مقدمهٔ ناشر

می و میخانه مست و می‌کِشان 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 می‌رســد 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 گُل 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 دشوار برای دانش‌آموزان سخت‌کوش که با علامت 🔒 مشخص شده.
- 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 لولاو مرادی و میترا حسامی که نقش پررنگی در به سرانجام رسیدن این کتاب داشتن.

دبیر محترم آقای سلیمان علی‌محمدی که زحمت ویراستاری کتاب رو بر عهده داشتن.

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

راستی!! خوشحال می‌شیم نظراتتونو بشنویم یا بخونیم، حتماً بهمون از حال‌وهوای کتاب بگین geology.kheilisabz@gmail.com، منتظریم ... .

زمین مال ماست، مراقبش باشیم

دوستون داریم، شاد باشین

شعبان‌زاده ـ میرعالیلو

فهرست

فصل اول: آفرینش کیهان و تکوین زمین ۷

فصل دوم: منابع معدنی و ذخایر انرژی، زیربنای تمدن و توسعه ۳۳

فصل سوم: منابع آب و خاک ۵۴

فصل چهارم: زمین‌شناسی و سازه‌های مهندسی ۷۹

فصل پنجم: زمین‌شناسی و سلامت ۹۵

فصل ششم: پویایی زمین ۱۰۹

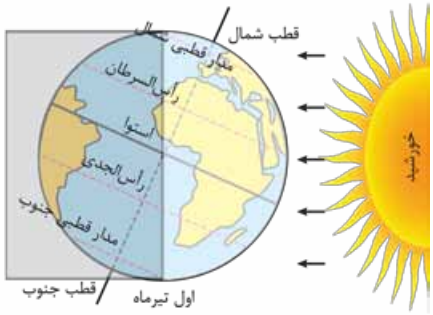
فصل هفتم: زمین‌شناسی ایران ۱۳۰

علم،زندگی، کارآفرینی ۱۴۲

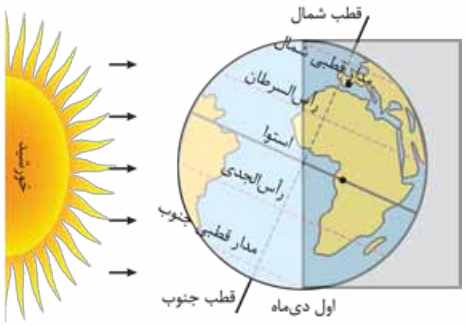
پاسخ‌نامهٔ تشریحی ۱۴۹

پاسخ‌نامهٔ کلیدی ۱۹۰

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، 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 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.

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 آتشفشان‌ها**، گازهایی مانند اکسیژن، هیدروژن، نیتروژن و ... از درون زمین خارج شد و کم‌کم هواکره به وجود آمد. **(ایجاد هواکره)**

۵. **با سردترشدن زمین**، 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)**

نوجه 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

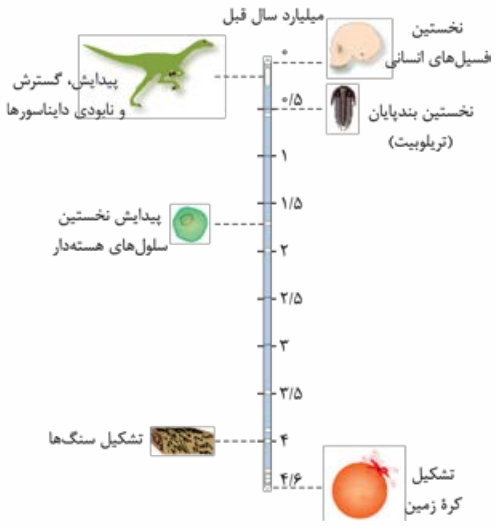
به نکات زیر توجه کنید:

- 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 **اوایل دورهٔ کربنیفر**، به وجود آمدند و طی ۸۰ – ۷۰ 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:



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)

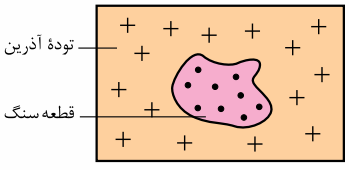
سن نسبی

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

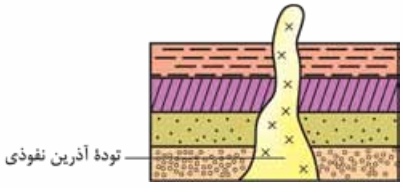
نکته سن نسبی، سن دقیق پدیده‌ها را مشخص **نمی‌کند**.

برای تعیین سن نسبیِ لایه‌ها به موارد زیر توجه کنید:

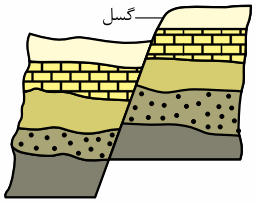
- لایه‌های رسوبی معمولاً به صورت افقی ته‌نشین می‌شوند. در صورتی که لایه‌های رسوبی بدون چین‌خوردگی و شکستگی باشند و توالی خود را حفظ کرده باشند، (وارونه نشده باشند)، لایه‌ای که بالاتر است، **جوان‌تر** (جدیدتر) خواهد بود. *(اینو از قبل می‌دونستین)*



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



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



- وقتی بین لایه‌های رسوبی گسل باشد، گسل جوان‌تر از لایهٔ رسوبی است.

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

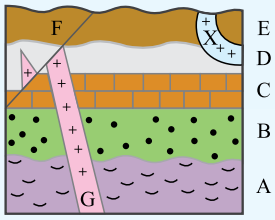
پاسخ ترتیب وقوع پدیده‌ها از قدیم به جدید: رسوب‌گذاری لایه‌های A، B، C، D، E، F، G، چین‌خوردگی، گسل Y، تودهٔ آذرین نفوذی، هوازدگی

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؟**



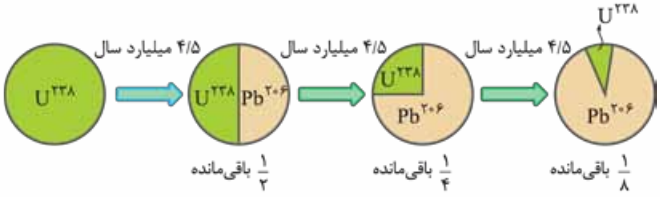
۱) رسوب‌گذاری ـ گسل ـ نفوذ تودهٔ آذرین
۲) رسوب‌گذاری ـ نفوذ تودهٔ آذرین ـ گسل
۳) گسل ـ رسوب‌گذاری ـ فرسایش
۴) نفوذ تودهٔ آذرین ـ رسوب‌گذاری ـ گسل

پاسخ گزینهٔ «۲» ترتیب وقوع پدیده‌ها:

رسوب‌گذاری لایهٔ A ـ فرسایش سطح A ـ رسوب‌گذاری لایه‌های B تا D ـ نفوذ تودهٔ آذرین (G) ـ گسل F ـ فرسایش ـ رسوب‌گذاری لایهٔ E و نفوذ تودهٔ آذرین X

سن مطلق (پرتوسنجی)

برای تعیین سن مطلق یک پدیده، **سن دقیق (واقعی)** آن **با استفاده از عناصر پرتوزا** اندازه‌گیری می‌شود.



نوجه 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 مادهٔ پرتوزا به عنصر پایدار، **نیم‌عمر** آن عنصر نام دارد.

برای حل مسائل نیم‌عمر می‌توانید از فرمول‌های زیر استفاده کنید:

نیم‌عمر مادهٔ پرتوزا × تعداد نیم‌عمر طی‌شده = سن نمونه

مقدار واپاشی‌شده − مقدار اولیه = مقدار مادهٔ پرتوزای باقی‌مانده

$$n = \frac{t}{T}$$ (t: زمان سپری‌شده، T: مدت‌زمان نیم‌عمر، n: تعداد نیم‌عمر)

جدول نیم‌عمر برخی از مواد 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 مواد 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 مادهٔ 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 $= ۲$

تعداد نیم‌عمر × نیم‌عمر مادهٔ پرتوزا = سن نمونه

$۵۷۳۰ \times ۲ = ۱۱۴۶۰$ 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 **راه‌حل اول:**

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

نیم‌عمر × تعداد نیم‌عمر گذشته = سن سنگ

$۴ \times ۷۱۳ = ۲۸۵۲$ میلیون سال

راه‌حل دوم:

$\frac{۱}{۱۶} = \frac{۱}{۲^۴} \rightarrow n \rightarrow$ تعداد نیم‌عمر $\Rightarrow n = \frac{t \rightarrow \text{(عمر) زمان سپری شده}}{T \rightarrow \text{مدت‌زمان نیم‌عمر}} \Rightarrow ۴ = \frac{t}{۷۱۳} \Rightarrow t = ۲۸۵۲$ میلیون سال

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

پاسخ

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

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

$۳ \times ۱۰۰۰ = ۳۰۰۰$ سال (سن سنگ)

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

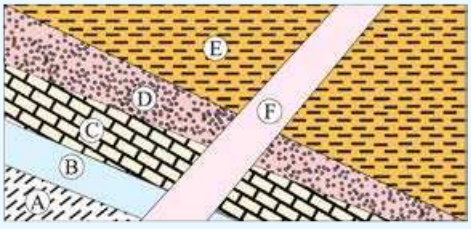
در یادگیری جدول زمان زمین‌شناسی که در صفحهٔ بعد آمده به نکات زیر توجه کنین:

- 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.

ائون	دوران	دوره	رویدادهای زیستی	میلیون سال قبل
فانروزوئیک	سنوزوئیک	کواترنری	انسان	۶۶ تا عصر حاضر
		نئوژن	تنوع پستانداران	
		پالئوژن		
	مزوزوئیک	کرتاسه	انقراض دایناسورها نخستین گیاهان گلدار	۲۵۱ تا ۶۶
		ژوراسیک	نخستین پرنده	
		تریاس	نخستین پستاندار نخستین دایناسور	
	پالئوزوئیک	پرمین	انقراض گروهی	۵۴۱ تا ۲۵۱
		کربنیفر	نخستین خزنده	
		دونین	نخستین دوزیست	
		سیلورین	نخستین گیاهان آونددار	
		اردوویسین	نخستین ماهی‌ها	
		کامبرین	نخستین تریلوبیت[1]	
پرکامبرین[2]	پروتروزوئیک			۴۰۰۰ تا ۵۴۱
	آرکئن			
هادئن				۴۶۰۰ تا ۴۰۰۰

مقیاس زمان زمین‌شناسی و رویدادهای مهم آن

تست **با توجه به شکل مقابل، اگر به ترتیب در لایه‌های B و D فسیل مربوط به دورهٔ دونین و پرمین یافت شود، انتظار می‌رود در لایهٔ C کدام فسیل دیده شود؟**



۱) تریلوبیت
۲) نخستین ماهی
۳) نخستین خزنده
۴) نخستین پرنده

پاسخ گزینهٔ «۳» طبق آن‌چه یاد گرفتید، لایهٔ C از لایهٔ B جوان‌تر و از لایهٔ D قدیمی‌تر است، با توجه به صورت سؤال در لایه‌های B و D فسیل مربوط به دوره‌های دونین و پرمین یافت شده است، پس انتظار می‌رود در لایهٔ C فسیل دورهٔ کربنیفر، یعنی نخستین خزنده دیده شود.

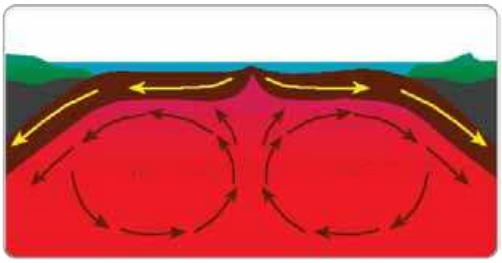
۱- تریلوبیت‌ها، جانوران ساده‌ای از شاخهٔ بندپایان بودند (دارای پوشش سخت خارجی بندبند) که در دریا زندگی می‌کردند و توانایی حرکت داشتند. *(پیچاره‌ها منقرض شدن!)*

۲- پرکامبرین یک بزرگ ابردوران است که خودش شامل چند ابردوران می‌شود *(البته در کتاب درسی توضیحی داده نشده و فقط در جدول اسمشون اومده)*؛ پرکامبرین شامل ابردوران‌های هادئن، آرکئن و پروتروزوئیک می‌باشد.

پیدایش اقیانوس‌ها

قبل هر توضیحی یادآوری زیر رو بخونین.

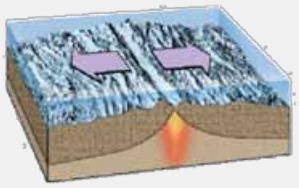
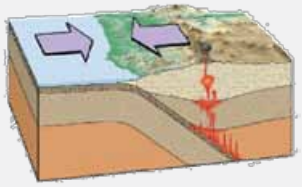
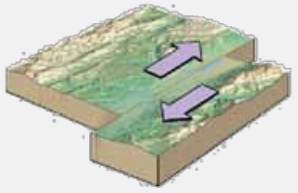
یادآوری حدود ۲۰۰ میلیون سال پیش در سطح کرهٔ زمین خشکی بزرگی به نام **پانگه‌آ** وجود داشت که اطراف آن را اقیانوس **پانتالاسا** فرا گرفته بود. با گذشت زمان پانگه‌آ به خشکی‌های کوچک‌تری تقسیم شد.



عامل اصلی حرکت ورقه‌های سنگ‌کره، جریان‌های **همرفتی سست‌کره** است. به علت **اختلاف دما** و **چگالی** بین قسمت‌های بالا و پایین سست‌کره پدیدهٔ همرفتی رخ می‌دهد و مواد خمیری به سمت بالا حرکت می‌کنند و از شکاف بین ورقه‌ها به سطح زمین می‌آیند و باعث جابه‌جایی ورقه‌ها می‌شوند.

انواع ورقه‌های سنگ‌کره: اگر سنگ‌کره در زیر اقیانوس‌ها باشد، به آن **ورقهٔ اقیانوسی** (مانند ورقهٔ اقیانوس آرام) می‌گویند و اگر در محل قاره‌ها باشد، **ورقهٔ قاره‌ای** نامیده می‌شود. بعضی از ورقه‌ها هم، دارای هر دو جنس قاره‌ای و اقیانوسی هستند (مانند ورقهٔ هند).

تفاوت ورقه‌های قاره‌ای و اقیانوسی: سنگ‌کرهٔ قاره‌ای نسبت به سنگ‌کرهٔ اقیانوسی **ضخامت بیشتر**، **چگالی کم‌تر** و **سن بیشتری** دارد (سن ورقه‌های قاره‌ای حدود ۳/۸ میلیارد سال و سن ورقه‌های اقیانوسی حداکثر ۲۰۰ میلیون سال است).

انواع حرکت ورقه‌ها	چگونگی حرکت	پیامد ناشی از حرکت
۱- حرکت واگرا (دورشونده) 	دو ورقه از هم دور می‌شوند. • دورشدن دو ورقهٔ قاره‌ای • دورشدن دو ورقهٔ اقیانوسی	ایجاد زمین‌لرزه، تشکیل آتشفشان‌های متعدد، ایجاد رشته‌کوه‌های میان‌اقیانوسی و تشکیل پوستهٔ جدید اقیانوسی مانند: جداشدن ورقه‌های عربستان از آفریقا و ایجاد دریای سرخ
۲- حرکت همگرا (نزدیک‌شونده) 	دو ورقه به هم نزدیک می‌شوند و به هم برخورد می‌کنند. • برخورد دو ورقهٔ قاره‌ای • برخورد دو ورقهٔ اقیانوسی • برخورد ورقهٔ اقیانوسی و قاره‌ای	ایجاد رشته‌کوه‌ها، کوه‌های آتشفشان، زلزله‌های شدید، ایجاد درازگودال‌های اقیانوسی و ایجاد جزایر قوسی. مانند: برخورد ورقهٔ عربستان با آسیا و تشکیل رشته‌کوه زاگرس و برخورد ورقهٔ هند با آسیا و تشکیل رشته‌کوه هیمالیا
۳- حرکت امتدادلغز 	دو ورقه در کنار هم می‌لغزند.	ایجاد گسل و زمین‌لرزه

نوجه با وجود پدیدهٔ دورشدن ورقه‌های سنگ‌کره و گسترش بستر اقیانوس‌ها، ولی وسعت سطح زمین همواره مقدار **ثابتی** دارد و آن به دلیل نزدیک‌شدن و برخورد ورقه‌ها و انجام پدیدهٔ **فرورانش** در بخش‌های دیگر است.

نکته علت فرورانش ورقهٔ اقیانوسی به زیر ورقهٔ قاره‌ای، بیشتربودن چگالی ورقهٔ اقیانوسی نسبت به ورقهٔ قاره‌ای است.

آقایون آلفرد وگنر و هری هس رو که می‌شناسین 😊؛ **وگنر** نظریهٔ **جابه‌جایی قاره‌ها** را ارائه داد و هری‌هس، زمین‌شناس آمریکایی بود که **فرضیهٔ گسترش بستر اقیانوس‌ها** را مطرح کرد در ادامه با **توزو ویلسون** آشنا می‌شوید ...

ویلسون با استفاده از نتایج تحقیقات وگنر و هس، نظریه‌ای را در مورد مراحل تشکیل اقیانوس‌ها به صورت چرخه‌ای بیان کرد.

نوجه چرخهٔ ویلسون، در مجموع شامل **بازشدن** و تشکیل یک حوضهٔ اقیانوسی و **بسته‌شدن** آن در حاشیهٔ قاره‌های مجاور است.

مراحل چرخهٔ ویلسون

۱ بازشدگی

جریان همرفتی مواد مذاب **سست‌کره**، باعث شکافتن بخشی از پوستهٔ قاره‌ای می‌شود و مواد مذاب سست‌کره به سطح زمین می‌رسند، مانند آتشفشان‌های کنیا و کلیمانجارو در شرق آفریقا.

۲ گسترش

مواد مذاب سست‌کره از شکاف ایجادشده به بستر اقیانوس می‌رسد و **پشته‌های (رشته‌کوه‌های) میان‌اقیانوسی** ایجاد می‌شود، سپس پوستهٔ جدید به طرفین حرکت می‌کند و سبب **گسترش بستر اقیانوس** می‌شود.
مانند: ۱ بستر اقیانوس اطلس ← بر اثر دورشدن آمریکای جنوبی از آفریقا
۲ تشکیل دریای سرخ ← بر اثر دورشدن عربستان از آفریقا

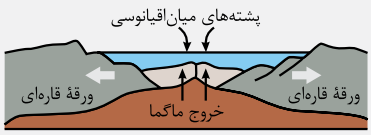
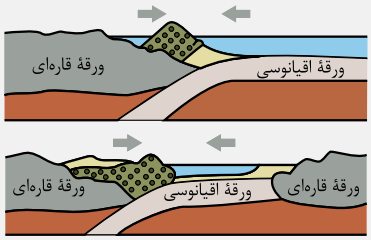
۳ بسته‌شدن

در این مرحله ورقهٔ اقیانوسی به زیر ورقهٔ قاره‌ای فرو می‌رود و **درازگودال‌های اقیانوسی** تشکیل می‌شود؛ با ادامهٔ فرورانش اقیانوس بسته می‌شود. مانند: بسته‌شدن اقیانوس تتیس
توجه: در بعضی از اقیانوس‌ها مانند اقیانوس آرام، بخشی از ورقهٔ اقیانوسی به زیر ورقهٔ اقیانوسی دیگر فرو می‌رود و در نتیجه **درازگودال اقیانوسی** و **جزایر قوسی** تشکیل می‌شود.

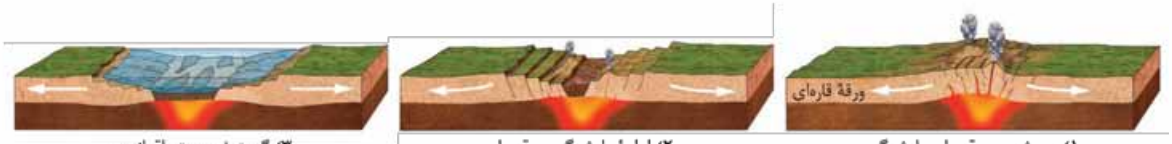
۴ برخورد

با بسته‌شدن اقیانوس و برخورد ورقه‌ها، رسوبات فشرده می‌شوند و **رشته‌کوه** تشکیل می‌شود.
مانند: ۱ رشته‌کوه هیمالیا ← بر اثر برخورد هندوستان به آسیا
۲ رشته‌کوه زاگرس ← بر اثر برخورد ورقهٔ عربستان به ایران

توجه عامل باز و بسته شدن اقیانوس‌ها، **جریان‌های همرفتی** مواد مذاب موجود در **گوشتهٔ زمین** است.

مرحله	پدیدهٔ طبیعی	مثال	شکل
بازشدگی	ایجاد شکاف‌هایی روی پوستهٔ قاره‌ای	آتشفشان‌های کنیا و کلیمانجارو در شرق آفریقا	
گسترش	تشکیل پشته‌های میان‌اقیانوسی و گسترش بستر اقیانوس‌ها	دریای سرخ و اقیانوس اطلس	
بسته‌شدن	ایجاد جزایر قوسی و درازگودال اقیانوسی	بسته‌شدن اقیانوس تتیس	
برخورد	بسته‌شدن اقیانوس و برخورد قاره‌ها	رشته‌کوه‌های هیمالیا و زاگرس	

مراحل تشکیل اقیانوس جدید



۱) دورشدن ورقه‌ها و بازشدگی ۲) ادامهٔ بازشدگی ورقه‌ها ۳) گسترش بستر اقیانوس

جمع‌بندی عبارت‌های مهم فصل ۱

۱. اندازه‌گیری‌های نجومی نشان می‌دهند که کیهان در حال گسترش است و کهکشان‌ها در حال دورشدن از یکدیگر هستند.

۲. هر کهکشان، از تعداد زیادی ستاره، سیاره و فضای بین ستاره‌ای تشکیل شده است که تحت تأثیر نیروی گرانش متقابل، یکدیگر را نگه داشته‌اند.

۳. کهکشان راه شیری، شکلی مارپیچی دارد که منظومهٔ شمسی، در لبهٔ یکی از بازوهای آن قرار دارد.

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

۵. براساس نظریهٔ زمین‌مرکزی سیارات در مدارهایی دایره‌ای به دور زمین می‌گردند.

۶. نیکولاس کوپرنیک با مطالعهٔ حرکت سیارات در زمان‌های مختلف، نظریهٔ خورشیدمرکزی را مطرح کرد.

۷. کوپرنیک بیان کرد: زمین همراه با ماه، مانند دیگر سیاره‌ها در مدار دایره‌ای و مخالف حرکت عقربه‌های ساعت به دور خورشید می‌گردد.

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

۹. قانون اول کپلر: هر سیاره در مداری بیضوی، چنان به دور خورشید می‌گردد که خورشید همواره، در یکی از دو کانون آن قرار دارد.

۱۰. قانون دوم کپلر: هر سیاره، چنان به دور خورشید می‌گردد که خط فرضی که سیاره را به خورشید وصل می‌کند، در مدت‌زمان‌های مساوی، مساحت‌های مساوی ایجاد می‌کند.

۱۱. قانون سوم کپلر: زمان گردش یک دور سیاره به دور خورشید، با افزایش فاصله از خورشید افزایش می‌یابد.

۱۲. شب و روز بر اثر حرکت وضعی (چرخش زمین به دور محورش) به وجود می‌آید.

۱۳. انحراف ۲۳ / ۵ درجه‌ای محور زمین، نسبت به خط عمود بر سطح مدار گردش زمین به دور خورشید، سبب ایجاد اختلاف مدت‌زمان روز و شب در عرض‌های جغرافیایی مختلف می‌شود.

۱۴. میانگین فاصلهٔ خورشید از زمین، حدود ۱۵۰ میلیون کیلومتر است که به آن، یک واحد نجومی می‌گویند.

۱۵. پیدایش فصل‌ها، حاصل حرکت انتقالی زمین و انحراف ۲۳ / ۵ درجه‌ای محور زمین است؛ به علت کروی‌بودن زمین، زاویهٔ تابش خورشید در عرض‌های جغرافیایی مختلف، در یک زمان، متفاوت است.

۱۶. با تشکیل اقیانوس‌ها و تحت تأثیر انرژی خورشید، شرایط برای تشکیل زیست‌کره فراهم و زندگی انواع تک‌یاخته‌ها در دریاهای کم‌عمق آغاز شد.

۱۷. به وجود آمدن چرخهٔ آب، باعث فرسایش سنگ‌ها، تشکیل رسوبات و سنگ‌های رسوبی گردید.

۱۸. با حرکت ورقه‌های سنگ‌کره و ایجاد فشار و گرمای زیاد در مناطق مختلف، سنگ‌های دگرگونی به وجود آمدند.

۱۹. خزندگان در دورهٔ کربنیفر، ظاهر و در طی ۸۰ ـ ۷۰ میلیون سال، در کرهٔ زمین گسترش یافتند. با نامساعدشدن شرایط محیط زیست و عدم توانایی دایناسورها برای سازگاری با تغییرات محیطی، این موجودات حدود ۶۵ میلیون سال پیش منقرض شدند.

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

۲۱. برای تعیین سن فسیل ماموت و یا جمجمهٔ انسان اولیه، از کربن ۱۴ استفاده می‌شود.

۲۲. سنگ‌کرهٔ قاره‌ای، نسبت به سنگ‌کرهٔ اقیانوسی ضخامت بیشتر و چگالی کم‌تری دارد.

۲۳. سن ورقه‌های قاره‌ای زیاد و حدود ۳ / ۸ میلیارد سال بوده، در حالی که سنگ‌های بستر اقیانوس‌ها حداکثر ۲۰۰ میلیون سال قدمت دارند.

۲۴. مرحلهٔ بازشدگی (مرحلهٔ اول چرخهٔ ویلسون): تحت تأثیر جریان‌های همرفتی مواد مذاب سست‌کره، بخشی از پوستهٔ قاره‌ای شکافته می‌شود و مواد مذاب سست‌کره، صعود نموده و به سطح زمین می‌رسند. مثال: آتشفشان‌های کنیا و کلیمانجارو در شرق آفریقا

۲۵. مرحلهٔ گسترش (مرحلهٔ دوم چرخهٔ ویلسون): در محل شکاف ایجادشده، مواد مذاب سست‌کره به بستر اقیانوس رسیده و پشته‌های میان‌اقیانوسی تشکیل می‌شوند و پوسته جدید به طرفین حرکت کرده و باعث گسترش بستر اقیانوس می‌شود. مثال: بستر اقیانوس اطلس و دریای سرخ

۲۶. مرحلهٔ بسته‌شدن (مرحلهٔ سوم چرخهٔ ویلسون): ورقهٔ اقیانوسی از حاشیه به زیر ورقهٔ قاره‌ای مجاور خود فرو رانده می‌شود (درازگودال اقیانوسی) و با ادامه فرورانش در نهایت اقیانوس بسته می‌شود. مثال: بسته‌شدن اقیانوس تتیس

توجه: در برخی از اقیانوس‌ها مانند اقیانوس آرام در بخشی از آن، ورقه اقیانوسی به زیر ورقه اقیانوسی دیگر فرو رانده شده و منجر به تشکیل درازگودال اقیانوسی و جزایر قوسی می‌شود.

۲۷. مرحلهٔ برخورد (مرحلهٔ چهارم چرخهٔ ویلسون): با بسته‌شدن اقیانوس و برخورد ورقه‌ها، رسوبات فشرده شده و رشته‌کوه‌ها به وجود می‌آیند.

مثال: هیمالیا (برخورد هندوستان به آسیا) و زاگرس (برخورد عربستان به ایران)

پرسش‌های چهارگزینه‌ای فصل اول

آفرینش کیهان و کهکشان راه شیری

۱- با توجه به شناختی که از کهکشان راه شیری دارید، کدام عبارت صحیح می‌باشد؟

۱) از پهلو شبیه بازوهای مارپیچ است.
۲) خورشید در مرکز آن قرار داشته و توسط ابر مولکولی احاطه شده است.
۳) منظومهٔ شمسی در دو بازوی آن قرار گرفته است.
۴) اجزای مختلف آن، تحت تأثیر نیروهای گرانش متقابل هستند.

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- اجرام مختلف تشکیل‌دهندهٔ یک کهکشان تحت تأثیر کدام نیروها در کنار هم قرار می‌گیرند؟ *(سراسری خارج ازکشور ۹۸)*

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

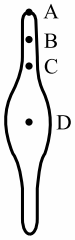
۴- همهٔ گزینه‌ها، در رابطه با کیهان و کهکشان‌ها، به درستی بیان شده‌اند، به‌جز:

۱) کهکشان‌ها در حال دورشدن از یکدیگرند.
۲) از اجتماع صدها میلیارد کهکشان با تعداد فراوانی ستاره، کیهان تشکیل شده است.
۳) منظومهٔ شمسی در لبهٔ یکی از بازوهای مارپیچی‌شکل بزرگ‌ترین کهکشان شناخته‌شده، قرار دارد.
۴) کهکشان راه شیری از تعداد زیادی جرم آسمانی و فضای بین ستاره‌ای با نیروهای گرانش متقابل، تشکیل شده است.

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

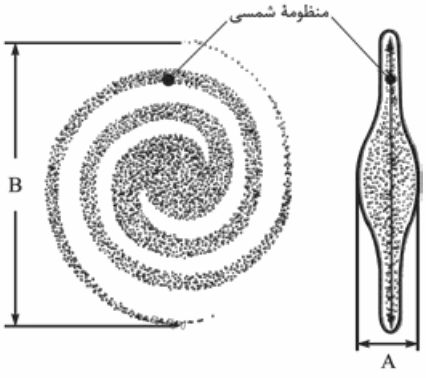
۱) خورشید در یکی از بازوهای مارپیچی آن قرار گرفته است.
۲) از تعداد زیادی ستاره، سیاره و فضای بین ستاره‌ای تشکیل شده است.
۳) براساس اندازه‌گیری‌های نجومی، احتمال دورشدن آن، از سایر کهکشان‌ها وجود دارد.
۴) گردوغبارهای بین ستاره‌ها و سیاره‌ها، تحت تأثیر نیروی گرانشی متقابل، استقرار یافته است.

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



۱) A
۲) B
۳) C
۴) D

۷- 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

منظومهٔ شمسی و نظریه‌های مربوط به آن

۸- کدام مورد ارتباطی با نظریهٔ بطلمیوس ندارد؟

۱) زهره و مریخ به دور زمین گردش می‌کنند.
۲) مدار حرکت خورشید، بین زهره و مریخ است.
۳) مدار چرخشی زمین، بیضی نزدیک به دایره است.
۴) جهت حرکت مریخ، مخالف حرکت عقربه‌های ساعت است.

۹- در نظریهٔ زمین‌مرکزی، مدار گردش خورشید در میان کدام جرم‌های آسمانی قرار گرفته است؟ *(سراسری ۹۳)*

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

۱۰- 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

۱۱- نظریهٔ زمین مرکزی و خورشید مرکزی 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

۱۲- 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 ــ زهره و خورشید
ب) مریخ ــ مشتری و خورشید
پ) زهره ــ عطارد و خورشید
ت) عطارد ــ مریخ و خورشید

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۳- 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

۱۴- 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.

۱۵- 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

۱۶- 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

۱۷- 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

۱۸- 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.

۱۹- کدام عبارت را می‌توان در دو نظریهٔ زمین‌مرکزی و خورشیدمرکزی به کار برد؟

۱) زهره همیشه بین زمین و خورشید قرار می‌گیرد.
۲) مدار گردش اجرام آسمانی دایره‌ای شکل است.
۳) سیارات در مدارهایی بیضی‌شکل به دور مرکز منظومه می‌چرخند.
۴) سرعت گردش انتقالی سیارات به دور مرکز، دائم در حال تغییر است.

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

۱) مدار حرکت همهٔ سیارات به دور خورشید دایره‌ای‌شکل است و خورشید در مرکز دایره قرار گرفته است.
۲) زمان یک دور گردش سیارات به دور خورشید، با افزایش فاصلهٔ آن‌ها از خورشید زیاد می‌شود.
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.

۲۱- کدام گزینه با عبارت زیر مطابقت دارد؟

«هر سیاره، چنان به دور خورشید می‌گردد که خطی که سیاره و خورشید را به هم وصل می‌کند، در زمان‌های مساوی، مساحت‌های مساوی ایجاد می‌کند.»

۱) سرعت گردش زمین به دور خورشید، ثابت نیست.
۲) سرعت چرخش زمین به دور خودش، ثابت است.
۳) سرعت چرخش زمین به دور خودش، ثابت نیست.
۴) زمین در یک مدار بیضی‌شکل به دور خورشید می‌چرخد.

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) زمان یک دور گردش سیاره، با افزایش فاصله از خورشید افزایش می‌یابد.
۳) خطی که سیاره و خورشید را به هم وصل می‌کند، در زمان‌های مساوی مساحت‌های مساوی ایجاد می‌کند.
۴) محل قرارگیری خورشید، در مرکز مدار بیضوی شکل سیارات می‌باشد.

۲۴- کدام نتیجه را می‌توان از این گفتهٔ کپلر گرفت؟

«هر سیاره چنان به دور خورشید می‌گردد، که خطی فرضی که سیاره و خورشید را به هم وصل می‌کند، در زمان‌های مساوی، مساحت‌های مساوی را ایجاد می‌کند.»

۱) مدار سیاره‌ها به دور خورشید، بیضی نزدیک به دایره است.
۲) سرعت حرکت سیاره‌ها در طی یک گردش کامل به دور خورشید، همیشه ثابت نیست.
۳) زمانی‌که نور خورشید به نیمکرهٔ شمالی عمود می‌تابد، در نیمکرهٔ جنوبی مایل می‌تابد.
۴) با افزایش فاصلهٔ هر سیاره تا خورشید، زمان یک دور گردشش هم افزایش پیدا می‌کند.

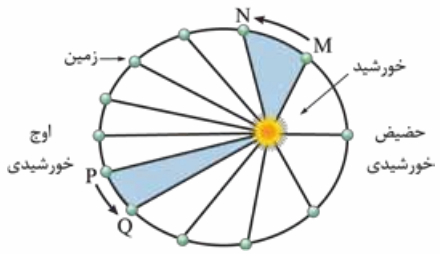
۲۵- کدام گزینه، در رابطه با مهم‌ترین نظریه‌های مربوط به منظومه شمسی نادرست است؟

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.

۲۶- کدام عبارت با توجه به «قانون دوم کپلر» درست است؟

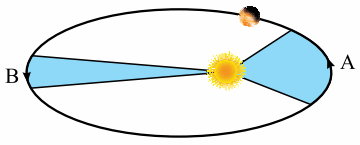
۱) در محدودهٔ اسفند تا فروردین، زمین نسبت به محدودهٔ مرداد تا شهریور، مسافت کم‌تری را طی می‌کند.
۲) در محدودهٔ شهریور تا مهر، زمین نسبت به محدودهٔ فروردین تا اردیبهشت، مسافت بیشتری را طی می‌کند.
۳) در محدودهٔ اسفند تا فروردین، زمین نسبت به محدودهٔ مرداد تا شهریور، مسافت بیشتری را طی می‌کند.
۴) در محدودهٔ شهریور تا مهر، زمین نسبت به محدودهٔ فروردین تا اردیبهشت، مسافت کم‌تری را طی می‌کند.

۲۷- با توجه به قانون دوم کپلر، محدوده‌های MN و PQ به ترتیب کدام ماه‌های شمسی را نشان می‌دهند؟



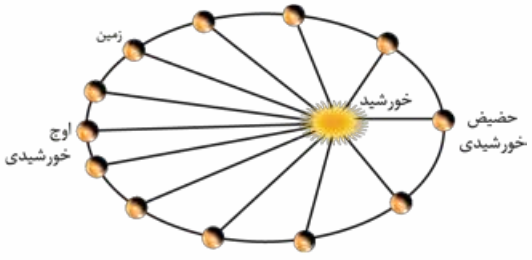
۱) شهریور ـ اسفند
۲) بهمن ـ مرداد
۳) دی ـ خرداد
۴) خرداد ـ دی

۲۸- کدام گزینه با توجه به شکل مقابل و براساس قوانین کپلر درست است؟



۱) هنگام گردش سیاره به دور خورشید، فاصلهٔ سیاره تا خورشید ثابت است.
۲) با توجه به قانون دوم، مساحت بخش A نمی‌تواند با بخش B برابر باشد.
۳) سیاره هنگام حرکت در بخش A سرعت بیشتری از بخش B خواهد داشت.
۴) زمان طی‌شدهٔ محدودهٔ A با زمان طی‌شدهٔ محدودهٔ B برابر است.

۲۹- با توجه به شکل قانون دوم کپلر، نسبت مساحت محدوده‌ای که زمین از اول اسفندماه تا آخر فروردین به دور خورشید طی می‌کند، چند برابر مساحت محدوده‌ای است که این سیاره از اول مرداد تا آخر آذرماه طی می‌کند؟



۱) ۰/۵
۲) ۰/۶
۳) ۰/۴
۴) ۰/۲۵

۳۰- یک واحد نجومی، در چه هنگامی برای کشور ما، کم‌ترین مقدار را دارد؟ (سراسری ۹۶)

۱) اول تابستان ۲) اول زمستان ۳) اول بهار و پاییز ۴) تقریباً همهٔ روزهای مرداد

۳۱- اگر یک واحد نجومی را برابر با $1/5\times10^{8}$ km فرض کنیم. نور، فاصلهٔ متوسط زمین تا خورشید را در کدام زمان طی می‌کند؟ (سراسری ۹۸)

۱) $8'20''$ ۲) $8'3''$ ۳) $480'20''$ ۴) $500'0''$

۳۲- ستاره‌شناسان به تازگی سیارهٔ جدیدی یافته‌اند که حدود ۲/۹۳ واحد ستاره‌شناسی با خورشید فاصله دارد. این سیاره حدود چند سال باید طی کند تا یک بار دور خورشید گردش کند؟

۱) ۴ ۲) ۵ ۳) ۶ ۴) ۷

۳۳- 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

۳۴- 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) $\sqrt[3]{4}$

۳۵- 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

۳۶- 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؟ (سراسری خارج از کشور ۹۸)

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۲۳

۳۷- 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

۳۸- 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) $\sqrt{27}$ ۳) ۸ ۴) $\sqrt{8}$

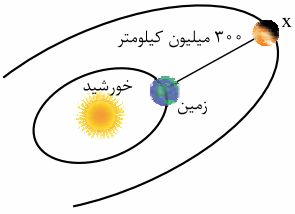
۳۹- سیاره‌ای در فاصلهٔ ۷۱۸ میلیون کیلومتری زمین قرار دارد. نور خورشید حدود چند دقیقهٔ نوری طول می‌کشد تا به این سیاره برسد؟

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- با توجه به شکل و موقعیت سیارات، چند سال طول می‌کشد تا سیارهٔ x یک چرخش انتقالی به دور خورشید داشته باشد؟



۱) $\sqrt{2}$
۲) $3\sqrt{3}$
۳) $5\sqrt{5}$
۴) $2\sqrt{2}$

۴۲- هرگاه یک ستاره، ۹۰۰ میلیون کیلومتر از مشتری دورتر باشد، چه مدت‌زمانی طول می‌کشد تا نورش به مشتری برسد؟

۱) ۵۲ ۲) ۲۵/۷ ۳) ۳۴/۵ ۴) ۴۹/۸

۴۳- 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 سیارهٔ A و خورشید به فاصلهٔ سیارهٔ B و زمین، برابر چند است؟

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۰/۵ ۴) ۰/۲۵

۴۴- 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

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

۱) ۲۴/۹ ۲) ۳۳/۲ ۳) ۴۱/۵ ۴) ۵۸/۱

۴۶- 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

۴۷- سیاره‌ای تقریباً هر ۵۱۲ سال یک بار به دور خورشید می‌گردد. مدار این سیاره در چند کیلومتری خورشید قرار داشته و حدود چند واحد نجومی با زمین فاصله دارد؟

۱) $9/6\times10^{9}$ ـ ۴۸ ۲) $5/4\times10^{9}$ ـ ۶۳ ۳) $5/4\times10^{9}$ ـ ۴۸ ۴) $9/6\times10^{9}$ ـ ۶۳

۴۸- ستارهٔ Proxima Centuary بعد از خورشید نزدیک‌ترین ستاره به ما می‌باشد. فاصلهٔ این ستاره از خورشید برابر ۲۷۰ هزار واحد نجومی است. حساب کنید فاصلهٔ این ستاره از زمین حدود چند سال نوری است؟ (فاصلهٔ زمین تا خورشید ≃ ۸ دقیقهٔ نوری)

۱) ۴ ۲) ۱۰ ۳) ۵ ۴) ۸

۴۹- 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

۵۰- در جدول روبه‌رو فاصلهٔ چهار سیاره تا خورشید برحسب دقیقهٔ نوری آورده شده است. کدام سیاره از نظر زمانی سریع‌تر از بقیه به دور خورشید گردش می‌کند؟

سیاره	A	C	B	D
فاصله تا خورشید	۴۹/۸	۵۸/۱	۴۱/۵	۶۶/۴

۱) A ۲) B
۳) C ۴) D

حرکات زمین

۵۱- 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 جغرافیای با طول جغرافیایی
۴) مساوی‌بودن مساحت طی‌شده در مدار انتقالی

۵۲- 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

۵۳- کدام عبارت، با توجه به «حرکت ظاهری خورشید در آسمان» درست است؟ *(سراسری خارج از کشور ۹۹)*

۱) زمین به حولِ محور خود در قطبین، حرکت گردشی دارد.
۲) همهٔ اجرام منظومهٔ شمسی، به دور سیارهٔ زمین می‌چرخند.
۳) محور زمین، نسبت به مدار بیضویِ حرکت آن به دور خورشید، تمایل دارد.
۴) خورشید، همواره در یکی از دو کانون مدار بیضویِ حرکت انتقالیِ زمین، قرار دارد.

۵۴- چرا اختلاف طول مدت شبانه‌روز در مدار $۶۰^{\circ}N$ در مقایسه با مدار $۱۰^{\circ}N$، بیشتر است؟ *(سراسری خارج از کشور ۹۹)*

۱) چرخش زمین به دور محورش در جهت خلاف عقربه‌های ساعت
۲) تمایل ۲۳/۵ درجه‌ای محور زمین نسبت به سطح مدار گردش آن
۳) برابربودن طول مدت شبانه‌روز در تمام مدت سال در مدار صفر درجه
۴) گردش زمین بر روی مدار بیضوی، به دور خورشید در جهت خلاف حرکت عقربه‌های ساعت

۵۵- کدام گزینه، دلیل مناسبی برای عبارت زیر است؟ *(سراسری خارج از کشور ۹۹)*

«خورشید در اول تیرماه بر مدار رأس‌السرطان، تابش قائم دارد.»

۱) حرکت زمین و زاویهٔ انحراف محور آن
۲) تفاوت زاویهٔ تابش خورشید بر عرض‌های جغرافیایی
۳) یکسان‌نبودن فاصلهٔ زمین نسبت به خورشید در طول سال
۴) تابش قائم خورشید بر مدار ۲۳/۵ درجهٔ شمالی در تابستان

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

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

۵۷- در عرض‌های جغرافیایی مدار صفر درجه تا رأس‌الجدی، اجسام قائم در چه زمانی از سال همیشه در ظهر محلی سایه خواهند داشت؟

۱) اول فروردین ۲) اول مرداد ۳) اول دی ۴) اول مهر

۵۸- جهت سایهٔ یک تیر چراغ برق در صبح روز آخر خرداد در شهری واقع در عرض جغرافیایی ۵ درجهٔ شمالی در کدام جهت جغرافیایی خواهد بود؟ *(المپیاد علوم زمین ۹۹)*

۱) شمال غرب
۲) شمال شرق
۳) جنوب غرب
۴) جنوب شرق

۵۹- 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 ۴ کهکشان راه شیری، یکی از بزرگ‌ترین کهکشان‌های شناخته‌شده، یک کهکشان مارپیچی‌شکل است که منظومهٔ شمسی در لبهٔ یکی از بازوهای آن قرار دارد. این کهکشان از بالا شبیه بازوهای مارپیچ و از پهلو شبیه عدسی محدب است.

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 ۱ در کیهان، صدها میلیارد کهکشان وجود دارد. 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.

۴- گزینهٔ ۳ کهکشان‌ها (مثل کهکشان راه شیری)، از تعداد زیادی ستاره، سیاره و فضای بین ستاره‌ای تشکیل شده‌اند که تحت تأثیر نیروهای گرانش متقابل، یکدیگر را نگه داشته‌اند.

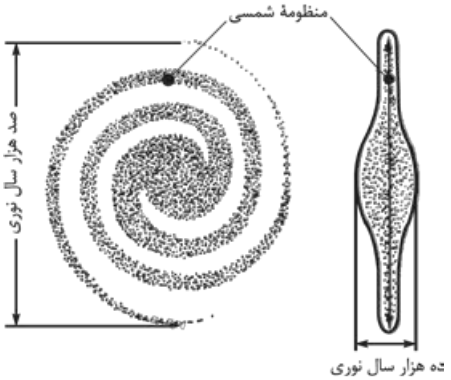
کهکشان راه شیری یکی از بزرگ‌ترین کهکشان‌های شناخته شده است.

کهکشان راه شیری، شکلی مارپیچی دارد و منظومهٔ شمسی ما، در لبهٔ یکی از بازوهای آن قرار دارد.

۵- 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.

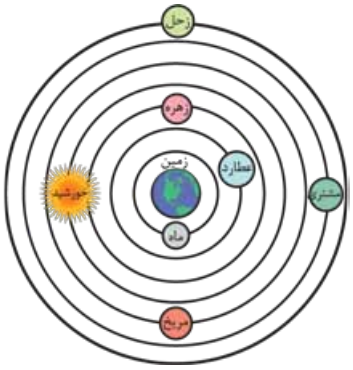
۶- گزینهٔ ۲ طبق شکل کتاب درسی، منظومهٔ شمسی (خورشید و سیارات آن) در لبهٔ یکی از بازوهای مارپیچی قرار دارد. مریخ هم در منظومهٔ شمسی است، پس B جایگاه تمام سیارات منظومهٔ شمسی و خورشید است.

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



۸- 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. براساس این نظریه که نظریهٔ «زمین‌مرکزی» نام‌گذاری شد، 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.

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



۱۰- گزینهٔ ۴ کوپرنیک نظریهٔ خورشیدمرکزی را به این صورت بیان کرد:

۱ زمین همراه با ماه و سایر سیاره‌ها در مدار دایره‌ای 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 معرفی شد.

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

۱۲- گزینهٔ ۲ موارد (ب) و (پ) 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.

پ مدار گردش زهره، بین عطارد و خورشید قرار دارد.

ت مدار گردش عطارد بین ماه و زهره قرار دارد.

۱۳- 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.

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

۱۵- 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.

۱۶- 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.

۱۷- گزینهٔ ۱ نیکولاس کوپرنیک، ستاره‌شناس لهستانی بیان کرد: زمین همراه با ماه، مانند دیگر سیاره‌ها در مدار دایره‌ای به دور خورشید می‌گردد. 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.

۱۸- 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.

۱۹- گزینهٔ ۲ مدار گردش سیارات در نظریه‌های زمین مرکزی و خورشید مرکزی دایره‌ای شکل است.

۲۰- گزینهٔ ۲ یوهانس کپلر موفق شد، سه قانون برای حرکت سیارات منظومهٔ شمسی کشف کند، که در قانون سوم آن آمده است: زمان یک دور گردش سیارات به دور خورشید، با افزایش فاصلهٔ آن‌ها از خورشید زیاد می‌شود.

۲۱- گزینهٔ ۱ چون در زمان‌های مساوی مساحت‌های مساوی ایجاد می‌شود و مدار زمین به دور خورشید هم بیضی‌شکل است، بنابراین زمین برای ایجاد مساحت‌های مساوی، باید در زمان‌هایی که به خورشید نزدیک‌تر است، با سرعت بیشتری کمان مدار خود را طی کند و در زمان‌هایی که از خورشید دور است باید کمان مداری خود را آهسته‌تر طی کند، بنابراین سرعت گردش زمین به دور خورشید ثابت نیست.

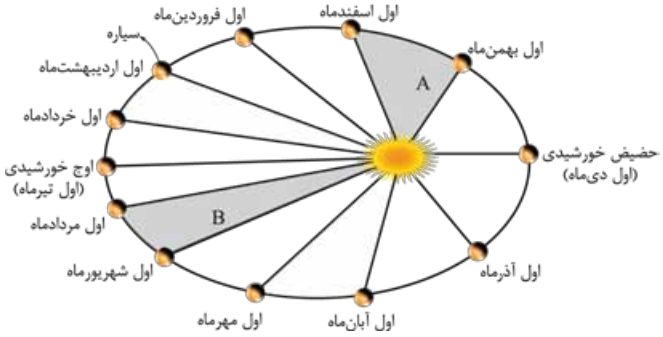
۲۲- گزینهٔ ۲ نیکولاس کوپرنیک مدار حرکت سیارات به دور خورشید را دایره‌ای در نظر گرفت، اما یوهانس کپلر مدار حرکت سیارات به دور خورشید را بیضی‌شکل مطرح کرد، بنابراین اختلاف نظر آن‌ها مربوط به شکل هندسی مدار گردش سیارات به دور خورشید است.

۲۳- گزینهٔ ۴ 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.

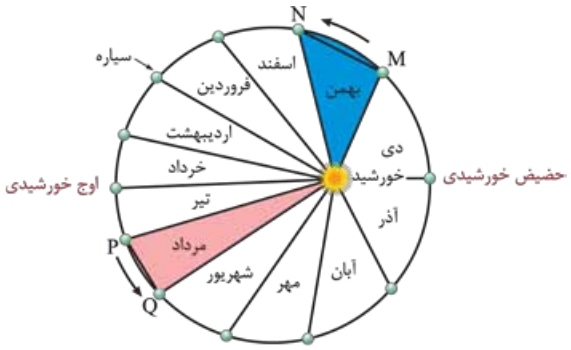
۲۴- گزینهٔ ۲ مساحت‌های مساوی همیشه نشان‌دهندهٔ اضلاع مساوی دو شکل نیست، بنابراین اگر در زمان مساوی، مسافت‌هایی که یک سیاره در روی مدار خود طی می‌کند تغییر کند به معنای این است که سیاره، سرعتش ثابت نیست و تغییر می‌کند.

۲۵- 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.

۲۶- گزینهٔ ۳ با توجه به شکل صفحه ۱۲ کتاب درسی و همچنین قانون دوم کپلر، سیارهٔ زمین در محدودهٔ اسفند تا فروردین نسبت به مرداد تا شهریور، مسافت بیشتری طی می‌کند.



۲۷- گزینهٔ ۲ *قشنگ* zoom *کنین روی شکل زیر، کلی چیز دستگیرتون می‌شه.*



طبق قانون دوم کپلر، مساحت این ۱۲ قسمت(۱۲ ماه سال)، مساوی است.

کم‌ترین فاصلهٔ زمین تا خورشید مربوط به اول دی‌ماه و معادل $(۱۴۷\times۱۰^{۶}\ km)$ است. سرعت چرخش زمین به دور خورشید، تندتر است. بیشترین فاصلهٔ زمین تا خورشید مربوط به اول تیرماه و معادل $(۱۵۲\times۱۰^{۶}\ km)$ است. سرعت چرخش نیز به دور خورشید، کندتر است.

۲۸- گزینهٔ ۴ طبق قانون دوم کپلر هر سیاره، چنان به دور خورشید می‌گردد که خط فرضی که سیاره را به خورشید وصل می‌کند، در مدت‌زمان‌های مساوی، مساحت‌های مساوی ایجاد می‌کند.

۲۹- گزینهٔ ۳ براساس قانون دوم کپلر، هر سیاره، چنان به دور خورشید می‌گردد که خطی که سیاره و خورشید را به هم وصل می‌کند، در زمان‌های مساوی، مساحت‌های مساوی ایجاد می‌کند. اگر مساحت هر ماه را برابر S فرض کنیم آن‌گاه از اول اسفندماه تا آخر فروردین مجموع مساحت‌ها برابر ۲S و از اول مرداد تا آخر آذر مجموع مساحت‌ها برابر ۵S است که نسبت اولی به دومی برابر ۰/۴ می‌شود.

۳۰- گزینهٔ ۲ به فاصلهٔ زمین تا خورشید یک واحد نجومی گفته می‌شود. این فاصله در اول زمستان به حداقل مقدار خود (۱۴۷,۰۰۰,۰۰۰ کیلومتر) و در اول تابستان به حداکثر مقدار خود (۱۵۲,۰۰۰,۰۰۰ کیلومتر) می‌رسد.

۳۱- گزینهٔ ۱ فاصلهٔ زمین تا خورشید ۱۵۰ میلیون کیلومتر و سرعت نور ۳۰۰,۰۰۰ 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.

$$t=\frac{۱۵۰\times۱۰^{۶}}{۳۰۰۰۰۰}\Rightarrow t=۵۰۰\,s \qquad t=۵۰۰\div۶۰=۸'۲۰''$$

۳۲- گزینهٔ ۲ $p^{۲}=d^{۳}\Rightarrow p^{۲}=(۲/۹۳)^{۳}\Rightarrow p\simeq ۵$ سال

۳۳- 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:

$$p^{۲}=d^{۳}\Rightarrow ۸^{۲}=d^{۳}\Rightarrow d=۴$$ واحد نجومی

$$۴\times۱۵۰,۰۰۰,۰۰۰=۶۰۰,۰۰۰,۰۰۰\ km$$

۳۴- 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.

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

۳۵- گزینهٔ ۳ $p^۲ = d^۳ \Rightarrow p^۲ = (۹)^۳ \Rightarrow p \simeq ۲۷$ سال

۳۶- 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)

$\Rightarrow ۸^۲ = d^۳ \Rightarrow ((۲)^۳)^۲ = d^۳$

$\Rightarrow d = ۴$ فاصلهٔ شهاب از خورشید (واحد نجومی)

شهاب ۴ واحد نجومی با خورشید فاصله دارد و وقتی خورشید و زمین و شهاب با هم در یک راستا قرار می‌گیرند در واقع شهاب سه واحد نجومی از زمین فاصله دارد.

فاصلهٔ شهاب از زمین: $۴ - ۱ = ۳$

۳۷- گزینهٔ ۳

واحد نجومی ۱	$۱۵۰,۰۰۰,۰۰۰\ km$
x	$۲۴\times۱۰^۸\ km$

$x = \frac{۲۴\times۱۰^۸}{۱۵۰۰۰۰۰۰۰} = \frac{۲۴۰۰}{۱۵۰} = ۱۶ \Rightarrow x = ۱۶ \Rightarrow d = ۱۶$ واحدنجومی

$p^۲ = d^۳ \Rightarrow p^۲ = (۱۶)^۳ \Rightarrow p = ۶۴$

۳۸- گزینهٔ ۳

فاصلهٔ زمین تا سیاره: $x = v\times t = ۳\times۱۰^۸\ (m/s)\times ۲۴/۹\times۶۰\ (s)$

$= ۴۴۸۲\times۱۰^۸\ m = ۴۴۸۲\times۱۰^۵\ km$

فاصلهٔ سیاره تا خورشید: $d = (۴۴۸۲\times۱۰^۵) + (۱۵۰۰\times۱۰^۵)$

$= ۵۹۸۲\times۱۰^۵\ km$

$d = \frac{۵۹۸۲\times۱۰^۵}{۱۵۰۰\times۱۰^۵} \simeq ۴$ واحد نجومی

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

۳۹- گزینهٔ ۲

$\begin{cases} \text{واحد نجومی ۱} = ۱۵۰\times۱۰^۶\ km = \text{فاصلهٔ زمین تا خورشید} \\ (۷۱۸\times۱۰^۶\ km) = \text{فاصلهٔ سیاره تا خورشید} \\ +(۱۵۰\times۱۰^۶\ km) = ۸۶۸\times۱۰^۸\ km \end{cases}$

$\frac{۱۵۰\times۱۰^۶\ km}{۸۶۸\times۱۰^۸\ km} \equiv \frac{\text{دقیقهٔ نوری } ۸/۳}{x} \Rightarrow x = ۴۸$ 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
$۸/۳$	۱۵۰
۱۶۶	x

$\Rightarrow x = ۳۰۰۰$ میلیون کیلومتر $= ۳\times۱۰^۹$ کیلومتر

۴۱- گزینهٔ ۲

فاصلهٔ زمین تا خورشید + فاصلهٔ x تا زمین = فاصلهٔ x تا خورشید

$= ۳۰۰ + ۱۵۰ = ۴۵۰\ km$

$d = ۴۵۰ \div ۱۵۰ = ۳$ واحد نجومی

$p^۲ = d^۳ = (۳)^۳ = ۲۷ \Rightarrow p = \sqrt{۲۷} = ۳\sqrt{۳}$ سال

۴۲- گزینهٔ ۴ با توجه به این‌که:

واحد نجومی ۱ ≡ دقیقهٔ نوری ۸/۳ ≡ متوسط فاصلهٔ زمین تا خورشید (۱۵۰ میلیون کیلومتر)

واحد نجومی	میلیون کیلومتر	دقیقهٔ نوری
۱	۱۵۰	$۸/۳$
۶	۹۰۰	x

$\frac{۱}{۶} = \frac{۱۵۰}{۹۰۰} = \frac{۸/۳}{x} \Rightarrow x = ۴۹/۸$ دقیقهٔ نوری

۴۳- گزینهٔ ۳ براساس رابطهٔ کپلر داریم:

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

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

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

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

$\begin{cases} ۱ \text{ واحد نجومی} = \text{فاصلهٔ زمین تا خورشید} \\ \text{واحد نجومی } ۱۲۵/۴۴ = ۱۲۴/۴۴ + ۱ = \text{فاصلهٔ ستاره تا خورشید} \end{cases}$

$p^۲ = d^۳ \Rightarrow p^۲ = (۱۲۵/۴۴)^۳ \Rightarrow p \simeq ۱۴۰۵$ سال زمینی

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

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

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

تبدیل واحد نجومی به دقیقهٔ نوری

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

۴۶- گزینهٔ ۴

$\begin{cases} \text{واحد نجومی ۱} = ۱۵۰\times۱۰^۶\ km = \text{فاصلهٔ زمین تا خورشید} \\ \text{فاصلهٔ سیاره تا خورشید} = (۴۵۰\times۱۰^۶\ km) + (۱۵۰\times۱۰^۶\ km) \\ = ۶\times۱۰^۸\ km \end{cases}$

فاصلهٔ سیاره تا خورشید $d = ۶\times۱۰^۸\ km$

$\xrightarrow{\text{تبدیل به واحد نجومی}} d = \frac{۶\times۱۰^۸\ km}{۱۵۰\times۱۰^۶\ km} = ۴$ واحد نجومی

$p^۲ = d^۳ \Rightarrow p^۲ = (۴)^۳ \Rightarrow p = ۸$ سال $= ۸\times۱۲ = ۹۶$ ماه

۴۷- گزینهٔ ۴ با توجه به قانون سوم کپلر داریم:

$p^۲ = d^۳ \Rightarrow d^۳ = (۸^۳)^۲$

$\Rightarrow d = ۶۴\times۱۵۰\times۱۰^۶ = ۹/۶\times۱۰^۹\ km$

واحد نجومی $۶۳ = ۶۴ - ۱ =$ فاصلهٔ سیاره از زمین

۴۸- گزینهٔ ۱ فاصلهٔ proxima تا خورشید $\Rightarrow ۲۷۰,۰۰۰\times۸$

(فاصله تا زمین) دقیقه $۲,۱۶۰,۰۰۰ =$

$\xrightarrow{\text{تبدیل به ساعت}} \frac{۲۱۶۰۰۰۰}{۶۰\ min} = ۳۶۰۰۰$ ساعت نوری

$\xrightarrow{\text{تبدیل به روز}} \frac{۳۶۰۰۰}{۲۴\ h} = ۱۵۰۰$ روز نوری $\simeq ۴$ سال نوری

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

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