاره تا خورشید: $d = (۴۴۸۲ \times ۱۰^۵) + (۱۵۰۰ \times ۱۰^۵)$

$= ۵۹۸۲ \times ۱۰^۵ \text{ km}$

$$\square = \frac{۵۹۸۲ \times ۱۰^۵}{۱۵۰۰ \times ۱۰^۵} \simeq ۴ \text{ واحد نجومی}$$

$P^۲ = d^۳ \Rightarrow P^۲ = (۴)^۳ \Rightarrow P = ۸$ سال

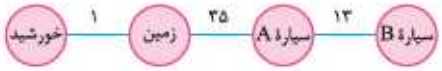
۵۰- گزینهٔ ۲ با توجه به قانون سوم کپلر داریم: $P^۲ = d^۳$

$$P_A^۲ = (x)^۳ \Rightarrow P_A = \sqrt{x^۳} = x\sqrt{x}$$

$$P_B^۲ = (۳x)^۳ \Rightarrow P_B = \sqrt{(۳x)^۳} = ۳x\sqrt{۳x}$$

$$\frac{P_A}{P_B} = \frac{x\sqrt{x}}{۳x\sqrt{۳x}} = \frac{۱}{۳}\frac{\sqrt{x}}{\sqrt{۳x}} = \frac{\sqrt{۳}}{۹}$$

۵۱- گزینهٔ ۲



سیارهٔ $\square$: $p^۲ = d^۳ \Rightarrow p^۲ = (۳۵+۱)^۳ = ۳۶^۳$

$\Rightarrow p^۲ = (۶^۳)^۲ \Rightarrow p = ۲۱۶$ سال زمینی

سیارهٔ $\square$: $p^۲ = d^۳ \Rightarrow p^۲ = (۴۸+۱)^۳ = ۴۹^۳$

$\Rightarrow p^۲ = (۷^۳)^۲ \Rightarrow p = ۳۴۳$ سال زمینی

$\Rightarrow$ در مدت‌زمان ۶۸۶ سال زمینی:

- سیارهٔ $\square$ $\Rightarrow$ گردش $\frac{۶۸۶}{۲۱۶} \simeq ۳/۲$
- سیارهٔ $\square$ $\Rightarrow$ گردش $\frac{۶۸۶}{۳۴۳} = ۲$

$\Rightarrow n_A = ۳/۲$

$\Rightarrow n_B = ۲$

$\Rightarrow n_B < n_A < ۴$

۵۲- گزینهٔ ۱ فاصلهٔ زمین تا خورشید ۱۵۰ میلیون کیلومتر و سرعت نور ۳۰۰۰۰۰ کیلومتر بر ثانیه می‌باشد، پس ۸/۳۳ دقیقه طول می‌کشد تا نور به زمین برسد. این زمان معادل حدود ۸ دقیقه و ۲۰ ثانیه می‌باشد.

$$t = \frac{۱۵۰ \times ۱۰^۶}{۳۰۰۰۰۰} \Rightarrow t = ۵۰۰ \text{ s} \qquad t = ۵۰۰ \div ۶۰ = ۸/۳ \text{ دقیقه}$$

۸/۳ دقیقه یعنی ۸ دقیقه و ۰/۳ یک دقیقه $(۰/۳ \times ۶۰ = ۱۸ \text{ s})$ $\simeq ۸' ۲۰''$

۵۳- گزینهٔ ۱ $p^۲ = d^۳$

$p =$ زمان گردش یک دور سیاره به دور خورشید (برحسب سال زمینی)

$d =$ فاصله از خورشید (برحسب واحد نجومی)