

دفترچه شماره ۲

آزمون شماره ۱۹

جمعه ۹۸/۰۱/۲۳

# آزمون‌هاک سراسر گاج

گزینه‌دربند را انتخاب کنید.

سال تحصیلی ۱۳۹۷-۹۸



## پاسخ‌های تشریحی

### پایه یازدهم تجربی

#### دوره‌ی دوم متوسطه

شماره داوطلبی:	نام و نام خانوادگی:
مدت پاسخگویی: ۱۷۵ دقیقه	تعداد سوالاتی که باید پاسخ دهید: ۱۶۵

عنوانین مواد امتحانی آزمون گروه آزمایشی علوم تجربی، تعداد سوالات و مدت پاسخگویی

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سوال	شماره سوال از	مدت پاسخگویی
۱	فارسی ۲	۱۵	۱	۱۵ دقیقه
۲	عربی، زبان قرآن ۲	۱۵	۱۶	۳۰ دقیقه
۳	دین و زندگی ۲	۱۵	۳۱	۴۵ دقیقه
۴	زبان انگلیسی ۲	۱۵	۴۶	۶۰ دقیقه
۵	ریاضی ۲	۲۰	۶۱	۸۰ دقیقه
۶	زیست‌شناسی ۲	۲۵	۸۱	۱۰۵ دقیقه
۷	فیزیک	۲۵	۱۰۶	۱۲۰ دقیقه
۸	شیمی ۲	۲۵	۱۳۱	۱۵۵ دقیقه
۹	زمین‌شناسی	۱۰	۱۵۶	۱۶۵ دقیقه

# آزمون‌های سراسری کاح

ویراستاران علمی	طراحان	دروس
ابوالفضل مزرعی - اسماعیل محمدزاده مسیح گرجی - مریم نوری‌نیا	امیرنجات شجاعی - مهدی نظری	فارسی
حسام حاج مؤمن - سید مهدی میرفتحی منیژه خسروی - مختار حسامی	شاھو مرادیان	زبان عربی
بهاره سلیمی	علیرضا براتی	دین و زندگی
پریسا فیلو - مریم پارسائیان	امید یعقوبی‌فرد	زبان انگلیسی
ندا فرهنگی پگاه افتخار - سودابه آزاد	مهدی دهقانی	ریاضیات
ابراهیم زره‌پوش - محمدامین میری فاطمه نوروزی‌نسب - سانا ز فلاحتی	محمد عیسایی اسفنديار طاهری - طاها محمودی سروش مرادی - بهروز شهابی	زیست‌شناسی
امیر بهشتی خو - محمدحسین جوان علیرضا صابری - مروارید شاهحسینی	علیرضا ایدلخانی	فیزیک
امین بابازاده - ایمان زارعی رضیه قربانی - امیرشهریار قربانیان	مریم تمدنی	شیمی
بهاره سلیمی	حسین زارع‌زاده	زمین‌شناسی

## آماده‌سازی آزمون

مدیریت آزمون: ابوالفضل مزرعی

بازبینی و نظارت نهایی: سارا نظری

برنامه‌ریزی و هماهنگی: مریم جمشیدی عینی - مینا نظری

ویراستاران فنی: بهاره سلیمی - سانا ز فلاحتی - آمنه قلی‌زاده - مروارید شاهحسینی - مریم پارسائیان

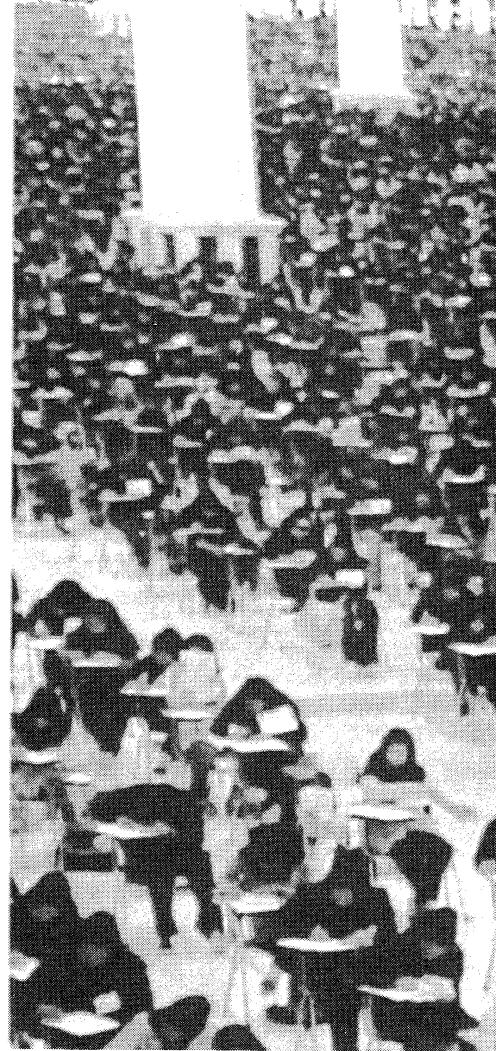
مدیر فنی: مهرداد شمسی

سرپرست واحد فنی: سعیده قاسمی

طراح شکل: فاطمه میناشرشت

حروف‌نگاران: پگاه روزبهانی - زهرا نظری‌زاد - سارا محمود‌نسب - نرگس اسودی - فرهاد عبدی

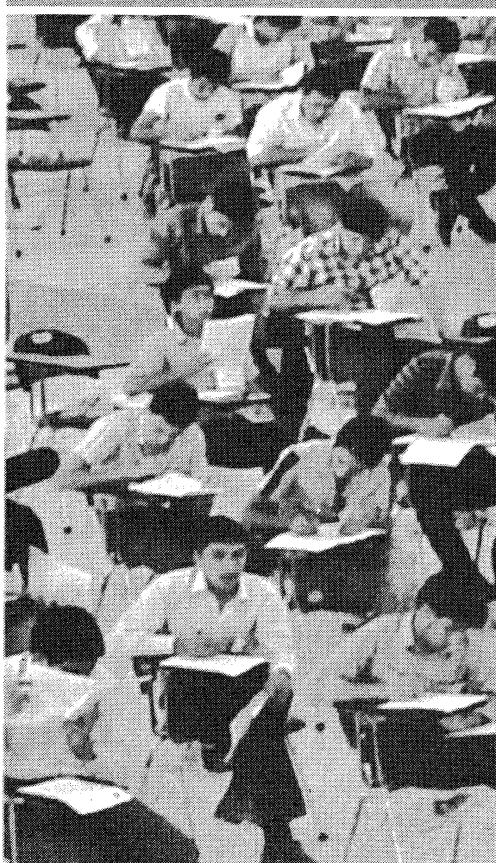
امور چاپ: عباس جعفری



دفتر مرکزی تهران، خیابان انقلاب بین  
چهارراه ولی‌عصر (عج) و  
حیلان فلسطین، شماره ۹۱۹۵

تلفن: ۰۲۱-۶۴۲۰-۷۳۸۷

نشانی اینترنتی: [www.gaj.ir](http://www.gaj.ir)



## حقوق دانشآموزان در آزمون‌های سراسری گاج

داوطلب گرامی؛ با سلام در اینجا شما را با بخشی از حقوق خود در آزمون‌های سراسری گاج آشنا می‌نماییم:

- ۱- اطلاعات شناسنامه‌ای و آموزشی شما مانند نام، نام خانوادگی، جنسیت و گروه آزمایشی بایستی به صورت صحیح در بالای پاسخ‌برگ درج شده باشد.
- ۲- آزمون‌های سراسری گاج باید راس ساعت اعلام شده در دفترچه، شروع و خاتمه یابد.
- ۳- محل برگزاری آزمون باید از لحاظ سرمایش و گرمایش، نور کافی، نظافت و سایر موارد در حد مطلوب و استاندارد باشد.
- ۴- سوالات آزمون‌های سراسری گاج بایستی نزدیک‌ترین سوالات به تک‌کور سراسری باشد و عاری از هرگونه اشکال علمی و تایپی باشد.
- ۵- در هنگام برگزاری آزمون باید تعذیه رایگان دریافت نمایید.
- ۶- بعد از هر آزمون و به هنگام خروج از جلسه آزمون بایستی پاسخ‌نامه‌ی تشریحی هر آزمون را دریافت نمایید.
- ۷- کارنامه‌ی هر آزمون بایستی در همان روز آزمون به روش‌های ذیل تحويل شما گردد:
  - مراجعه به سایت گاج به نشانی [www.gaj.ir](http://www.gaj.ir)
  - مراجعه به نمایندگی.
- ۸- خدمات مشاوره‌ای رایگانی که در طی ۱ مرحله آزمون (ویژه داوطلبان آزاد) ارائه می‌گردد شامل:
  - برگزاری جلسه مشاوره حضوری به صورت انفرادی حداقل یکبار در طی هر آزمون توسط رابط تحصیلی.
  - تماس تلفنی حداقل ۲ بار در طی هر آزمون توسط رابط تحصیلی.
  - تماس تلفنی با اولیا حداقل یکبار در هر فاز [آزمون‌های سراسری گاج در چهار فاز تابستانه، ترم اول، ترم دوم و جامع برگزار می‌گردد].
  - بررسی کارنامه آزمون توسط رابط تحصیلی در هر آزمون.

چنانچه در هر یک از موارد فوق کمیود و یا نقصی مشاهده نمودید لطفاً بلا فاصله با تلفن ۰۶۴۲۰—۲۱ مراقب را اطلاع دهید.



در گاج، بهترین صدا،  
صدای دانش آموز است.



**۱۲** ابیات سؤال سرودهی مولانا جلال الدین بلخی درباره سرایش «مثنوی معنوی» است که آن را به درخواست حسام الدین حسن چلبی و به شیوه «الهی نامه» سنایی یا «منطق الطیر» عطار سرود.

**۱۳** مفهوم مشترک بیت سؤال و گزینه‌ی (۴): توصیه به نیکی به خلق

### مفهوم سایر گزینه‌ها:

(۱) لزوم توجه، تنها به رضایت خداوند / نکوهش ریاکاری

(۲) توصیه به بریدن از مردم و روی آوردن به خداوند

(۳) بلای الهی مصدق آسایش، آسایش از جانب مردم، مصدق رنج است.

**۱۴** مفهوم مشترک بیت سؤال و گزینه‌ی (۳): درمان ناپذیری درد عشق

### بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) زندگی دنیوی همواره توان با رنج است. / نکوهش وابستگی به دنیا

(۲) اهمیت طلب درد عشق

(۴) توصیه به حفظ عزت نفس

**۱۵** مفهوم ابیات گزینه‌ی (۲): شرمندگی از بی حاصلی

### مفهوم سایر ایات:

الف) بی ثمری موجب عاقبت به خیری است.

ب) عیش بدون همراهان موجب شرم‌ساری است.

د) بی حاصلی عشق و ناکامی عاشق

## زبان عربی

■ درست ترین و دقیق ترین جواب را در ترجمه، واژگان و یا مفهوم مشخص کن (۲۳ - ۲۶ - ۱۶):

**۱۶** قد حرم: حرام کرده است [رد گزینه‌های (۲) و (۴)]

کل محاولة قبيحة: هر تلاش زشتی [رد گزینه‌های (۱) و (۴)]

أُسوار النَّاسِ: راه‌های مردم [رد گزینه‌های (۱) و (۴)]

قطع: قطع می‌کند [رد گزینه (۴)]

التوالِصُّ بِيَنْهُمْ: ارتباط بینشان [رد گزینه‌های (۱) و (۲)]

**۱۷** كتبث: بنویسد؛ فعل شرط است و مضارع التزامی ترجمه می‌شود. [رد گزینه (۲)]

الطَّالِبَةُ المُشَاغِبَةُ: دانش‌آموز شلوغ (اخلاق‌گر) [رد گزینه (۱)]

جلسَتْ: نشسته است [رد گزینه‌های (۲) و (۳)]

**نکته**: زمانی که فعلی که آخرش ساکن است (كتبث) به اسمی (ال)دار برسد، برای راحتی تلفظ، آن ساکن به کسره (-) تبدیل می‌شود که به آن کسره عارضی (موقعی) می‌گویند. ← كتبث

**۱۸** جادِلُ: ستیز (گفت و گو) کن [رد گزینه‌های (۳) و (۴)]

بالتَّهِي أَحْسَنْ: به روشنی که بهتر (نیکوتر) است [رد گزینه‌های (۱) و (۴)]

حتَّى تَغَيِّرَ: تا تغییر دهی [رد گزینه‌های (۳) و (۴)]

سلوك: رفتار [رد گزینه (۱)]

تكسب: به دست آوری [رد گزینه‌های (۳) و (۴)]

**۱۹** هذه خطَّةٌ: این نقشه‌ای (برنامه‌ای) است [رد گزینه‌های (۲) و (۳)]

طَرَحَهَا: آن را طرح کرددن (کشیدن) [رد گزینه‌های (۲) و (۳)]

ليُؤَجِّلُوا: تا به تأخیر اندازند [رد گزینه (۳)]

الامتحان: امتحان؛ بدون ضمیر است. [رد گزینه‌های (۲) و (۴)]

## فارسی

**۱** معنی درست واژه‌ها: غو: نعره کشیدن، فریاد، خروش، غریبو / حضرت: آستانه، پیشگاه، درگاه / ضباخت: خوب‌روی و سفیدی رنگ انسان، زیبایی / سرسام: ورم مغز، سرگیجه و پریشانی، هذیان

**۲** معنی درست واژه‌ها: زنبورک: نوعی توب جنگی کوچک که در زمان صفویه و قاجاریه روی شتر می‌بستند. / شایق: آرزومند، مشتاق / آبُرُش: اسیبی که بر اعضای او نقطه‌ها باشد، در اینجا مطلق اسب منظور است. / هژبر: شیر

**۳** معنی درست واژه‌ها:

(۱) خوالیگر: آشپز

(۲) مساعدت: هم‌بازی، یاوری

(۳) توقعیع: امضا کردن فرمان، مهر کردن نامه و فرمان

**۴** املای درست واژه‌ها: الْهَاجُ ← الْهَاجُ ← الْهَاجُ ← زَاهِلُ / مهجوب ← مهجوب

**۵** گفته آمد (گفته شد): فعل مجھول

### بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) شد» فعل استنادی و «از جای رفته» صفت «دل» است.

(۲) «نتواند گشت» فعل و «دیده» اسم و مضاف‌الیه «گردد» است.

(۴) «شد» فعل و «دیده» اسم و مضاف‌الیه «آب» است.

**۶** نجات (مرا): مفعول

### بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) حیات (به من): متّتم

(۴) برکات (به من): متّتم

**۷** فریاد (فریاد می‌کنم، فریاد می‌کشم، باید فریاد کرد، جای فریاد رفت: جمله‌ی هسته (پایه) / که: پیوند وابسته‌ساز / زود از سر این گله شبان

من خود: بدل

**۸** تضاد (بیت «ب»): روی ≠ پشت / این جا ≠ آن جا

تشخیص (بیت «الف»): دویدن عرق بر چهره  
تناقض (بیت «ج»): غالب شدن ضعف بر قوت (به تعبیری) / کشیده کوه گران با یک تار مو

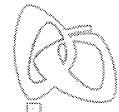
استعاره (بیت «د»): دانه استعاره از اعمال

کنایه (بیت «ه»): خط باطل کشیدن کنایه از باطل کردن / خط بر زمین کشیدن در اینجا کنایه از شرمندگی

**۱۰** تشییه: گرد گناه (اضافه‌ی تشییه) / تشخیص: نسبت دادن «روی گرفتن» به رحمت و «تیره‌روزی» به آینینه  
کنایه: روی گرفتن: کنایه از دوری کردن و خود را بر کنار نگه داشتن / تیره‌روز: کنایه از بدخت / سیاه‌روی: کنایه از گناه‌کاری و رسوایی

واج آرایی: تکرار صامت «ر» (۷ بار) و مصوّت بلند «ا» (۵ بار)

**۱۱** اسرازالْتَّوْحِيدِ (منشور - اثر محمد بن منصور) / لیلی و مجنون (منظوم - اثر نظامی گنجه‌ای) / تذكرةالاولیا (منشور - اثر عطار) / روضه‌ی خلد (منشور - اثر مجدد خوافی) / بوستان (منظوم - اثر سعدی) / تحفةالاحرار (منظوم - اثر جامی) / بهارستان (منشور - اثر جامی) / فرهاد و شیرین (منظوم - اثر وحشی بافقی)



## ٤ ترجمه گزینه‌ها:

- ۱) مؤسس بیتالحکمه از یونانیان در زمان خلافت هارونالرشید بود.
- ۲) نمونه‌هایی برای گفت‌وگوی تمدن‌ها در تاریخ تمدن عربی - اسلامی وجود ندارد.
- ۳) در گذشته تمدن عرب با تمدن‌های دیگر ارتباط نیافت.
- ۴) فلسفه در عصر عباسی معنای وسیع‌تری از معنای معاصرش دارد.

## ٣ دلایل رد سایر گزینه‌ها:

- ۱) معلوم ← مجهول
  - ۲) مضارع ← ماضی / معلوم ← مجهول
  - ۳) «افتعال» ← «استفعال» / معلوم ← مجهول
  - ۴) گزینه مناسب را در پاسخ به سوالات زیر مشخص کن (۲۷ - ۳۰):
- ۱** «المتنبی» هر چند «آل» دارد، ولی معرفه به «علم» (اسم خاص) است.
- ۲** نکته: اسم‌های علمی که «آل» دارند، قبل از گرفتن «آل» برای مخاطب معرفه (شناخته‌شده) هستند، پس چنین اسم‌هایی معرفه از نوع علم هستند، نه معرفه به «آل». مانند: العراق - التجف

## بررسی سایر گزینه‌ها:

- ۱) «الغابات» معرفه به «آل» است.
- ۲) «النفط» معرفه به «آل» است.
- ۳) «الناس» و «الزراعة» معرفه به «آل» هستند.

## ١ دلایل رد سایر گزینه‌ها:

- ۱) «تفاصل» ← «مفائلة»
- ۲) اسم التفضيل ← فعل أمر من باب «إفعال»
- ۳) اسم الفاعل ← اسم المفعول

**۴** فعل‌های ماضی «تواضفت» و «کرمت» چون به ترتیب فعل شرط و جواب شرط واقع شده‌اند، معنای مضارع التزامی و اخباری می‌دهند. ترجمه عبارت: اگر برای معلم فروتنی کنی، خودت را گرامی می‌داری.

## بررسی سایر گزینه‌ها:

- ۱) «تقدّم» فعل ماضی و از باب «تفعل» است.
- ۲ و ۳) «لما» و «عندهما» ادات شرط نیستند.

## ٣

«کاذب» بر وزن «فاعل»، اسم فاعل و «کفار» بر وزن «فقال»، اسم مبالغه است.

## بررسی سایر گزینه‌ها:

- ۱) «من» در این گزینه به معنای «کسی که»، اسم و در نقش خبر است.
- ۲) «ما تعلم» از دو کلمه «ما» به معنای «آن‌چه» و فعل مضارع «تعلم» تشکیل شده است.
- ۳) «من» به معنای «جه کسی» اسم استفهام (پرسشی) است و معنای شرط ندارد.

## دین و زندگی

**۱** زمانی که انسان از سطح زندگی روزمره فراتر رود و در آفاق بالاتری بیندیشد، خود را با نیازهای مهم‌تری رو به رو می‌بیند که به تدریج به دل مشغولی و دغدغه‌ی او تبدیل می‌گردد، بنابراین می‌توان گفت: عامل دل مشغولی و درد متعالی انسان در طرح جدی سوالات مربوط به عمیق‌ترین نیازهای او است. خطر از دست رفتن عمر بدون دستیابی به سعادت نیز بازتاب عدم توجه، به اولین نیاز اساسی انسان، یعنی؛ شناخت هدف زندگی است.

**۳** ترجمه درست عبارت: و از کودکی اش به هر آن‌چه به شرق ارتباط داشت، علاقه‌مند بود.

**توجه:** «اربَطَ» فعل ماضی از باب «إفعال» است.

## ٢ بررسی گزینه‌ها:

- ۱) ظاهر شد و واضح گشت: پوشاند («تبین»: آشکار شد» مناسب است).
- ۲) آن‌چه کشاورز آن را در مزرعه می‌کارد: دانه
- ۳) یکی از ابزارهای لازم برای حرکت خودرو: خلبان («الإطار: تایر» مناسب است).
- ۴) کسی که داروها را به بیماران می‌فروشد: پرستار («الصيادلة: داروخانه‌دار» مناسب است).

## ٤ بررسی گزینه‌ها:

- ۱) بار، دفعه = تلخ (متراffد نیستند).
- ۲) نزدیک شد ≠ فرار کرد (متضاد نیستند).
- ۳) گناه = دُم (متراffد نیستند).
- ۴) دوستی = دوستی

**۲** ترجمه عبارت: مردم خفتگان‌اند، هرگاه بمیرند، آگاه می‌شوند. مفهوم: تا زمانی که مردم در حیات دنیا هستند، متوجه حقایق نیستند و چون بمیرند این حقایق برایشان روش می‌شود، اما مفهوم ضربالمثل فارسی این است که انسان غافل نمی‌تواند مایه آگاهی دیگران شود.

## بررسی سایر گزینه‌ها:

**۱** ترجمه: «چرا می‌گویید آن‌چه را که انجام نمی‌دهید؟»: هیچ خبری در سخنی نیست، مگر همراه عمل.

**مفهوم:** بی‌فائده بودن سخن بدون عمل

**۳** ترجمه: راستگو با راستگویی اش به چیزی می‌رسد که دروغگو با حیله‌گری اش به آن نمی‌رسد.

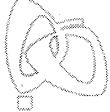
**مفهوم:** فضیلت و ارزش صداقت

**۴** ترجمه: سخن، سخن را می‌کشد (به دنبال می‌آورد). متن زیر را با دقت بخوان سپس مناسب با آن به سوالات پاسخ بده (۲۶ - ۲۴):

تأسیس «بیتالحکمه» در بغداد به دست عباسیان یک رویداد فرهنگی بسیار مهم در تاریخ تمدن عربی - اسلامی بود و آن صرفاً یک کتابخانه و مرکز ترجمه و تألیف و مناظره نبود، بلکه هم‌چنین جایی برای گفت‌وگو بین تمدن‌های شرق و غرب در آن زمان بود، به ویژه: تمدن عربی - اسلامی و تمدن‌های یونانی، ایرانی و هندی. منظور از «بیتالحکمه» خانه‌ای است که برای نگهداری کتاب‌ها به طور عام و کتاب‌های «حکمت» یا «فلسفه» به طور خاص به کار گرفته شده است. اصطلاح فلسفه در آن زمان شامل علوم متعددی هم‌چون ریاضی، نجوم، فلسفه و منطق، پزشکی، فیزیک و ... می‌شد. موزخان در این اتفاق نظر دارند که خلیفة عباسی، هارونالرشید، همان کسی است که هسته اول بیتالحکمه در بغداد را نهاد و این کار نزد برخی به عنوان نمونه‌ای برای گفت‌وگو بین تمدن‌ها و فرهنگ‌ها شناخته می‌شود.

## ٤ ترجمه گزینه‌ها:

- ۱) امکان دارد آن را یک رویداد فرهنگی بزرگ بنامیم.
- ۲) استادان علوم مختلف در آن تدریس می‌کردند.
- ۳) تمدن‌های مختلف در آن گفت‌وگو می‌کردند.
- ۴) کتابخانه‌ای عمومی بود که در آن همه انواع کتاب‌ها وجود داشت.



**۲۸** جلبرین عبدالله انصاری نقل می‌کند که: روزی در کنار خانهٔ خدا و در حضور رسول خدا (ص) بودیم که علی (ع) وارد شد ... رسول خدا (ص) رو به سمت کعبه کرد و دست بر آن گذاشت و فرمود: «سوگند به خدایی که جانم در دست قدرت اوست، این مرد و شیعیان و پیروان او رستگارند و در روز قیامت اهل نجات‌اند». در همین هنگام آیهٔ شریفی «إِنَّ الَّذِينَ آتَنَا وَعْمَلُوا الصَّالِحَاتِ أُولَئِكَ هُمُ الْحَيْرَةُ» کسانی که ایمان آورند و کارهای شایسته انجام دادند، اینان بهترین مخلوقات‌اند.» نازل شد. بنابراین مصدق «خیر البرية» در قرآن، حضرت علی (ع) و پیروان او می‌باشند که ویزگی آن‌ها «إِنَّ الَّذِينَ آتَنَا وَعْمَلُوا الصَّالِحَاتِ» است.

**۲۹** با توجه به آیهٔ شریفه‌ی «وَ مَا مُحَمَّدٌ إِلَّا رَسُولٌ قَدْ خَلَتْ مِنْ قَبْلِهِ الرُّسُلُ أَلِفُّ مَثَأَ وَ قَبْلُ إِنْقَلَابِنَمَ عَلَى أَعْقَابِكُمْ وَ مَنْ يَتَّقْبِلْ عَلَى عَبْقِبَهِ فَلَنْ يَظْرِهَ اللَّهُ شَيْئًا وَ سَيَجْزِي اللَّهُ الشَاكِرِينَ»، مهمترین خطری که جامعه‌ی اسلامی را پس از رحلت رسول خدا (ص) تهدید می‌کند، بازگشت به دوران جاهلیت (انقلابت) علی اعقابکم) است که حضرت علی (ع) در رابطه با آن دوران می‌فرمایند: «بِهِ زُودِي پس از من، زمانی فرامرسد که در آن زمان چیزی پوشیده‌تر از حق و آشکارتر از باطل و رایج‌تر از دروغ بر خدا و پیامبرش نباشد...» بنابراین از ویزگی‌های آن دوران (پس از رحلت رسول خدا (ص)) رواج دروغ بر خدا و پیامبرش است.

**۴۰** ورود جاهلیت با شکلی جدید به زندگی اجتماعی مسلمانان بازتاب و نتیجه‌ی تبدیل حکومت عدل نبوی به سلطنت بوده است که ثمره‌ی آن تبدیل جامعه‌ی مؤمن و فدائکار عصر پیامبر (ص) به جامعه‌ی راحت‌طلب، تسلیم و بی‌توجه به سیره‌ی نبوی می‌باشد.

**۴۱** مطابق سخنان ابتدایی امام رضا (ع) قبل از بیان حدیث سلسله‌الذهب که می‌فرمایند: «من از پدرم، امام کاظم (ع) شنیدم و ایشان از پدرش ... و ایشان از رسول خدا (ص) شنید که فرمود: خداوند می‌فرماید: ...» می‌فهمیم که این حدیث شریف در اصل از جانب خداوند متعال است که توسط امام رضا (ع) نقل شده است و بیانگر عدم انحصار توحید در لفظ و شعار می‌باشد.

**۴۲** امامان، شیوه‌ی مبارزه با حاکمان را متناسب با شرایط زمان پرمی‌گزینند؛ به گونه‌ای که هم تفکر اسلام راستین باقی بماند (معارف و آیات قرآن و سخنان و سیره‌ی پیامبر اکرم (ص)), هم به تدریج، بنای ظلم و جور بنی‌امیه و بنی عباس سست شود و هم روش زندگی امامان (ع) به نسل‌های آینده معرفی گردد. **۴۳** امام زمان (ع) در دوران غیبت صغری، با این‌که زندگی مخفی داشت، اما از طریق «نواب اربعه» پیوسته با یاران و پیروان خود در ارتباط بود و ایشان را رهبری می‌کرد.

#### بررسی سایر گزینه‌ها:

- (۱) خداوند نعمت هدایت را با وجود امامان کامل کرده است.
- (۲) پیامبر (ص) خود و امام علی (ع) را به عنوان پدران امت معرفی کرده‌اند.
- (۳) غیبت صغری بین سال‌های ۲۶۰ تا ۳۲۹ رخ داده است. (غیبت کبری از سال ۳۲۹ هجری قمری آغاز شده و تاکنون ادامه دارد).

**۴۴** امام علی (ع) می‌فرمایند: «زمین از حجت خدا خالی نمی‌ماند. اما خداوند به علت ستمگری انسان‌ها و زیاده‌روی‌شان در گناه، آنان را از وجود حجت در میانشان بی‌بهره می‌سازد.»

**۴۵** با توجه به آیهٔ شریفه‌ی «وَعَدَ اللَّهُ الَّذِينَ آتَنَا مِنْكُمْ وَعَمِلُوا الصَّالِحَاتِ لَيُسْتَحْلِفَنَّهُمْ فِي الْأَرْضِ كَمَا اسْتَخْلَفَ الَّذِينَ مِنْ قَبْلِهِمْ وَلَيَمْكُنَّ لَهُمْ دِينَهُمُ الَّذِي ارْتَضَ لَهُمْ وَلَيَبْتَدِلُنَّهُمْ مِنْ بَعْدِ حَوْفِهِمْ أَمَّا يَعْبُدُونَنِي لَا يَئْشِرُونَ بِي شَيْئًا: خداوند به کسانی از شما که ایمان آورده و عمل صالح انجام داده‌اند، و عده داده است که آنان را در زمین جانشین قرار دهد. همان‌طور که قبل از آنان کسانی را جانشین قرار داد و دینشان را که برای آنان پسندیده، مستقر سازد و بیم و ترسشان را به امنیت مبدل سازد. [به گونه‌ای که دیگر] مرا بپرستند و به چیزی شرک نورزند». مخاطب نوید قرآنی «لَيُسْتَحْلِفَنَّهُمْ فِي الْأَرْضِ ...» مؤمنان صالح هستند که ثمره‌ی این الطاف الهی، عبادت بدون شرک خداوند «يَعْبُدُونَنِي لَا يَشْرُكُونَ بِي شَيْئًا» است.

**۳۲** با توجه به آیهٔ شریفه‌ی «خداوند از دین همان را برایان بیان کرد که نوح را بدان سفارش نمود و آن‌چه را می‌باشد تو وحی کردیم و به ابراهیم و موسی و عیسیٰ توصیه نمودیم، این بود که دین را به پا داریم و در آن تفرقه نکنید». خواسته‌ی خداوند از تمام پیامبران الهی، برپایی دین الهی و عدم تفرقه در آن است.

**۳۳** عدم تحریف قرآن کریم معلول تلاش و کوشش مسلمانان، عنایت الهی و اهتمام پیامبر اکرم (ص) در جمع آوری و حفظ قرآن است. بنابراین قسمت اول هر چهار گزینه صحیح است.

هم‌چنین استقرار تعالیم دینی به عنوان سبک زندگی و آداب و رسوم مردم نیز معلول ایمان استوار، تلاش بی‌مانند، تحمل سختی‌ها و تداوم رسالت پیامبران مورد، دشمنان از کنار گذاشتن تعالیم دینی از زندگی مردم، ناتوان شدن.

**۳۴** آیهٔ شریفه‌ی «وَ مَا كُنْتَ تَتَلَوَّنَ قَبْلَهُ مِنْ كِتَابٍ وَ لَا تَتَحَطَّهُ بِيَمِينِكِ إِذَا لَأْرَقَابَ الْمَبْطَلُونَ» و پیش از آن هیچ نوشته‌ای را نمی‌خواندی و با دست خود، آن را نمی‌نوشتی که در آن صورت، اهل باطل به شک می‌افتادند.» به ارسال قرآن بر پیامبر امّی اشاره دارد و بیانگر مسدود کردن راه بهانه‌جویی برکج‌اندیشان از این طریق است.

#### بررسی سایر گزینه‌ها:

**۳۵** «أَفَلَا يَتَدَبَّرُونَ الْقُرْآنَ ... : پس آیا در قرآن تدبیر نمی‌کند که اگر از نزد غير خدا می‌بود، قطعاً در آن ناسازگاری بسیار می‌یافتد.» انسان‌ها را توصیه به تفکر در آیات الهی می‌کند تا از طریق توجه به انسجام درونی آیات قرآن پی به الهی بودن آن بینند.

**۳۶** هر دو آیهٔ بیانگر تحدی قرآن کریم برای اثبات الهی بودن آن است.

**۳۷** پیامبر زمانی می‌تواند مسئولیت‌های خود را، مثل تشکیل حکومت در راستای اجرای احکام اسلامی (گزینه‌ی (۲)) انجام دهد که معصوم از خطاب باشد و تحت تأثیر هواهای نفسانی قرار نگیرد.

#### بررسی سایر گزینه‌ها:

**۳۸** (۱) مردم زمانی گفته‌ها و هدایت‌های انبیا را می‌پذیرند که مطمئن باشند ایشان هیچ‌گاه مرتكب گناه و اشتباه نمی‌شوند و تحت تأثیر هواهای نفسانی قرار نمی‌گیرند. (۲) تشکیل حکومت، خود یکی از مسئولیت‌های انبیا است که اجرای درست آن منوط به عصمت ایشان است.

**۳۹** پیامبران زمانی می‌معوث می‌گردند که آثار شرک در جامعهٔ فراغیر است و اتفاقاً مسئولیت انبیا، دور کردن همین موارد از زندگی مردم است.

**۴۰** مستقیم‌ترین اشاره‌ی قرآن کریم به جانشینی امیرالمؤمنین (ع) مربوط به آیهٔ ولایت «إِنَّمَا وَلِيُّكُمُ اللَّهُ وَرَسُولُهُ وَالَّذِينَ آتَنَا وَيَقِيمُونَ الصَّلَاةَ وَيُؤْتُونَ الزَّكَاةَ وَهُمْ رَاكِعُونَ: همانا ولی شما فقط خداوند و رسول او و کسانی‌اند که ایمان آورده‌اند. همان ایمان آورندگانی که نماز را بربا می‌دارند و در حال رکوع زکات می‌دهند.» است که مصدق آن تنها امیرالمؤمنین (ع) می‌باشد و در آن به طور مستقیم و با بیان برخی ویزگی‌ها به معروف امیرالمؤمنین علی (ع) به عنوان ولی و سرپرست مسلمانان و جانشین پیامبر اکرم (ص) پرداخته شده است.

**۴۱** با توجه به سخنان حضرت علی (ع) که می‌فرمایند: «... هنگامی که وحی بر پیامبر (ص) فرود آمد ... بی‌گمان آن‌چه را من می‌شنوم تو هم می‌شنوی و آن‌چه را من می‌بینم تو هم را من می‌بینم، جز این‌که تو پیامبر نیستی بلکه وزیر هستی و تو هر آینه بر راه خیر می‌باشی.» ایشان جانشین و وصی پیامبر (ص) هستند و بعد از پیامبر نبی دیگری نیست که از این منظر حدیث بالا با حدیث منزلت «أَنَّ مِنْيَ مِنْزَلَةَ هارونَ مِنْ مُوسَى إِلَّا أَنَّهُ لَا تَبَيَّنَ بعدی: تو برای من به مانند هارون برای موسی هستی، جز این‌که بعد از من پیامبری نیست.» ارتباط مفهومی دارد.



**٤٥٣** توضیح: با توجه به جمع بودن "numbers" پیش از جای خالی، فعل جمله جمع به حساب می‌آید و فعل مناسب برای آن نیز باید جمع باشد و در بین گزینه‌های موجود، تنها گزینه‌ی (۴) می‌تواند پاسخ صحیح باشد.

**٤٥٤**

- (۱) کار کردن، عمل کردن
- (۲) دفاع کردن از
- (۳) جلوگیری کردن از، مانع ... شدن
- (۴) جمع آوری کردن، وصول کردن؛ دنبال ... رفتن

**٤٥٥**

- (۱) در معرض خطر
- (۲) سازمان یافته
- (۳) کاهش یافته
- (۴) تحت فشار

عادت‌های (رسوم) اجتماعی و طرق رفتاری تغییر می‌کنند. کارهایی که چند سال پیش بی‌ادبانه (دور از ادب) به حساب می‌آمدند، در حال حاضر پذیرفتی هستند. همین چند سال پیش (تنها چند سال پیش)، سیگار کشیدن در خیابان برای یک مرد، رفتاری بی‌ادبانه به حساب می‌آمد. هیچ مردی که خودش را یک آقای متشخص در نظر می‌گرفت، وقتی که خانمی در اتاق بود، با سیگار کشیدن آبروی خود را نمی‌برد. هم‌چنین آداب و رسوم، کشور تاکشور متفاوت است (فرق دارد). آیا در کشور شما یک مرد در سمت چپ یا راست یک زن حرکت می‌کند؟ یا مهم نیست؟ در مورد عادات [سر] میز [غذا نشستن] (غذا خوردن) چه طور؟ آیا زمانی که شما دارید غذا می‌خورید باید از هر دو دست استفاده کنید؟ آیا باید یکی [از دست‌هایتان] را روی پایتان یا روی میز بگذارید؟

آمریکایی‌ها و بریتانیایی‌ها نه تنها به زبان مشترک صحبت می‌کنند، بلکه در بسیاری از آداب و رسوم اجتماعی نیز مشترک هستند. برای مثال هم در آمریکا و هم [در] انگلستان مردم هنگامی که برای اولین بار هم‌دیگر را ملاقات می‌کنند، با یک‌دیگر دست می‌دهند. هم‌چنین بیشتر مردان انگلیسی در را برای یک خانم باز می‌کنند یا صندلی خود را به یک خانم تعارف می‌کنند، همین‌طور بیشتر آمریکایی‌ها نیز [همین کار را می‌کنند]. سر وقت بودن، هم در انگلستان و هم در آمریکا مهم است. یعنی اگر دعوت شام برای ساعت ۷ است، مهمان شام یا نزدیک آن زمان می‌رسد یا تماس می‌گیرد تا [علت] دیر کردنش را توضیح دهد.

موضوع مهمی که باید در مورد آداب و رسوم اجتماعی به یاد داشته باشید [این] است [که] هیچ کاری را انجام ندهید که ممکن است سایر افراد را متعذب کند، به خصوص اگر آن‌ها مهمانان شما باشند. یک داستان قدیمی در مورد مردی که یک مهمانی شام رسمی گرفته بود، وجود دارد. زمانی که غذا سرو می‌شد، یکی از مهمان‌ها شروع به خوردن نخودفرنگی‌هایش با چاقو کرد. مهمانان دیگر [از این رفتار وی] متوجه یا شوکه بودند، اما میزبان با آرامش چاقویش را برداشت و به همان شیوه، شروع به خوردن کرد. خلاف ادب بود که او باعث می‌شد مهمانش احساس حماقت یا مؤذ بودن داشته باشد.

**٤٥٦** اگر مرد جوانی یک دعوت مهمانی را پذیرفته است، در صورتی که قرار است برای مهمانی دیر کند، باید چه کار کند؟

- (۱) او باید برای دیر کردن خودش بهانه‌ای بیابد.
- (۲) او باید برای دیر کردن خودش خواستار بهانه‌ای شود.
- (۳) او باید تلفن کند تا [دلیل] دیر کردن خودش را توضیح دهد.
- (۴) وقتی رسید صرفاً باید بگوید «می‌بخشید.»

## زبان انگلیسی

**٤٤** دوستانم سفرشان به دور دنیا را سه ماه قبل آغاز کردند. آن‌ها اکنون حدود نیمی از راه را رفته‌اند.

توضیح: فعل قرار گرفته در جای خالی اول در زمان مشخصی از گذشته (در این مورد "three months ago") انجام شده و به اتمام رسیده است؛ بنابراین در این جای خالی به فعل گذشته‌ی ساده ("started") نیاز داریم.

**٤٥** دقت کنید؛ چون اشخاص مورد اشاره در حال حاضر نیز در سفر هستند، در جای خالی دوم به شکل حال کامل فعل "go" (یعنی "have / has gone") نیاز داریم. نیاز داریم، نه شکل حال کامل فعل "be".

**A:** «می‌خواهم مقداری آب میوه بخورم، ولی نمی‌توانم یک لیوان پیدا کنم.»

**B:** «اگر لامپ‌ها را روشن کنی، شاید بتوانی درست ببینی.»

توضیح: "juice" (آب میوه) غیرقابل شمارش است؛ بنابراین در بین گزینه‌های موجود، به جز "a few" می‌توان از سایر موارد پیش از آن استفاده کرد.

**٤٦** دقت کنید؛ "glass" در اینجا در معنی قابل شمارش "لیوان" و به صورت مفرد به کار رفته است و در نتیجه پیش از آن به حرف تعریف نیاز داریم که به دلیل نامعین بودن این اسم؛ حرف تعریف a را به کار می‌بریم.

**٤٧** روان‌شناس از من خواست تا پرنده بودن را تصور کم، بازوانم را هم‌چون بال‌های بگشایم و خودم را در حال پرواز از آسمان صاف آبی ببینم (تصور کنم).

- (۱) مراقب بودن
- (۲) مراقب بودن، مواظب بودن
- (۳) مراقب بودن
- (۴) تجربه کردن

**٤٨** در فروشگاه‌های توریستی [این منطقه] شما ممکن است برای پرداخت نقدی ۱۰ درصد تخفیف بگیرید و قیمت‌ها اوایل و اواخر فصل، پایین‌تر هستند.

- (۱) محصول
- (۲) اندازه؛ اقدام
- (۳) تخفیف
- (۴) تعادل، توازن

**٤٩** **٥٠** هوای مدتی نسبتاً طولانی واقعاً بد بود، ولی اخیراً اندکی شروع به گرم شدن کرده است.

- (۱) کاملاً
- (۲) بسیار، خیلی
- (۳) به سختی؛ به ندرت
- (۴) اخیراً، به تارگی

در اواخر دهه‌ی ۱۹۷۰، حدود ۱/۳ میلیون فیل در آفریقا وجود داشت. امروزه نصف آن تعداد وجود دارد. شکارچی‌های غیرقانونی آن‌ها را به خاطر عاج‌هایشان می‌کشند و مزارع کشاورزی در زمین‌هایی که آن‌ها در آن جا زندگی می‌کنند، ساخته می‌شود. با وجود این، در مناطق حفاظت شده [و] در جایی که فیل‌ها حفاظت می‌شوند، تعداد آن‌ها افزایش یافته است. آن‌ها به صورت گزینشی کشته می‌شوند (به صورت کنترل شده‌ای کشته می‌شوند) تا مانع تخریب مناطق روزتایی از طرف آن شوند. امروزه فیل‌ها در فهرست وسمی گونه‌های در عرض خط هستند، و تجارت فیل و عاج [فیل] توسط موافقنامه‌ی بین‌المللی کنترل می‌شود.

**٥١**

- (۱) نقطه؛ نکته
- (۲) عدد؛ تعداد؛ شماره
- (۳) قد؛ ارتفاع
- (۴) ترفیع؛ اضافه حقوق

**٥٢** توضیح: طبق مفهوم جمله در جای خالی به یک بند خبری مستقل نیاز داریم و همان‌طور که می‌دانید برای شکل دادن جملات و بندۀای مستقل در زبان انگلیسی به فعل و فعل نیاز است و فعل (در این مورد ضمیر فاعلی "they") پیش از فعل قرار می‌گیرد.



بعلاوه چون تابع  $f(x)$  در اطراف ریشه‌ی  $x = -2$  تغییر علامت نداده است، پس  $x = -2$  ریشه‌ی مضاعف معادله‌ی  $f(x) = 0$  می‌باشد و لذا  $x = -2$  باید ریشه‌ی  $2x^3 + ax + b = 0$  نیز باشد، پس:

$$2(-2)^3 - 2a + b = 0 \Rightarrow -2a + b + 8 = 0 \quad (2)$$

حال دستگاه متشکل از معادله‌های (1) و (2) را حل می‌کنیم:

$$\begin{cases} -3a + b = -18 \\ -2a + b = -8 \end{cases} \xrightarrow{\text{۱}} \begin{cases} -3a + b = -18 \\ 2a - b = 8 \end{cases} \xrightarrow{\text{۲}} \begin{array}{l} -a = -10 \\ a = 10 \end{array}$$

با جای‌گذاری  $a = 10$  در یکی از معادلات،  $b = 12$  حاصل می‌شود، پس:

$$\frac{a+b}{2} = 11$$

۳ ۶۴

$$\alpha^5 = \beta \xrightarrow{\text{طرفین}} \alpha^6 = \alpha\beta = \frac{c}{a} = \frac{32}{1} = 64 \Rightarrow \alpha^6 = 64 \Rightarrow \alpha = \pm 2$$

چون در صورت تست آمده که  $\alpha > 0$  پس فقط  $\alpha = 2$  قابل قبول است. حال با جای‌گذاری مقدار  $\alpha$  (به عنوان ریشه) در معادله داریم:

$$\frac{1}{2}(2)^3 - (m^3 - 10) \times 2 + 32 = 0 \Rightarrow 34 - 2(m^3 - 10) = 0$$

$$\Rightarrow 2(m^3 - 10) = 34 \Rightarrow m^3 - 10 = 17 \Rightarrow m^3 = 27 \Rightarrow m = 3$$

۱ ۶۵

$$\sqrt{7+\sqrt{x+2}} = \sqrt{11-x} \xrightarrow{\text{طرفین به}} 7+\sqrt{x+2} = 11-x$$

$$\Rightarrow \sqrt{x+2} = 4-x \xrightarrow{\text{طرفین به}} x+2 = (4-x)^2$$

$$\Rightarrow x+2 = 16+x^2-8x \Rightarrow x^2-9x+14=0$$

$$\Rightarrow (x-2)(x-7)=0 \Rightarrow \begin{cases} x=2 \\ x=7 \end{cases}$$

با جای‌گذاری این مقادیر در معادله اولیه داریم:

$$x=2 \Rightarrow \begin{cases} \sqrt{7+\sqrt{2+2}} = \sqrt{7+2} = 3 \\ \sqrt{11-2} = \sqrt{9} = 3 \end{cases} \Rightarrow 3=3$$

$\Rightarrow x=2$  قابل قبول است.

$$x=7 \Rightarrow \begin{cases} \sqrt{7+\sqrt{7+2}} = \sqrt{7+3} = \sqrt{10} \\ \sqrt{11-7} = \sqrt{4} = 2 \end{cases} \Rightarrow \sqrt{10} \neq 2$$

$\Rightarrow x=7$  غیر قابل قبول است.

۴ در واقع نقطه‌ی  $O(a, b)$  محل تلاقی عمودمنصف‌های

پاره خط‌های  $AB$  و  $CD$  می‌باشد، زیرا هر نقطه روی عمودمنصف یک پاره خط از دو سر آن پاره خط به یک فاصله است و بالعکس. پس باید معادله‌ی این عمودمنصف‌ها را بیابیم. برای این منظور مختصات نقطه‌ی وسط  $AB$  و نقطه‌ی وسط  $CD$  را می‌باییم:

$$AB: M\left(\frac{x_A+x_B}{2}, \frac{y_A+y_B}{2}\right) = \left(\frac{1+5}{2}, \frac{2+1}{2}\right) = \left(3, \frac{3}{2}\right)$$

$$CD: N\left(\frac{x_C+x_D}{2}, \frac{y_C+y_D}{2}\right) = \left(\frac{9+11}{2}, \frac{11}{2}\right)$$

حال شیب پاره خط  $AB$  و  $CD$  را محاسبه می‌کنیم:

$$m_{AB} = \frac{1-2}{5-1} = -\frac{1}{4}$$

$$m_{CD} = \frac{4-7}{6-3} = -1$$

۱ ۵۷

طبق متن، بهترین میزبان .....

(۱) حداکثر تلاش خودش را می‌کند تا مهمانش احساس راحتی کند

(۲) مهمان خودش را هیجان‌زده می‌کند

(۳) تلاش می‌کند تا از احمقانه بودن [کارهای] خودش برای مهمانش اجتناب کند.

(۴) تلاش می‌کند تا از ناراحت بودن اجتناب کند

۳ ۵۸ عبارت "bad manners" (بی‌آدبی، خلاف ادب) در

پاراگراف آخر نزدیک‌ترین معنی را به "impolite" دارد.

(۱) زشت ۲) بی‌صداقت؛ متقلب

(۴) خجالت‌آور، شرم‌آور ۳) بی‌آدب؛ بی‌ادبانه

۳ ۵۹ نویسنده‌ی این متن ممکن است با کدام‌یک از [اشخاص] زیر هم‌عقیده باشد؟

(۱) مهمانی که نخودفرنگی‌هایش را با چاقو خورد

(۲) سایر مهمانان که متحریر یا شوکه بودند

(۳) میزبانی که چاقوی خودش را برداشت و به همان شیوه‌ی [مهمانش] شروع به خوردن [نخودفرنگی] کرد

(۴) مهمانی که سروقت نرسید و اهمیتی نداد تا تماس بگیرد

۱ ۶۰ فکر می‌کنید کدام‌یک از موارد زیر بهترین عنوان برای این متن است؟

(۱) آداب و رسوم اجتماعی و شیوه‌های رفتار

(۲) رفتار اجتماعی یا سروقت بودن

(۳) استانداردهای آمریکایی رفتار اجتماعی

(۴) یک رفتار اجتماعی چگونه تغییر می‌کند؟

## دیاضیات

۲ ۶۱

$$\begin{cases} A(2m, -2) \\ B(2, 2-4m) \end{cases} \Rightarrow AB = \frac{2-4m+2}{2-2m} = \frac{4-4m}{2-2m} = \frac{4(1-m)}{2(1-m)} = 2$$

چون عرض از مبدأ خط برابر ۲ و شیب آن نیز برابر ۲ است، پس بنابر  $y = 2x + 2$  :  $(m = h = 2)$  فرمول  $y = mx + h$  داریم

هنگامی خط محور طول‌ها را قطع می‌کند که  $y$  برابر صفر باشد، پس:  $0 = 2x + 2 \Rightarrow x = -1$

۳ ۶۲ ابتدا مختصات نقطه‌ی  $M$  (وسط ضلع  $BC$ ) را می‌باییم:

$$M\left(\frac{x_B+x_C}{2}, \frac{y_B+y_C}{2}\right) = \left(\frac{-2+2}{2}, \frac{5+3}{2}\right) = (0, 4)$$

حال از فرمول محاسبه‌ی طول پاره خط استفاده می‌کنیم:

$$AM = \sqrt{(x_A - x_M)^2 + (y_A - y_M)^2}$$

$$\xrightarrow{\text{فرض مسئله}} \sqrt{(-2-0)^2 + (4-4)^2} = 2\sqrt{2}$$

$$\xrightarrow{\text{طرفین به}} 4 + (a-4)^2 = 8 \Rightarrow (a-4)^2 = 4$$

$$\xrightarrow{\text{جذر}} \begin{cases} a-4 = 2 \\ a-4 = -2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 6 \\ a = 2 \end{cases}$$

۲ ۶۳ چون  $x = -3$  ریشه‌ی معادله‌ی  $f(x) = 0$  است، پس به

وضوح  $x = -3$  ریشه‌ی  $2x^2 + ax + b = 0$  می‌باشد، بنابراین:

$$2(-3)^2 - 3a + b = 0 \Rightarrow -3a + b + 18 = 0 \quad (1)$$



دو تابع  $f$  و  $g$  وقتی با هم برابرند که دارای دامنه‌ی یکسان باشند و به ازای هر  $x$  از این دامنه‌ی یکسان  $f(x) = g(x)$  باشد. چون دامنه‌ی  $f(x)$  برابر  $\mathbb{R} - \{-2\}$  است، پس دامنه‌ی  $g(x)$  نیز باید  $\mathbb{R} - \{-2\}$  باشد و این یعنی  $x = -2$  باید ریشه‌ی مضاعف مخرج  $x^2 + cx + d = 0$  باشد، لذا:

$$x^2 + cx + d = (x + 2)^2 \Rightarrow c = d = 4$$

از طرفی باید ضابطه‌ی  $g$  و  $f$  برابر باشد، پس نتیجه می‌گیریم باید یک عامل  $x + 2$  در صورت کسر  $g(x)$  وجود داشته باشد تا با یک عامل  $x + 2$  در مخرج  $(x + 2)^2$  ساده شود، لذا:

$$g(x) = \frac{4(x+2)}{(x+2)^2} = \frac{4}{x+2} = f(x)$$

پس  $a = 4$  و  $b = 8$  در نتیجه:

$$a + b - c - d = 4 + 8 - 4 - 4 = 4$$

**۱** بنا به شکل، به وضوح نمودار تابع  $f(x) = \sqrt{x}$  به اندازه‌ی ۹ واحد به سمت چپ و ۳ واحد به بالا انتقال یافته است. پس ضابطه‌ی مربوط به نمودار به صورت  $f(x) = 3 + \sqrt{x+9}$  است. از طرفی نقطه‌ی  $c$  دارای طول صفر است، یعنی نمودار در جایی محور  $y$  را قطع می‌کند که  $x = 0$  است لذا:

$$x = 0 \Rightarrow c = f(0) = 3 + \sqrt{9} = 3 + 3 = 6$$

**۲** برای تعیین دامنه‌ی تابع رادیکالی با فرجه‌ی زوج، زیر رادیکال باید بزرگ‌تر مساوی صفر باشد. پس باید:

$$f^{-1}(x) - x \geq 0 \Rightarrow f^{-1}(x) \geq x$$

از طرفی می‌دانیم نمودار تابع  $y = f(x)$  و  $y = f^{-1}(x)$  نسبت به خط  $y = x$  متقارن هستند. چون نمودار تابع  $y = f(x)$  در بازه‌ی  $[3, 9]$  زیر خط  $y = x$  می‌باشد، پس در این بازه،  $y = f^{-1}(x)$  بالای خط  $y = x$  است ولذا شرط  $f^{-1}(x) \geq x$  برقرار است و در سایر قسمت‌های دامنه  $x < 3$   $f^{-1}(x) < x$  است، لذا جواب  $[3, 9]$  می‌باشد.

$$D_{\underline{f}} = D_f \cap D_g - \{x | g(x) = 0\}$$

**۱** **۷۳**

پس ابتدا  $D_f$  و  $D_g$  را محاسبه می‌کنیم:

$$\begin{cases} D_f : x + 4 > 0 \Rightarrow x > -4 \\ D_g : x + 4 > 0 \Rightarrow x > -4 \end{cases} \Rightarrow D_f \cap D_g = (-4, +\infty)$$

$$\{x | g(x) = 0\} = \{x | \frac{x-2}{\sqrt{x+4}} = 0\} = \{x | x-2 = 0\} = \{2\}$$

$$\Rightarrow D_{\underline{g}} = (-4, +\infty) - \{2\} = (-4, 2) \cup (2, +\infty)$$

**۳** **۷۴**

$$\tan \frac{14\pi}{15} = \tan(\pi - \frac{\pi}{15}) = -\tan \frac{\pi}{15} \Rightarrow \tan \frac{\pi}{15} + \tan \frac{14\pi}{15} = 0$$

$$\tan \frac{12\pi}{15} = \tan(\pi - \frac{3\pi}{15}) = -\tan \frac{3\pi}{15} \Rightarrow \tan \frac{3\pi}{15} + \tan \frac{12\pi}{15} = 0$$

لذا از عبارت مورد نظر فقط  $\tan \frac{5\pi}{15} = \tan \frac{\pi}{3} = \sqrt{3}$  باقی می‌ماند:

$$\Rightarrow \tan \frac{5\pi}{15} = \tan \frac{\pi}{3} = \sqrt{3}$$

چون شیب  $AB$  برابر  $\frac{1}{4}$  است، پس شیب عمودمنصف آن ۴ است، پس

معادله‌ی عمودمنصف وارد بر  $AB$  و گذرا از  $M(3, \frac{3}{2})$  برابر است با:

$$d: y - \frac{3}{2} = 4(x - 3) \Rightarrow y = 4x - 12 + \frac{3}{2} \Rightarrow y = 4x - \frac{21}{2}$$

از طرفی چون شیب  $CD$  برابر  $(-1)$  است، پس شیب عمودمنصف آن ۱ می‌باشد. معادله‌ی عمودمنصف  $CD$  را می‌یابیم:

$$y - \frac{11}{2} = 1(x - \frac{9}{2}) \Rightarrow y = x - \frac{9}{2} + \frac{11}{2} \Rightarrow y = x + 1$$

با حل دستگاه متشکل از ۲ معادله، نقطه‌ی  $O$  معلوم می‌شود:

$$\begin{cases} y = 4x - \frac{21}{2} \\ y = x + 1 \end{cases} \xrightarrow{\text{تفاضل}} 3x - \frac{21}{2} - 1 \Rightarrow x = a = \frac{23}{6}$$

$$\xrightarrow{\text{جایگذاری در یک معادله}} y = b = \frac{29}{6} \Rightarrow y - x = b - a = \frac{4}{6} = 1$$

**۱** **۶۷** بنابر قضیه‌ی اساسی تشابه مثلث‌ها (صفحه‌ی ۴۲ ریاضی (۲))

$$\Delta ADE \sim \Delta AMN$$

داریم: نسبت مساحت‌های دو مثلث متشابه، مربع نسبت تشابه دو مثلث است.

پس با توجه به مطالب ذکرشده، داریم:

$$\frac{S_{\Delta ADE}}{S_{\Delta AMN}} = \frac{AD}{AM} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{DE}{MN} = \sqrt{\frac{1}{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

**۴** **۶۸** بنابر تعمیم قضیه‌ی تالس:

$$DE \parallel BC \Rightarrow \frac{AD}{AB} = \frac{AE}{AC} = \frac{DE}{BC}$$

$$\Rightarrow \frac{x+1}{4x+4} = \frac{2x+1}{10x+2} = \frac{DE}{7x+5} \Rightarrow \frac{x+1}{4(x+1)} = \frac{2x+1}{10x+2} = \frac{DE}{7x+5}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{DE}{7x+5} = \frac{1}{4} \\ \frac{2x+1}{10x+2} = \frac{1}{4} \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow 10x + 2 = 8x + 4 \Rightarrow 2x = 2 \Rightarrow x = 1$$

$$\xrightarrow{x=1} \frac{DE}{7+5} = \frac{1}{4} \Rightarrow DE = \frac{12}{4} = 3$$

$$\Rightarrow \Delta ADE = AD + AE + DE = x+1 + 2x+1 + 3$$

$$\xrightarrow{x=1} \Delta ADE = 8$$

**۲** **۶۹** بنابر روابط طولی در مثلث قائم‌الزاویه داریم:

$$AH^2 = BH \cdot HC \Rightarrow (2x-3)^2 = x(2x+7)$$

$$\Rightarrow 4x^2 - 12x + 9 = 2x^2 + 7x$$

$$\Rightarrow 2x^2 - 19x + 9 = 0 \Rightarrow \Delta = (-19)^2 - 4(2)(9) = 361 - 72 = 289$$

$$\Rightarrow x = \frac{19 \pm 17}{4} = \begin{cases} 9 \\ \frac{1}{2} \end{cases} \Rightarrow (2x-3) < 0 \Rightarrow x = \frac{1}{2}$$

همچنین:

$$AB^2 = BH \cdot BC \xrightarrow{\text{ تقسیم طرفین}} \frac{AB^2}{AC^2} = \frac{BH \cdot BC}{AC^2} = \frac{BH}{AC}$$

$$\Rightarrow \left( \frac{AB}{AC} \right)^2 = \frac{BH}{HC} = \frac{x}{2x+7} \xrightarrow{x=9} \left( \frac{AB}{AC} \right)^2 = \frac{9}{18+7} = \frac{9}{25}$$

$$\Rightarrow \left( \frac{AB}{AC} \right)^2 = \frac{9}{25} \Rightarrow \frac{AB}{AC} = \frac{3}{5}$$

$$\Rightarrow b = \frac{12 \pm 5}{12} \Rightarrow \begin{cases} b_1 = \frac{18}{12} = \frac{3}{2} \Rightarrow \text{✓} \\ b_2 = \frac{1}{12} = \frac{1}{3} \Rightarrow \times \end{cases}$$

$b = \frac{2}{3}$  غیر قابل قبول است، زیرا اگر در  $f(x)$  یا  $g(x)$  جایگذاری کنیم پایه‌ی توابع، عددی منفی می‌شود.

۴ ۷۹

$$\log_{\varphi} x \times \log_x 16x = \frac{7}{2} \Rightarrow \log_{\varphi} x (\log_x 16 + \log_x x) = \frac{7}{2}$$

$$\Rightarrow \log_{\varphi} x (2 \log_{\varphi} x + \log_{\varphi} x) = \frac{7}{2}$$

$$\frac{\log_{\varphi} x = \frac{1}{\log_{\varphi} x}}{\log_{\varphi} x (\frac{2}{\log_{\varphi} x} + 1) = \frac{7}{2}}$$

$$\frac{A = \log_{\varphi} x}{A(\frac{2}{A} + 1) = \frac{7}{2}} \Rightarrow 2 + A = \frac{7}{2}$$

$$\Rightarrow A = \frac{7}{2} - 2 = \frac{3}{2}$$

$$\Rightarrow A = \frac{3}{2} \Rightarrow \log_{\varphi} x = \frac{3}{2} \Rightarrow x = 4^{\frac{3}{2}} = \sqrt[2]{4^3} = \sqrt[2]{64} = 8$$

$$\Rightarrow \log_5(x+17) = \log_5 25 = \log_5 5^2 = 2$$

$$f(x) = 3 - \log_5 \frac{25}{x} = 3 - (\log_5 5^2 - \log_5 x)$$

$$= 3 - (2 - \log_5 x) = 1 + \log_5 x \Rightarrow f(x) = 1 + \log_5 x$$

$$x = 5 \Rightarrow f(5) = 1 + \log_5 5 = 2$$

بنابراین گزینه‌ی (۲) صحیح است.

## زیست‌شناسی

۱ در انعکاس عقب کشیدن دست، نورون‌های حرکتی فقط با یک نورون دیگر دارای ارتباط هستند و نورون‌های رابط با نورون حسی و نورون حرکتی در ارتباط می‌باشند. نورون حسی نیز با دو نورون رابط در ارتباط است، بنابراین منظور این سؤال نورون حرکتی است. نورون‌های حرکتی درگیر در این انعکاس مانند سایر نورون‌های حرکتی، آکسون بلند و دندربیت کوتاه دارند.

### بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) نورون‌های رابط و حسی در این انعکاس، ناقل‌های عصبی خود را در بخش خاکستری نخاع آزاد می‌کنند.

۳) نورون‌های دستگاه عصبی مرکزی در بیماری MS، دچار اختلال می‌شوند. نورون‌های حرکتی ریشه‌ی شکمی نخاع، بخشی از دستگاه عصبی محیطی را تشکیل می‌دهند.

۴) دندربیت نورون‌های حسی دارای غلاف میلین بوده و توانایی هدایت جهشی پیام‌های عصبی را دارند، در حالی که نورون رابط فاقد این ویژگی است.

**نکته:** دندربیت و آکسون نورون حسی و آکسون نورون حرکتی، دارای غلاف میلین هستند.

۵) یون‌های سدیم و پتاسیم همواره می‌توانند از نورون خارج شوند و یا در حال وارد شدن به درون یاخته باشند. یون‌های سدیم همیشه توسعه پمپ سدیم-پتاسیم به خارج یاخته فرستاده و توسط کانال‌های نشستی سدیم نیز وارد یاخته می‌شوند. یون‌های پتاسیم همیشه توسعه پمپ سدیم - پتاسیم به داخل یاخته وارد و توسط کانال‌های نشستی پتاسیم نیز از یاخته خارج می‌شوند.

$$\begin{aligned} A &= \tan(35^\circ + \alpha) \tan(125^\circ + \alpha) \\ &= \tan(35^\circ + \alpha) \tan(90^\circ + (35^\circ + \alpha)) \\ &= \tan(35^\circ + \alpha) (-\cot(35^\circ + \alpha)) \\ &= -\tan(35^\circ + \alpha) \cot(35^\circ + \alpha) = -1 \\ B &= \sin^2(40^\circ + \alpha) + \sin^2(50^\circ - \alpha) \\ &= \sin^2(40^\circ + \alpha) + \cos^2(40^\circ + \alpha) = 1 \\ \Rightarrow \frac{A}{B} &= \frac{-1}{1} = -1 \end{aligned}$$

با مقایسه نمودار تابع  $y = \sin x$  و نمودار داده شده، چون نمودار  $y = \sin x$  به اندازه‌ی  $\frac{\pi}{4}$  به سمت راست انتقال یافته است، پس  $f(x) = a \sin(x - \frac{\pi}{4}) + c$

از طرفی بنابر شکل، مقدار تابع  $f(x)$  در  $x = \frac{\pi}{4}$  برابر ۲ است، پس:

$$f(\frac{\pi}{4}) = a \sin(\frac{\pi}{4} - \frac{\pi}{4}) + c = 2 \Rightarrow a \times 0 + c = 2 \Rightarrow c = 2$$

در واقع نمودار  $y = \sin x$ ،  $y = \sin x$  به راست و ۲ واحد به بالا انتقال یافته است.

از طرفی در وسط باره‌ی  $[\frac{\pi}{4}, \frac{5\pi}{4}]$  مقدار تابع  $f(x)$  برابر ۶ است، پس داریم:

$$x = \frac{\frac{\pi}{4} + \frac{5\pi}{4}}{2} = \frac{3\pi}{4} \Rightarrow f(\frac{3\pi}{4}) = 6$$

$$\Rightarrow a \sin(\frac{3\pi}{4} - \frac{\pi}{4}) + 2 = 6 \Rightarrow a \sin(\frac{\pi}{4}) = 4$$

$$\Rightarrow a \times 1 = 4 \Rightarrow a = 4 \Rightarrow abc = -2\pi$$

برای تابع نمایی  $y = b^x$  در حالت کلی باید  $1 < b < 0$ ، یعنی باید  $b > 0$  و  $b \neq 1$  باشد.

از طرفی بنابر نمودار داده شده، چون نمودار تابع نزولی است پس باید  $0 < b < 1$  باشد، یعنی:

$$0 < a^2 - 6a + 9 < 1 \Rightarrow 0 < (a-3)^2 < 1 \Rightarrow \begin{cases} (a-3)^2 > 0 \\ (a-3)^2 < 1 \end{cases}$$

(۱)  $a = 3$  همواره بزرگ‌تر از صفر است مگر در  $a = 3$  که مساوی صفر می‌شود، پس از این که  $0 < (a-3)^2 < 1$  نتیجه می‌گیریم

$$(a-3)^2 < 1 \Rightarrow |a-3| < 1 \Rightarrow -1 < a-3 < 1 \Rightarrow 2 < a < 4 \quad (**)$$

پس با اشتراک‌گیری (\*) و (\*\*) داریم:

$$(\mathbb{R} - \{3\}) \cap (2, 4) = (2, 3) \cup (3, 4)$$

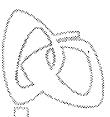
۱) می‌دانیم نمودار دو تابع  $y = a^{-x} = (\frac{1}{a})^x$  و  $y = a^x$  نسبت به محور  $z$  متقابران هستند.

حال چون  $f$  و  $g$  نسبت به محور  $z$  قرینه‌اند، پس:

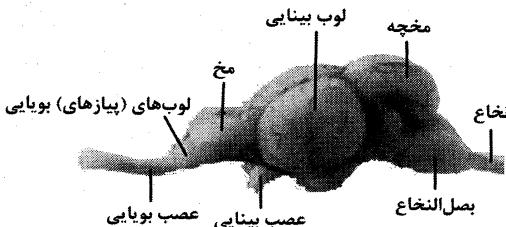
$$\frac{1}{b-1} = 6b - 7 \Rightarrow (b-1)(6b-7) = 1$$

$$\Rightarrow 6b^2 - 7b - 6b + 7 - 1 = 0$$

$$\Rightarrow 6b^2 - 13b + 6 = 0 \Rightarrow \Delta = (-13)^2 - 4(6)(6) = 25$$



**۳** ۸۶ ماهی‌ها از گیرنده‌های مکانیکی ساختار خط جانبی (کانال‌هایی در زیر پوست) خود در فرایند شکار استفاده می‌کنند. طبق شکل زیر در مغز ماهی، بصل النخاع (عقبی‌ترین قسمت مغز) ضخامت بیشتری (نه کمتری) از لوب‌های بویایی دارد.



#### بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) مخچه فوقانی‌ترین بخش مغز ماهی است که در مجاورت بصل النخاع (انتهایی‌ترین بخش ساقه‌ی مغز) قرار دارد.

۲) پیام‌های گیرنده‌های بینایی ماهی، یاخته‌های لوب‌های بینایی که بزرگ‌ترین بخش مغز ماهی هستند را تحریک می‌کنند. با دقت به شکل در خواهد یافت که عصب‌های بینایی به این لوب‌ها وارد می‌شوند.

۴) لوب‌های بویایی، بخش جلویی مغز ماهی را تشکیل می‌دهند. این لوب‌ها پیام‌های گیرنده‌های حس بویایی را دریافت می‌کنند که در ماهی‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است.

**۴** ۸۷ انسان به کمک گیرنده‌های بینایی (نوری) خود، بیش‌تر اطلاعات محیط پیرامون خود را به دست می‌آورد. واکنش‌های ایجادکننده‌ی پیام عصی در این گیرنده‌ها، در پی تجزیه‌ی ماده‌ی حساس به نور شروع می‌شوند.

#### بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) گیرنده‌های شنوایی و گیرنده‌های حس تعادل بر اثر خم شدن مژک‌های خود تحریک شده و پیام عصی تولید می‌کنند.

۲) ذره‌های غذا در بزاق حل می‌شوند و گیرنده‌های چشایی را تحریک می‌کنند، بنابراین ترشحات غدد بزاقی (انواعی از غدد بروون‌ریز)، به تغییر پتانسیل غشای گیرنده‌های چشایی کمک می‌کنند.

۳) آکسون‌های داخلی‌ترین یاخته‌های عصبی شبکیه (نه گیرنده‌های بینایی) در تشکیل عصب بینایی شرکت دارند.

**۳** ۸۸ استخوان‌های جمجمه، ستون مهره‌ها و قفسه‌ی سینه (جناغ و دندنه‌ها)، وظیفه‌ی حفاظت از اندام‌های حساس بدن چون مغز، نخاع، قلب و ریه‌ها را برعهده دارند. استخوان‌های نام برده جزو استخوان‌های محوری بدن هستند.

#### بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) تمام استخوان‌های بدن در ذخیره‌ی کلسیم و فسفات نقش دارند. ساختن گوییچه‌های خونی در مغز قرمز بیش‌تر استخوان‌ها صورت می‌گیرد.

۲) تست زدن توی زیست سفت نیست، آقا یا ثانوم دکتر آینده هر استخوانی با هر ویژگی، په مفصل متصرک باشه یا ثابت، راز یا پرون یا کوتاه یا نامنظم، هر په اصلاً پون استخوانه، دو نوع بافت اسفنژی و فشرده (متراکم) رو دارد!

۴) سامانه‌های هاورس در بافت استخوانی فشرده دیده می‌شوند. همان‌طور که می‌دانیم هر استخوانی در بدن انسان، هم بافت استخوانی فشرده و هم بافت استخوانی اسفنژی دارد، پس استخوان‌هایی که در محل مفاصل متحرک وجود دارند و در تماس با کپسول مفصلی قرار می‌گیرند، بافت استخوانی فشرده دارند.

#### بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) پمپ سدیم - پتانسیم همواره در حال فعالیت است، نه این‌که در پایان پتانسیل عمل، کار خود را شروع کند.

۳) در قسمت نزولی و قسمت صعودی پتانسیل عمل، ممکن است اختلاف پتانسیلی بین دو سمت غشا وجود نداشته باشد ( نقطه‌ی صفر ) در مرحله‌ی صعودی نمودار پتانسیل عمل، نفوذپذیری غشای نورون نسبت به یون‌های سدیم بیش‌تر از یون‌های پتانسیل عمل نیز نفوذپذیری غشای نورون نسبت به پتانسیم بیش‌تر از سدیم است.

۴) شیب غلظت یون‌های سدیم همواره از خارج به سمت داخل نورون است.

**۲** ۸۳ موارد «الف» و «ب» درست هستند. قشر مخ و قسمت هیپوکامپ از سامانه‌ی لیمبیک در یادگیری نقش دارند.

#### بررسی موارد:

الف) قشر مخ و سامانه‌ی لیمبیک بالاتر از ساقه‌ی مغز قرار گرفته‌اند.

ب) این مراکز مغزی دارای ارتباطات سیناپسی با یکدیگر و سایر مراکز مغزی هستند.

ج) درک اطلاعات حسی بدن بر عهده‌ی قشر خاکستری مخ است.

د) قشر مخ چین‌خورده است و شیارهای متعددی دارد، اما دستگاه لیمبیک جزو ساختارهای داخلی مغز و فاقد چین‌خورده‌ی است.

**۲** ۸۴ طناب عصبی شکمی در حشرات دیده می‌شود. در حشرات دستگاه عصبی به دو صورت مرکزی و محیطی دیده می‌شود.

#### بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) طناب عصبی پشتی مخصوص مهره‌داران است. همان‌طور که از سال قبل خواندید، در ماهی‌ها و نوزاد دوزیستان، گردش خون ساده است (یک نوع گردش خون)، در حالی‌که در سایر مهره‌داران مثل پستانداران، پرندگان، خزندگان و دوزیستان بالغ، گردش خون مضاعف است و دو گردش خون مجزا در بدن خود دارند.

۳) تنفس در ماهی‌ها که گروهی از مهره‌داران هستند، به صورت آبنشی است و سطح تنفسی در خارج بدن قرار دارد. در مهره‌داران دارای تنفس ششی، سطح تنفس درون بدن جانور قرار گرفته است.

۴) در حشرات، در هر بند از بدن، یک گره عصبی (نه یک جفت) فعالیت‌های ماهیچه‌های همان بند را کنترل می‌کند.

**۴** ۸۵ لایه‌ی صلبیه در تماس با ماهیچه‌های مخطط حرکت‌دهنده‌ی کره‌ی چشم قرار می‌گیرد. لایه‌ی صلبیه خارجی‌ترین و ضخیم‌ترین لایه‌ی کره‌ی چشم است.

**نکته:** ماهیچه‌های اطراف کره‌ی چشم، از نوع مخطط (اسکلتی) بوده و توسط اعصاب پیکری کنترل می‌شوند.

#### بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) قرنیه توانایی همگرا کردن نور را دارد، ولی قطر آن تغییر نمی‌کند.

**نکته:** اولين بخشی که نور از آن عبور می‌کند، قرنیه بوده که به علت انحنای آن، نور شکسته شده و همگرا بی‌پیدا می‌کند.

۲) شبکیه دارای گیرنده‌های نوری است. این لایه توانایی درک پیام‌های بینایی را ندارد. درک پیام بینایی در قشر خاکستری مخ رخ می‌دهد.

۳) ماهیچه‌های مژگانی در تغییر قطر عدسی نقش دارند. این ماهیچه‌ها به کمک تارهای آویزی به عدسی متصل می‌شوند.

**۹۳** در دیابت شیرین سوخت‌وساز پروتئین‌ها و چربی‌ها افزایش می‌یابد، در نتیجه مواد آلی زاید بیشتری در بدن نسبت به حالت عادی تولید می‌شود، از طرفی در بیماری دیابت شیرین گلوكز در ادرار وجود دارد، بنابراین در این بیماری میزان مواد آلی ادرار افزایش می‌یابد (نه کاهش).

#### بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در دیابت شیرین، به دنبال گلوكز آب وارد ادرار می‌شود، در نتیجه فشار اسمزی خون افزایش یافته و مرکز احساس تشنجی (هیپوتالاموس) در مغز به دفعات تحریک می‌شود.

۲) در دیابت شیرین، بر اثر تجزیه‌ی چربی‌ها، محصولات اسیدی تولید می‌شود که این محصولات، سبب کاهش pH خون می‌شوند.

۳) در دیابت شیرین، تجزیه‌ی پروتئین‌ها مقاومت بدن را کاهش می‌دهد، در نتیجه احتمال انتشار عوامل بیماری‌زا از محل‌های بردگی‌ها و سوختگی‌های هر چند کوچک وجود دارد.

**۹۴** هورمون کلسی‌تونین که از غده‌ی تیروئید ترشح می‌شود، در ساختار خود ید ندارد. میزان ترشح این هورمون به خون تحت کنترل هورمون‌های آزادکننده و مهارکننده‌ی هیپوتالاموس قرار ندارد.

#### بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) میزان ترشح هورمون کلسی‌تونین به خون توسط بازخورد منفی تنظیم می‌شود، در نتیجه، افزایش تأثیر آن بر بدن، سبب کاهش ترشح آن به خون می‌شود.

۲) هورمون کلسی‌تونین با تأثیر بر یاخته‌های هدف خود به صورت غیرمستقیم (مانع از برداشت کلسیم از استخوان‌ها) سبب کاهش میزان کلسیم خون می‌شود. کاهش کلسیم خون محرك ترشح هورمون پاراتیروئیدی خواهد بود.

۴) هورمون کلسی‌تونین با مانع از برداشت کلسیم از استخوان، مانع از کاهش ماده‌ی زمینه‌ای این بافت پیوندی می‌شود.

**۹۵** هیچ‌یک از موارد عبارت صورت سؤال را به درستی تکمیل نمی‌کنند.

#### بررسی موارد:

(الف) لنفوسيت‌های T کشنده، توانایی ترشح پروفورین که نوعی پروتئین دفاعی است را دارند. این یاخته‌ها از تقسیم لنفوسيت T فعال و لنفوسيت T خاطره در خارج از مغز استخوان ایجاد می‌شوند.

(ب) گویچه‌های سفیدی که به یاخته‌های سرتانی حمله می‌کنند، عبارت‌اند از: لنفوسيت‌های T کشنده و یاخته‌ی کشنده‌ی طبیعی. از این میان تنها لنفوسيت T کشنده توانایی ترشح پروفورین بر علیه بافت پیوندزده شده را دارد. (ج) لنفوسيت‌های T و یاخته‌ی کشنده‌ی طبیعی توانایی ترشح اینترفرون نوع II را دارند. این یاخته‌ها در مبارزه با یاخته‌های آلوده به ویروس نقش ایفا می‌کنند.

(د) همه‌ی گویچه‌های سفید توانایی شناسایی یاخته‌ی بیگانه از یاخته‌های خودی را دارند، اما تنها گویچه‌های سفید دخیل در سومین خط دفاعی بدن (دفاع اختصاصی) دارای گیرنده‌ی آنتی‌ژنی اختصاصی هستند.

**۹۶** ۱) لنفوسيت T کشنده به یاخته‌ی هدف متصل و سبب راهاندازی مرگ برنامه‌ریزی شده می‌شود. این یاخته در صورتی که با نوعی ویروس آلوده شود، توانایی ترشح اینترفرون نوع I را خواهد داشت.

#### بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) لنفوسيت‌های T توانایی ترشح اینترفرون نوع II را دارند. یاخته‌های حاصل از تغییر مونوسيت‌ها، درشت‌خوارها یا یاخته‌ی دندرتی هستند. اینترفرون نوع II در فعل کردن درشت‌خوارها نقش دارد.

**۹۷** سر و دم مولکول‌های میوزین در هر حالتی، چه انقباض یا استراحت، فقط در بخش تیره دیده می‌شوند.

#### بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) دم میوزین هیچ‌گاه به ATP متصل نمی‌شود!

۲) دم مولکول‌های میوزین اصلاً به رشته‌های اکتن متصل نمی‌شود.

۳) هیچ بخشی از پروتئین میوزین، در طی انقباض یا استراحت، هرگز به خط Z متصل نمی‌شود.

**۹۸** ۱) تنها مورد «الف» وجه تفاوت بین دو نوع تار ماهیچه‌ای تند و کند را در ماهیچه‌های اسکلتی نشان می‌دهد.

#### بررسی موارد:

(الف) سرعت فرایند انقباض: دو نوع تار کند و تند دقیقاً براساس تفاوت در سرعت انقباض این‌گونه نام‌گذاری شده‌اند. تار تند، سرعت انقباض بیشتری نسبت به تارهای کند دارد (تفاوت دو نوع تار).

(ب) توانایی مصرف کراتین فسفات: هر دوی این تارها، قادر هستند تا برای تأمین ATP مورد نیاز خود از کراتین فسفات استفاده کنند.

(ج) دارا بودن پروتئین میوگلوبین: هر دو تار ماهیچه‌ای، دارای پروتئین میوگلوبین هستند.

**۹۹** دقت کنید: اگر سؤال می‌پرسید مقدار میوگلوبین ماهیچه‌ای آن‌ها، اون وقت اینم تفاوت بود، چون تار ماهیچه‌ای کند، دارای میوگلوبین فراوان است، ولی تار ماهیچه‌ای تند، دارای میوگلوبین کمتری است (تفاوت دو نوع تار).

(د) تولید ATP به منظور انقباض: هر دو نوع تار برای انقباض به تولید ATP و مصرف آن نیاز دارند. اصلاً مکر انقباض بدون ATP ابهام می‌شود؟!

**۱۰۰** هورمون‌های یدار غده‌ی تیروئید بر سطح کلسیم خوناب تأثیری ندارند. این هورمون‌ها باعث افزایش سوخت‌وساز و مصرف ATP در یاخته‌ها نظیر نورون‌ها می‌شوند.

#### بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) هورمون کورتیزول باعث افزایش گلوكز خوناب و افزایش فشار اسمزی آن می‌شود و بدین طریق باعث می‌شود تا میزان تحریک گیرنده‌های اسمزی زیرنہنج (هیپوتالاموس) افزایش یابد. این هورمون هم‌چنین باعث کاهش فعالیت یاخته‌های این‌منی نظیر ماستوستیت‌ها می‌شود.

۲) هورمون آنتی‌دیبورتیک (یا همون ضدادراری فورمون)، با بازجذب آب سبب کاهش فشار اسمزی پلاسمایی می‌شود و چون آب زیادی دفع نمی‌شود، غلظت ادرار را افزایش می‌دهد.

۴) هورمون گلوكاگون با اثر بر یاخته‌های کبدی، سبب تجزیه‌ی گلیکوژن می‌شود و ذخیره‌ی گلوكز یاخته‌های کبدی کاهش می‌یابد. گلوكز آزادشده وارد خون فرد می‌شود و غلظت قند خون (گلوكز) بالا می‌رود.

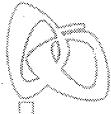
**۱۰۱** ترشح هورمون‌های هیپوفیز پیشین (نه کل هیپوفیز)، توسط هورمون‌های آزادکننده و مهارکننده تنظیم می‌شوند.

#### بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) با توجه به متن کتاب زیست‌شناسی (۲)، هیپوفیز توسط ساقه‌ای کوتاه از هیپوتالاموس آویزان بوده و در تماس با استخوان کف جمجمه است.

۲) هورمون‌های هیپوفیز علاوه بر خود تنظیمی مثبت یا منفی، می‌توانند تحت تأثیر پیام‌های عصبی از هیپوتالاموس و سایر مراکز مغزی قرار گیرند (مثلاً هورمون‌های آزادکننده و مهارکننده‌ای که از هیپوتالاموس ترشح می‌شوند، محرك یا مهارکننده‌ی ترشح هورمون‌های بخش پیشین هیپوفیز هستند).

۴) اکسی‌توسین با تأثیر بر یاخته‌های عضلانی رحم و هورمون ضدادراری با تأثیر بر یاخته‌های عضلانی لایه‌ی میانی رگ‌ها، می‌تواند سبب انقباض ماهیچه‌های صاف شده و مصرف ATP در آن‌ها را افزایش دهد.



**۱۰۰** ۳ موارد «ب»، «ج» و «د» عبارت مورد نظر را به درستی تکمیل می‌کنند. شکل مورد نظر نشان‌دهنده‌ی کرم کبد است و ساختارهای (۱) و (۲) به ترتیب رحم و تخمدان را در این جانور نشان می‌دهند.

#### بررسی موارد:

(الف) بخش قشری غدد فوق‌کلیه مقدار کمی هورمون‌های جنسی زنانه و مردانه را در هر دو جنس (زن و مرد) ترشح می‌کند، بنابراین نسبت به تخمدان که فقط هورمون‌های جنسی زنانه را ترشح می‌کند، انواع بیشتری هورمون جنسی تولید و ترشح می‌کند.

(ب) هورمون اکسیتوسین، محرك انقباض ماهیچه‌های صاف رحم است، بنابراین با تحريك انقباض این ماهیچه‌ها مصرف ATP را در آن‌ها افزایش می‌دهد.

(ج) استروژن و پروژسترون (هورمون‌های جنسی زنانه) باعث رشد دیواره‌ی داخلی رحم و ضخیم شدن آن شده و با این کار رحم را برای بارداری احتمالی آماده می‌کنند.

(د) اووسیت‌های اولیه در دوران جنینی، میوز ۱ خود را آغاز و آن را در مرحله‌ی پروفاز ۱ متوقف می‌کنند، بنابراین در دوران جنینی، در این یاخته‌ها ساختار تتراد (ساختار چهار کروماتیدی) تشکیل می‌شود.

**۱۰۱** ۲ یاخته‌های حاصل از اسپرماتوسیت اولیه، اسپرماتوسیت‌های ثانویه هستند. این یاخته‌ها هاپلوفید بوده و دارای کروموزوم‌های مضاعف (دو کروماتیدی) می‌باشند.

#### بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) از تقسیم میتوز اسپرماتوگونی دو یاخته ایجاد می‌شود، یکی در لایه‌ی زاینده می‌ماند تا لایه‌ی زاینده حفظ شود و یاخته‌ی دیگر که اسپرماتوسیت اولیه است، تقسیم میوز ۱ را انجام داده و ساختار تتراد را در پروفاز میوز ۱ تشکیل می‌دهد.

(۳) اسپرماتیدها حاصل از تقسیم اسپرماتوسیت‌های ثانویه هستند، این یاخته‌ها تقسیم نمی‌شوند.

(۴) اسپرماتیدها تقسیم نمی‌شوند، بلکه با تمایز و تغییر شکل، اسپرم‌ها را ایجاد می‌کنند.

**۱۰۲** ۲ در مسیر خروجی اسپرم در مجرای اسپرمبر، با ورود ترشحات فندي غدد وزیکول سمینال به داخل مجراء، انرژی مورد نیاز حرکت تازک اسپرم به منظور پیشروی در دستگاه تناسلی زن تأمین می‌شود.

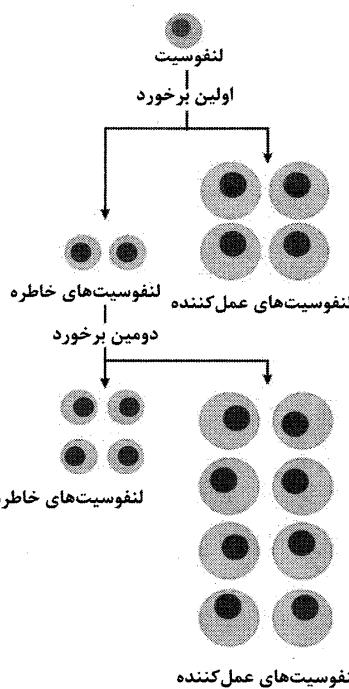
#### بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) در اپیدیدیم اسپرم‌ها بالغ می‌شوند و توانایی حرکت دادن تازک خود (ساختار حرکتی) را کسب می‌کنند، ایجاد تازک یا ساختار حرکتی درون لوله اسپرم‌ساز در هنگام تمایز اسپرماتید به اسپرم صورت می‌گیرد.

(۳) ترشحات قلیابی غده‌ی پیازی میزراهی می‌تواند در خنثی‌سازی محیط اسیدی موجود در سر راه اسپرم نقش داشته باشد.

(۴) ترشحات قلیابی و روان‌کننده‌ی غده‌ی پیازی میزراهی، به میزراه می‌ریزد، نه مجرای اسپرمبر.

**۱۰۳** ۱ با آغاز رشد جسم زرد از روز ۱۴ به بعد چرخه، مقدار هورمون LH درون خون کاهش و هم‌چنین مقدار هورمون پروژسترون درون خون افزایش می‌یابد.



لنيفوسیت‌های عمل کننده

(۳) طبق شکل روبه‌رو می‌توان برداشت کرد که لنفوسيت‌های T کشنده از تقسيم هسته و تقسيم نامساوی محتواي سيتوبلاسمی ياخته‌ي قبلی خود، يعني لنفوسيت T غيرفعال و لنفوسيت T خاطره، ايجاد شده است.

(۴) طبق شکل روبه‌رو، در دومين برخورد آنتىزن نسبت به اولين برخورد آنتىزن، مقدار بيشتری لنفوسيت T کشنده ساخته می‌شود.

**۹۷** ۱ در مرحله‌ی آنافاز میوز ۱ (تقسيم میوز اسپرماتوسیت اولیه)، به سانتروم هر کروموزوم یک رشته‌ی دوک متصل است، در نتيجه در این مرحله، تعداد سانتروم‌ها با تعداد ریزلوله‌های پروتئینی متصل به آن برابر است. در مرحله‌ی پروفاز میتوز، ضمن فشرده شدن فامتن‌ها، سانتریول‌ها از یکدیگر فاصله می‌گيرند و رشته‌های دوک تشکیل می‌شوند.

#### بررسی سایر گزینه‌ها:

(۲) در مرحله‌ی پرماتافاز میتوز، نه مرحله‌ی پروفاز، پوشش هسته و شبکه‌ی آندوبلاسمی به قطعات کوچک‌تر تجزیه می‌شود.

(۳) در مرحله‌ی آنافاز میتوز، پروتئین اتصال دهنده کروماتیدهای خواهri در محل سانتروم تجزیه می‌شود، نه مرحله‌ی آنافاز میوز ۱.

(۴) در مرحله‌ی آنافاز میوز ۲ (نه آنافاز میوز ۱)، تعداد کروماتیدها با تعداد کروموزوم‌ها برابر است.

**۹۸** ۴ در مرحله‌ی پروفاز ۱ تترادها تشکیل می‌شوند و در مرحله‌ی آنافاز ۱ این ساختارها تخریب می‌شوند. در مرحله‌ی آنافاز ۱ فقط کروموزوم‌های همتا از یکدیگر دور می‌شوند و هیچ اتفاقی برای پروتئین‌های اتصالی محل سانتروم نمی‌افتد و تعداد سانتروم‌ها درون یاخته ثابت می‌ماند.

#### بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) در پروفاز ۱، میزان فشردگی ماده‌ی وراثتی یاخته افزایش می‌یابد.

(۲) در آنافاز ۱، رشته‌های دوک تقسیم کوتاه می‌شوند و باعث می‌شود تا کروموزوم‌های همتا از یکدیگر دور شوند.

(۳) در پروفاز ۱، با فاصله‌گرفتن سانتریول‌ها از یکدیگر، دوک تقسیم تشکیل می‌شود.

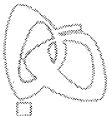
**۹۹** ۳ این فرایند همان مرگ برنامه‌ریزی شده یاخته‌ی ایجاد است. در این فرایند پروتئین‌های تخریب‌کننده‌ی یاخته موجب تجزیه‌ی اجزای یاخته و مرگ آن می‌شوند.

#### بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) اسام مرگ برنامه‌ریزی شده روی آن است! این فرایند به صورت برنامه‌ریزی شده رخ می‌دهد، نه تصادفی!

(۲) مرگ برنامه‌ریزی شده در عرض چند ثانیه رخ می‌دهد، نه چند دقیقه!

(۴) از آن جا که عوامل داخلی و تجزیه‌کننده در مرگ برنامه‌ریزی شده نقش دارند، این عوامل برای فعلیت خود به انرژی زیستی احتیاج دارند و بدون انرژی قادر به انجام فرایندهای مرگ برنامه‌ریزی شده نیستند.



## فیزیک

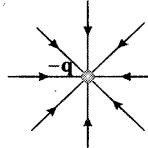
### ۱۰۶ بررسی عبارت‌ها:

(الف) طبق قانون سوم نیوتون، نیرویی که بار نقطه‌ای  $q_1$  به  $q_2$  وارد می‌کند، همواره برابر نیرویی است که بار  $q_2$  به  $q_1$  وارد می‌کند، بنابراین این گزینه نادرست است.

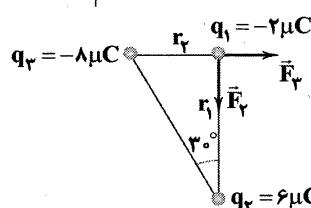
(ب) در حقیقت این تعریف ثابت کولن است.

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \Rightarrow F = 9 \times 10^9 \frac{1 C^2}{1 m^2} = 9 \times 10^9 N$$

(ج) میدان الکتریکی در یک نقطه از فضا مستقل از بار آزمون است.



(د) هنگامی که از بار  $q$  دور می‌شویم، در حقیقت خلاف جهت میدان الکتریکی حرکت می‌کنیم، بنابراین پتانسیل الکتریکی نقاط، افزایش می‌یابد.



(۱۰۷) برای حل این تست،

جهت نیروهای وارد بر بار  $q_1$  را از طرف  $q_2$  و  $q_3$  رسم می‌کنیم و سپس با استفاده از قانون کولن، بزرگی هر یک از نیروها را محاسبه می‌کنیم.

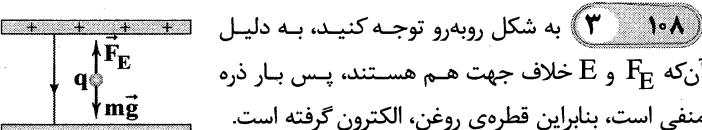
$$F_3 = k \frac{|q_1||q_3|}{r_1^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{12 \times 10^{-12}}{27 \times 10^{-4}} = 4 \times 10 = 40 N$$

$$\tan 30^\circ = \frac{r_2}{r_1} \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{3} = \frac{r_2}{3\sqrt{3}} \Rightarrow r_2 = 3 cm$$

$$F_2 = k \frac{|q_1||q_2|}{r_2^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{16 \times 10^{-12}}{9 \times 10^{-4}} = 16 \times 10 = 160 N$$

با توجه به جهت بردارها می‌توان بردار براینده را به صورت زیر نوشت:

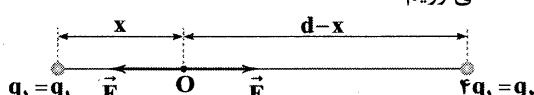
$$\vec{F}_T = 160 \vec{i} - 40 \vec{j} (N)$$



$$F_E = mg \Rightarrow E |q| = mg \xrightarrow{q=ne} E(ne) = mg$$

$$n = \frac{mg}{eE} \Rightarrow n = \frac{6.4 \times 10^{-8} \times 10}{1.6 \times 10^{-19} \times 4 \times 10^4} = 10^9$$

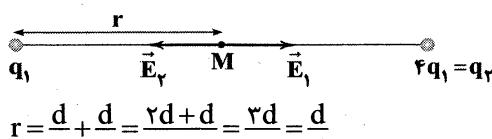
(۱۰۹) ابتدا با استفاده از فرض مسئله که  $E_O$  برابر صفر است، مقدار  $X$  را بر حسب  $d$  به دست می‌آوریم:



$$E_1 = E_2$$

$$\frac{k|q_1|}{x^2} = k \frac{4|q_1|}{(d-x)^2}$$

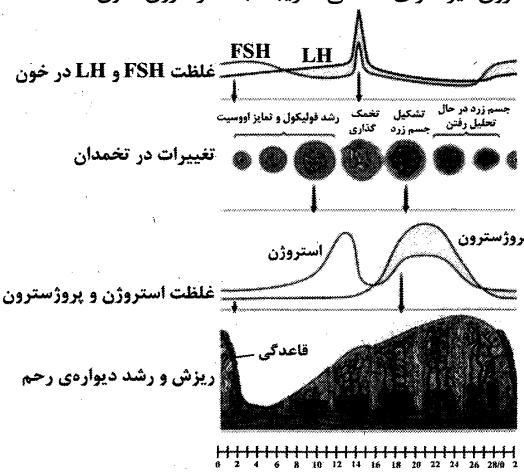
$$\Rightarrow 4x^2 = (d-x)^2 \Rightarrow 2x = d-x \Rightarrow d = 3x \Rightarrow x = \frac{d}{3}$$



$$r = \frac{d}{3} + \frac{d}{6} = \frac{2d+d}{6} = \frac{3d}{6} = \frac{d}{2}$$

### بررسی سایر گزینه‌ها:

(۲) رشد فولیکول‌ها از ابتدای چرخه جنسی شروع می‌شود که در ابتدای چرخه، هورمون LH درون خون افزایش می‌یابد (ترشح از هیپوفیز پیشین). این یعنی ترشح هورمون آزادکننده هیپوتالاموس افزایش یافته که بر هیپوفیز پیشین اثر گذاشته و هورمون LH به مقدار بیشتری از آن ترشح شده و با توجه به شکل، هورمون پروژسترون نیز دارای غلظتی تقریباً ثابت در درون خون است.



(۳) ضخیم شدن دیواره رحم بعد از پایان قاعدگی شروع می‌شود (حدود روزهای ۵ تا ۱۰) که در این فاصله مقدار هورمون محرک فولیکولی (FSH) درون خون تقریباً رو به کاهش است و مقدار هورمون پروژسترون نیز دارای غلظتی تقریباً ثابت در درون خون می‌باشد.

(۴) در هنگام آزاد شدن اوسویت ثانویه از تخدمان، یعنی در روز ۱۴ چرخه جنسی یک زن، مقدار استروژن درون خون کاهش یافته و میزان پروژسترون رو به افزایش می‌گذارد.

(۱۰۴) تمامی موارد عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کنند.

### بررسی موارد:

(الف) استروژن و پروژسترون باعث رشد دیواره داخلي رحم و ضخیم شدن آن شده و با این کار، رحم را برای بارداری احتمالي آماده می‌کنند. این هورمون‌ها توسط تخدمان‌ها ساخته و ترشح می‌شوند.

(ب) LH سبب تبدیل فولیکول پاره شده به جسم زرد می‌شود. LH توسط یاخته‌های درون ریز موجود در هیپوفیز پیشین ساخته می‌شود، نه نورون.

(ج) LH سبب تکمیل اولین تقسیم میوزی می‌شود، غلظت هورمون‌های استروژن و LH در هفت‌یاری دوم جنسی، در خون رو به افزایش است.

(۵) LH با اثر بر یاخته‌های بینایی، ترشح هورمون جنسی تستوسترون در بیضه‌ها را تحیریک می‌کند. در سطح یاخته‌های فولیکولی گیرنده‌هایی وجود دارند که FSH به آن‌ها متصل می‌شود. این اتصال فولیکول را تحیریک کرده تا بزرگ و بالغ شود.

(۱۰۵) در پایان چرخه رحمی، تولید و ترشح هورمون‌های استروژن و پروژسترون کاهش می‌یابد و به کمترین میزان خود می‌رسد. هورمون‌های استروژن و پروژسترون توسط تخدمان سنتز و ترشح می‌شوند.

### بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) در پایان چرخه رحمی، میزان رگه‌های خونی و ضخامت دیواره داخلي رحم شدیداً نسبت به روزهای قبلی، کاهش می‌یابد.

(۲) در صورتی که لقاح رخ دهد، جسم زرد تا مدتی به تولید پروژسترون ادامه می‌دهد، اما زمانی که بارداری رخ نمی‌دهد، در پایان چرخه رحمی جسم زرد در تخدمان به جسمی غیرفعال به نام جسم سفید تبدیل می‌شود.

(۳) در نیمه‌ی چرخه رحمی (نه در پایان آن)، با اثر هورمون‌های هیپوفیزی بر فولیکول، تخمک‌گذاری رخ می‌دهد.



**۱۱۴** در این سؤال، خازن را از مولد جدا کرده‌ایم، پس  $Q$  ثابت است، تغییر در ساختمان خازن باعث تغییر  $C$  (ظرفیت) می‌شود، در نتیجه  $V$  و به دنبال آن  $E$  هم تغییر می‌کند.

$$C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{\kappa_2}{\kappa_1} = 5$$

$$Q = CV \xrightarrow{\text{ثابت}} \frac{C_2}{C_1} = \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{5}$$

از طرفی طبق رابطه‌ی  $E = \frac{V}{d}$  با ثابت ماندن  $d$ ,  $E$  با  $V$  رابطه‌ی مستقیم دارد.

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{5}$$

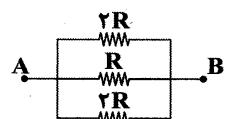
با ثابت ماندن  $Q$ , انرژی ذخیره‌شده در خازن طبق رابطه‌ی  $\frac{Q^2}{2C} = U$ , با ظرفیت خازن رابطه‌ی عکس دارد.

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{C_1}{C_2} = \frac{1}{5}$$

**۱۱۵** مقاومت معادل بین نقاط A و B

مقاومت‌های  $R_1$  و  $R_2$  متواالی و معادل آن با مقاومت  $R_4$  موازی است.

مقاومت‌های  $R_5$  و  $R_4$  متواالی و معادل آن با مقاومت‌های قبلي، موازی است.

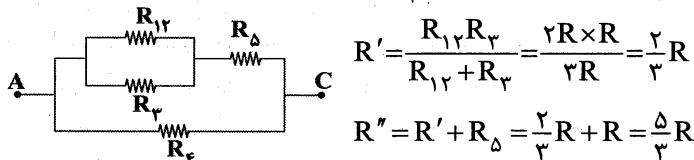


$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{2R} = \frac{1+2+1}{2R} = \frac{4}{2R} = \frac{2}{R}$$

$$R_{eq} = \frac{R}{2} = R_{AB}$$

مقاومت معادل بین نقاط C و A:

$R_1$  و  $R_2$  متواالی و معادل آن با  $R_3$  موازی و معادل این سه مقاومت با  $R_5$  متواالی و معادل آنها با مقاومت  $R_4$  موازی است.



$$R' = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} = \frac{2R \times R}{2R + R} = \frac{2}{3}R$$

$$R'' = R' + R_4 = \frac{2}{3}R + R = \frac{5}{3}R$$

$$\frac{1}{R_{AC}} = \frac{1}{R''} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{\frac{5}{3}R} + \frac{1}{R} = \frac{3}{5R} + \frac{1}{R}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{R_{AC}} = \frac{3+5}{5R} = \frac{8}{5R} \Rightarrow R_{AC} = \frac{5R}{8}$$

$$\frac{R_{AB}}{R_{AC}} = \frac{R}{\frac{5R}{8}} = \frac{8}{5}$$

بنابراین:

**۱۱۶** وقتی سیم رسانایی، بدون آن که جرمش تغییر کند، قطر سطح مقطع اش کوچک می‌شود، به دلیل ثابت ماندن حجم، طول سیم افزایش می‌یابد.

$$m_1 = m_2 \xrightarrow{\text{چگالی} (\rho): \text{ثابت}} V_1 = V_2 \Rightarrow A_1 l_1 = A_2 l_2$$

$$\frac{1}{4} \pi d_1^2 l_1 = \frac{1}{4} \pi d_2^2 l_2 \Rightarrow \frac{l_2}{l_1} = \left( \frac{d_1}{d_2} \right)^2$$

يعني نقطه‌ی M وسط پاره خط واصل دو بار نقطه‌ای  $q_1$  و  $q_2$  است، بنابراین میدان الکتریکی برایند به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$E_M = E_2 - E_1 = k \frac{q_1}{d^2} - k \frac{q_1}{d^2} = 16k \frac{q_1}{d^2} - 4k \frac{q_1}{d^2}$$

$$\Rightarrow E_M = 12k \frac{q_1}{d^2}$$

**۱۱۵** هنگامی که همسو با میدان الکتریکی حرکت می‌کنیم، پتانسیل الکتریکی نقاط در طی مسیر کاهش می‌یابد، بنابراین  $V_B < V_A < V_D$ ، همچنین ذره‌ی باردار منفی اگر همسو با میدان جابه‌جا شود، انرژی پتانسیل الکتریکی اش افزایش می‌یابد، چون ذره‌ی منفی خودبه‌خود نمی‌تواند همسو با میدان جابه‌جا شود، بنابراین  $\Delta U_{A \rightarrow B} > 0$  و  $\Delta U_{C \rightarrow D} > 0$ .

**۱۱۶** همان‌طور که می‌دانیم جسم رسانا (به هر شکلی که باشد)، یک جسم هم‌پتانسیل است، یعنی اختلاف پتانسیل الکتریکی کلیه‌ی نقاط روی آن همواره صفر است.

**۱۱۷** هنگامی که الکترون همسو با میدان الکتریکی حرکت کند، انرژی پتانسیل الکتریکی الکترون، افزایش می‌یابد. ابتدا تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی را حساب می‌کنیم.

$$\Delta U_E = -W_E = -F_E d \cos 180^\circ$$

$$\Delta U_E = E |q| d = 4 \times 10^4 \times 1/6 \times 10^{-19} \times 20 \times 10^{-2}$$

$$\Delta U_E = 12/8 \times 10^{-16} \text{ J}$$

براساس قضیه‌ی کار و انرژی جنبشی می‌توان نوشت:

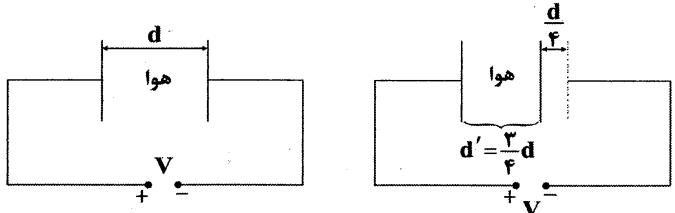
$$W_E = \Delta K \Rightarrow -\Delta U_E = K_B - K_A = \frac{1}{2} m (v_f - v_i)$$

$$\Rightarrow -12/8 \times 10^{-16} = -\frac{1}{2} \times 9 \times 10^{-31} \times v_f$$

$$\Rightarrow \frac{12/8 \times 2 \times 10^{+15}}{9} = v_f \Rightarrow v_f = \frac{2/56}{9} \times 10^{16}$$

$$\Rightarrow v_f = \frac{1/6}{3} \times 10^8 = \frac{16}{3} \times 10^7 \text{ m/s}$$

**۱۱۸** همان‌طور که می‌دانیم تا زمانی که خازن به مولد وصل است، ولتاژ دو سر خازن، ثابت می‌ماند.



$$C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d} \Rightarrow \frac{C'}{C} = \frac{d}{d'} \Rightarrow \frac{C'}{C} = \frac{d}{\frac{3}{4}d} = \frac{4}{3}$$

ظرفیت خازن  $\frac{4}{3}$  برابر می‌شود و طبق رابطه‌ی  $Q = CV$  با ثابت ماندن ولتاژ، بار ذخیره‌شده بر روی خازن،  $\frac{4}{3}$  برابر می‌شود.

از آن جا که توان خروجی باتری برابر مجموع توان های مصرفی است.

$$P_{\text{خروجی}} = P_{\text{خروجی مصرفی}} \Rightarrow P_{\text{خروجی}} = R_{\text{eq}} I^2 \Rightarrow 192 = 12 I^2$$

$$\Rightarrow I^2 = 16 \Rightarrow I = 4 \text{ A}$$

$$P_{\text{خروجی باتری}} = IV = I(\varepsilon - Ir) = \varepsilon I - rI^2$$

$$\Rightarrow 192 = \varepsilon \times 4 - 3 \times 16 \Rightarrow \varepsilon = 60 \text{ V}$$

۱۲۰ همان طور که می دانیم توان یک مصرف کننده به ازای ولتاژ ثابت

$$V \text{ از رابطه } P = \frac{V^2}{R} \text{ به دست می آید. هنگامی که کلید } K_1 \text{ بسته شود به}$$

دلیل آن که  $R_1 > R_2$  است، توان لامپ کمینه است. هنگامی که کلید  $K_1$

و  $K_2$  بسته شود، چون مقاومت معادل از  $R_2$  هم کمتر است، بنابراین توان لامپ بیشینه است.

$$P_{\text{min}} = \frac{V^2}{R_{\text{max}}} \Rightarrow R_{\text{max}} = R_1 = \frac{V^2}{P_{\text{min}}} = \frac{(220)^2}{40} = 1210 \Omega$$

$$P_{\text{max}} = \frac{V^2}{R_{\text{min}}} \Rightarrow R_{\text{min}} = R_{\text{eq}} = \frac{V^2}{P_{\text{max}}} = \frac{(220)^2}{240} = 605 \Omega$$

$$\frac{1}{R_{\text{eq}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow \frac{1}{605} = \frac{1}{1210} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R_2 = 242 \Omega$$

در حل این تست بهتر است جریان اصلی در مدار را محاسبه

کنیم، از این رو در ابتدا مقاومت معادل مدار را محاسبه می کنیم:

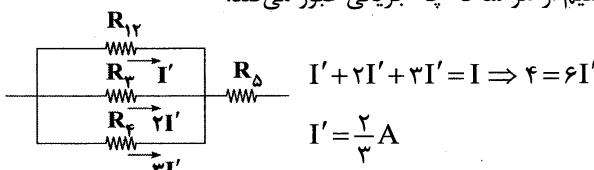
$$R_{12} = 12 \Omega$$

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{R_{12}} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_f} = \frac{1}{12} + \frac{1}{6} + \frac{1}{4} = \frac{1+2+3}{12} \Rightarrow R' = 2 \Omega$$

$$R_{\text{eq}} = 2 + 9 = 11 \Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{\text{eq}} + r} = \frac{48}{11 + 1} = 4 \text{ A}$$

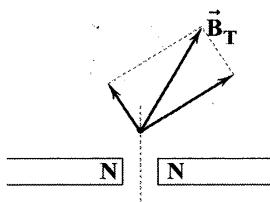
حال باید بینیم از هر شاخه چه جریانی عبور می کند:



حال از رابطه  $U = RI^2 t$  انرژی الکتریکی مصرفی در مقاومت  $R_1$  را حساب می کنیم:

$$U = R_1 I'^2 t \Rightarrow U_1 = \lambda \times \frac{4}{6} \times \frac{4}{6} = \frac{8}{3} \text{ Wh} = \frac{8}{3000} \text{ kWh} = \frac{1}{375} \text{ kWh}$$

۱۲۲ اگر مماس بر منحنی میدان مغناطیسی را در نقطه  $M$  برای آهنرباهای (۱) و (۲) رسم کنیم، جهت بردار میدان مغناطیسی باید ناشی از دو آهنربا در نقطه  $M$  به صورت گزینه (۲) خواهد بود.



با استفاده از رابطه  $R = \rho \frac{L}{A}$  می توان رابطه مقایسه ای را به صورت زیر نوشت:

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{l_2}{l_1} \times \left( \frac{d_1}{d_2} \right)^2 \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \left( \frac{d_1}{d_2} \right)^4$$

با جایگزین کردن  $d_2 = \frac{\sqrt{2}}{2} d_1$  در رابطه به دست آمده، خواهیم داشت:

$$\frac{R_2}{R_1} = \left( \frac{d_1}{\frac{\sqrt{2}}{2} d_1} \right)^4 \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{1}{4} \Rightarrow R_2 = 16 \Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} \Rightarrow I = \frac{54}{16 + 2} = 3 \text{ A}$$

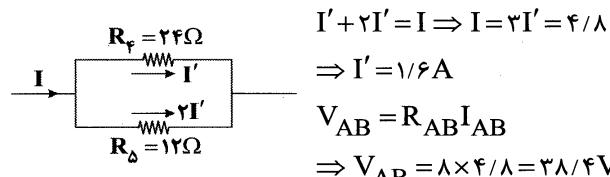
$$P = RI^2 \Rightarrow P = 16 \times 3^2 = 144 \text{ W}$$

۱۲۳ همان طور که می دانیم، هنگامی که آمپرسنج ایده آل به صورت موازی با مقاومت وصل می شود، مقاومت ها اتصال کوتاه می شوند، بنابراین مقاومت های  $R_1$  و  $R_2$  از مدار حذف می شوند، بنابراین  $R_{\text{eq}}$  ترکیب دو مقاومت خارجی  $R_4$  و  $R_5$  است.

$$R_{\text{eq}} = \frac{24 \times 12}{24 + 12} = 8 \Omega$$

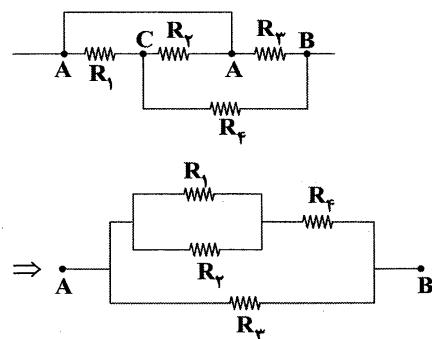
$$I = \frac{\varepsilon}{R_{\text{eq}} + r} \Rightarrow I = \frac{48}{8 + 2} = 4.8 \text{ A}$$

جریان  $4.8$  آمپر بین مقاومت های  $R_4$  و  $R_5$  تقسیم می شود:



۱۲۴ در این تست خروجی رئوستا به لغزنه متصل نیست، بلکه خروجی رئوستا از مقدار ثابت و ماکزیمم مقاومت رئوستا خارج شده است، بنابراین مقاومت رئوستا همواره ثابت است و لذا هر یک از اعداد آمپرسنج و ولتسنج تغییری نمی کند.

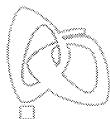
۱۲۵ ابتدا مدار را به وسیله نامگذاری نقاط به صورت ساده تری رسم می کنیم.



$$R' = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_f = \frac{9 \times 18}{27} + 18 = 24 \Omega$$

$$R' = 24 \Omega \quad R_{\text{eq}} = \frac{24}{2} = 12 \Omega$$

$$R_f = 24 \Omega$$

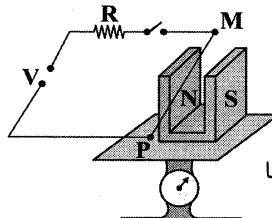


$\theta_1$  زاویه‌ی بین خطوط میدان مغناطیسی با سیم NP و  $\theta_2$  زاویه‌ی بین سیم MN با خطوط میدان مغناطیسی است.

$$\frac{F_{NP}}{F_{MN}} = \frac{1 \times 60}{50} \times 1 \times \frac{\sin 60^\circ}{\sin 90^\circ}$$

$$\frac{F_{NP}}{F_{MN}} = \frac{6}{5} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 0.6\sqrt{3}$$

۱۱۲۹ عددی که ترازو نشان می‌دهد در هر حالت نیروی عمود تکیه‌گاه است ( $F_N$ )



$$I = 0 \Rightarrow F_N = mg$$

$$I \neq 0 \Rightarrow \text{کلید بسته باشد.}$$

$$\Rightarrow F'_N = mg + F'$$

نیرویی است که سیم حامل جریان به آهنربا وارد می‌کند، بنابراین خواهیم داشت:

$$F'_N = mg + F' \Rightarrow 4/8 = 4 + F' \Rightarrow F' = 0.8N$$

عکس العمل این نیرو در جهت مخالف به سیم وارد می‌شود که با استفاده از قاعده‌ی دست راست، جهت جریان از M به P خواهد بود.

۱۱۳۰ ابتدا جریان الکتریکی عبوری از مدار را به دست می‌آوریم:

$$B = \frac{\mu_0 NI}{l} \Rightarrow 12 \times 10^{-4} = \frac{12 \times 10^{-7} \times 200 \times I}{1} \Rightarrow I = 5A$$

در ادامه به کمک جریان، مقاومت داخلی باتری را به دست می‌آوریم:

$$I = \frac{E}{R+r} \Rightarrow 5 = \frac{2}{3+r} \Rightarrow r = 1\Omega$$

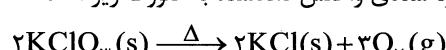
## شیمی

۱۱۳۱ فعالیت شیمیایی فلز اصلی K بیشتر از فلز اصلی Ca و فلزهای واسطه‌ی Y و Mo است. به همین دلیل واکنش فلز پتانسیم با گاز کلر، سریع‌تر و شدیدتر خواهد بود.

### بررسی عبارت‌های نادرست:

ب) فعال‌ترین فلز هر دوره دارای بزرگ‌ترین شعاع اتمی است.  
ت) اتم‌های کربن در اتنی، همانند سایر هیدروکربن‌ها، چهار پیوند اشتراکی تشکیل می‌دهند تا به آرایش هشت‌تایی برسند.

۱۱۳۲ معادله‌ی موازن‌شده‌ی واکنش داده شده به صورت زیر است:



$$\frac{R}{100} \times \text{گرم پتانسیم کلرات خالص} = \frac{\text{چگالی} \times \text{لیتر گاز اکسیژن}}{100} \times \text{ضریب} \times \text{ضریب} \times \text{ضریب}$$

$$\frac{\text{mg KClO}_3 \times \frac{P}{100} \times \frac{70}{100}}{2 \times 122.5} =$$

$$= \frac{0.96\text{LO}_2 \times 0.8\text{g.L}^{-1}}{3 \times 32} \Rightarrow m \times P = 280$$

منظور از جرم جامد باقی‌مانده در ظرف، تفاوت جرم جامد اولیه و گاز تولید شده است، یعنی مطابق داده‌های سؤال می‌توان نوشت:

$$m - (0.96 \times 0.8) = 0.8 \Rightarrow m = 3.84$$

$$m \times P = 280 \Rightarrow \% P = \frac{280}{3.84} \approx 72.9$$

۱۱۲۳ زمین مثل یک آهنربای بسیار بزرگ است. خطوط میدان مغناطیسی از قطب N خارج به قطب S وارد می‌شود. با توجه به شکل X، قطب S و y قطب N و Z محور چرخش زمین است. محوری که از قطب‌های S و N می‌گذرد، محور مغناطیسی نامیده می‌شود.

۱۱۲۴ هنگامی که ذره‌ای بر روی مسیر منحنی تحت تأثیر میدان مغناطیسی حرکت می‌کند، جهت نیروی مغناطیسی واردشده به آن همواره به سمت داخل منحنی است (↓). اگر جهت نیروی مورد نظر با قاعده‌ی دست راست منطبق بود، ذره مثبت و اگر خلاف آن بود، ذره منفی است.

۱۱۲۵ مطابق شکل زیر، نیروهای mg و  $F_E$  به سمت پایین بر ذره باردار مورد نظر وارد می‌شوند، برای این‌که ذره‌ی مورد نظر در مسیر مستقیم حرکت کند،  $F_B$  باید به سمت بالا به ذره وارد شود. با در اختیار داشتن جهت نیروی مغناطیسی و با استفاده از قاعده‌ی دست راست، جهت میدان مغناطیسی، درون سو خواهد بود. دقت کنید چون حرکت را در صفحه‌ی فاصل بررسی می‌کنیم، درون سو بودن به معنای شمال است.

$$\begin{array}{c} + + + + + \\ q \uparrow F_B \\ F_E \downarrow mg \\ \vec{v} = 1.5 \text{ m.s}^{-1} \end{array}$$

$$F_E + mg = F_B \Rightarrow Eq + mg = qvB$$

$$B = \frac{Eq + mg}{qv} \Rightarrow B = \frac{1.0^4 \times 2 \times 10^{-6} + 4 \times 10^{-3} \times 1.0}{2 \times 10^{-6} \times 1.0} =$$

$$B = \frac{6 \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-1}} = 0.3\text{T}$$

۱۱۲۶ در این تست باید دقت کنیم که بردارهای سرعت و میدان مغناطیسی بر حسب بردار یکه داده شده‌اند. به ذره باردار متحرک در میدان مغناطیسی تا زمانی نیرو وارد می‌شود که ذره خطوط میدان راقطع کند، بنابراین باید مؤلفه‌ی افقی بردار سرعت را در نظر بگیریم، زیرا زاویه‌ی مؤلفه‌ی عمودی سرعت با بردار میدان صفر می‌شود:

$$\begin{cases} \vec{v}_x = 2 \times 10^5 \hat{i} \text{ m.s}^{-1} \\ \vec{v}_y = 3 \times 10^5 \hat{j} \text{ m.s}^{-1} \\ \sin \theta = 1 \end{cases}$$

$$F = |q| v_x B \sin \theta$$

$$\Rightarrow F = 20 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^5 \times 6 \times 10^{-2} \times 1 =$$

$$\Rightarrow F = 240 \times 10^{-3} = 0.24\text{N}$$

۱۱۲۷ برایند نیروهای وارد بر میله را صفر می‌گیریم:

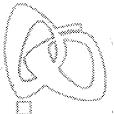
$$\begin{array}{c} \vec{F}_B \otimes \vec{T} \uparrow \quad \vec{T} \otimes \vec{F}_B \uparrow \\ \otimes \quad \otimes \quad \otimes \quad \otimes \\ \vec{mg} \end{array} \quad 2T + F_B - mg = 0$$

$$T = \frac{mg - BI\ell}{2}$$

$$T = \frac{0.2 \times 10^{-6} \times 5 \times 4 \times 10^{-6}}{2} = \frac{2 - 1/2}{2} = 0.4\text{N}$$

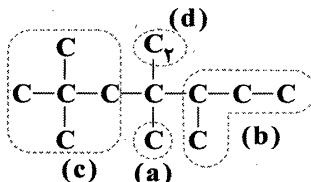
۱۱۲۸ همان‌طور که می‌دانیم نیروی مغناطیسی وارد بر سیم راست حامل جریان در یک میدان مغناطیسی از رابطه‌ی  $F = I\ell B \sin \theta$  محاسبه می‌شود. بنابراین با توجه به این‌که جریان عبوری از هر سیم برابر است، از رابطه‌ی مقایسه‌ای استفاده می‌کنیم:

$$\frac{F_{NP}}{F_{MN}} = \frac{I_{NP}}{I_{MN}} \times \frac{\ell_{NP}}{\ell_{MN}} \times \frac{B_{NP}}{B_{MN}} \times \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$



**۱۳۸** عنصرهای سدیم، سیلیسیم و آلومینیم به حالت آزاد در طبیعت وجود ندارند.

**۱۳۹** ساختار آلکان A به صورت زیر خواهد بود:



نام آلکان A براساس قواعد آیوپاک ۴-اتیل -۲، ۵-تترا متیل هپتان است.

**۱۴۰** هرچه میزان فواریت اجزای نفت خام کمتر باشد، اندازه مولکولهای آنها درشت‌تر است:

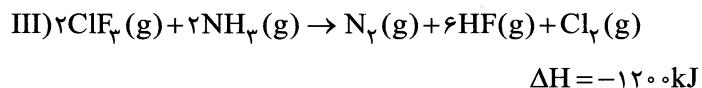
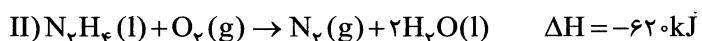
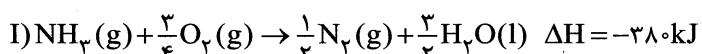
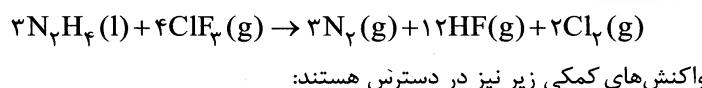
نفت کوره > گازوئیل > نفت سفید > بنزین: میزان فواریت بنزین > نفت سفید > گازوئیل > نفت کوره: اندازه مولکولهای

**۱۴۱** معادله واکنش مورد نظر به صورت

$\text{SiO}_3(\text{s}) + 2\text{C}(\text{s}) \xrightarrow{\Delta} \text{Si}(\text{l}) + 2\text{CO}(\text{g})$  است، در این واکنش گاز CO، اما در واکنش تخمیر بی‌هوایی گلوکز، گاز  $\text{CO}_2$  تولید می‌شود.

**۱۴۲** بخش عمده ارزی موجود در شیر گرم، هنگام فرایند گوارش و سوخت‌وساز به بدن می‌رسد.

**۱۴۳** معادله واکنش هدف به صورت زیر است:



برای رسیدن به واکنش هدف، باید تعییرات زیر را اعمال کرد:

✓ ضرایب واکنش (II) را در عدد ۳ ضرب کرد.

✓ ضرایب واکنش (III) را در عدد ۲ ضرب کرد.

✓ ضرایب واکنش (I) را در عدد ۴ ضرب و سپس این واکنش را وارونه کنیم.  
در نهایت هر سه واکنش را با هم جمع می‌کنیم:

$$\Delta H = (3\Delta H_{\text{II}}) + (2\Delta H_{\text{III}}) + (-4\Delta H_{\text{I}}) = (3(-620)) + (2(-1200)) + (-4(-380)) = -2740\text{ kJ}$$

**۱۴۴** واکنش  $\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{O}(\text{g})$  همانند واکنش «آ» گراماگیر

بوده و آن‌ها مثبت است. سایر واکنش‌ها گرماده ( $\Delta H < 0$ ) هستند.

**۱۴۵**

دماه اولیه نمونه ( $T_1$ ): دماه اولیه نمونه ( $C$ ):

دماهنهای نمونه ( $T_2$ ): دماهنهای نمونه ( $C$ ):

با توجه به داده‌های سؤال می‌توان نوشت:

$$\text{(I)}: \frac{T_2 - T_1}{T_1} = \frac{50}{100}$$

$$\text{(III)}: T_1 = T_2 + 273$$

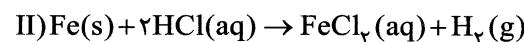
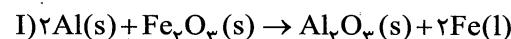
$$\text{(IV)}: T_2 = T_1 + 273$$

**۱۳۴** بررسی عبارت‌های نادرست:

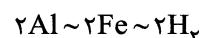
ب) کلرو و هیدروژن در دمای اتاق به آرامی با هم واکنش می‌دهند.

ت) پس از شستن دست با بنزین، پوست خشک می‌شود، زیرا چربی پوست در بنزین حل می‌شود.

**۱۳۵** معادله واکنش‌های انجام‌شده به صورت زیر است:



اگر ضرایب واکنش (II) را در عدد ۲ ضرب کنیم، ضریب ماده مشترک در دو واکنش (Fe) یکسان شده و در آن صورت می‌توان تناسب زیر را نتیجه گرفت:

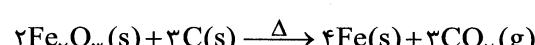


$$\text{لیتر هیدروژن (STP)} = \frac{R_1 \times R_2}{100 \times 100} \times \frac{\text{ضریب}}{\text{جرم مولی}} \times 22/4$$

$$\Rightarrow \frac{16/2 \times 10^3 \text{ g Al} \times \frac{1}{100} \times \frac{75}{100}}{2 \times 27} = \frac{xL H_2}{2 \times 22/4}$$

$$\Rightarrow x = 8064L \equiv 8064\text{m}^3 H_2$$

**۱۳۶** معادله موازن‌شده واکنش مورد نظر به صورت زیر است:

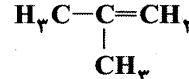


کاهش جرم مربوط به کربن دی‌اکسید تولید شده است و ترکیب یونی مصرف شده همان  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  است.

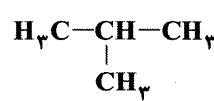
$$?kg \text{ Fe}_3\text{O}_4 = 300 \text{ kg CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44 \text{ g CO}_2} \times \frac{2 \text{ mol Fe}_3\text{O}_4}{3 \text{ mol CO}_2}$$

$$\times \frac{160 \text{ g Fe}_3\text{O}_4}{1 \text{ mol Fe}_3\text{O}_4} = 727 \text{ kg Fe}_3\text{O}_4$$

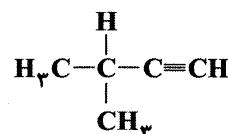
**۱۳۷** هر چهار مورد پیشنهاد شده برای کامل کردن جمله مورد نظر مناسب هستند.



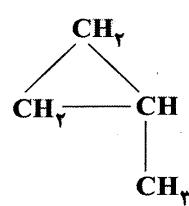
کوچک‌ترین آلکن شاخه‌دار:  $\text{C}_4\text{H}_8$



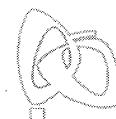
کوچک‌ترین آلکان شاخه‌دار:  $\text{C}_4\text{H}_{10}$



کوچک‌ترین آلکین شاخه‌دار:  $\text{C}_5\text{H}_8$

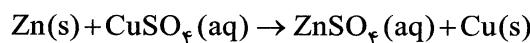


کوچک‌ترین سیکلوآلکان شاخه‌دار:  $\text{C}_4\text{H}_8$



**۱۵۱** مورد اول جزو مباحث مورد مطالعه در ترموشیمی است. موردهای دوم تا چهارم در سینتیک بررسی می‌شوند و مورد آخر مربوط به استوکیومتری است.

**۱۵۲** معادله‌ی موازنۀ شده‌ی واکنش مورد نظر به صورت زیر است:



$$\bar{R}_{\text{Zn}} = \frac{-\Delta n(\text{Zn})}{\Delta t} = \frac{10/26\text{ g} \times \frac{1\text{ mol}}{65\text{ g}}}{2\text{ min}} = 0.002\text{ mol}\cdot\text{min}^{-1}$$

$$\bar{R}_{\text{CuSO}_4} = \bar{R}_{\text{Zn}} = 0.002\text{ mol}\cdot\text{min}^{-1}$$

سرعت تمامی اجزای واکنش با گذشت زمان، کاهش می‌یابد.

**۱۵۳** معادله‌ی واکنش مورد نظر به صورت زیر است:



سرعت متوسط مصرف HCl که در مقایسه با سایر مواد، ضریب بزرگ‌تری دارد، بیشتر است.

#### ۴ بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) لیکوپن دارای ۱۳ گروه عاملی آنکی (C=C) است.

(۲) تمام شاخه‌های فرعی لیکوپن از نوع متیل هستند.

(۳) مصرف خوراکی‌های محتوی لیکوپن سبب می‌شود که رادیکال‌ها به دام بیفتند تا با کاهش مقدار آن‌ها از سرعت واکنش‌های ناخواسته کاسته شود.

**۱۵۴** مطابق قانون پایستگی جرم، در هر لحظه مجموع جرم مخلوط

واکنش و گاز Cl<sub>2</sub> تولید شده برابر با جرم مخلوط واکنش در آغاز

واکنش (t=۰) است. بنابراین جرم گاز Cl<sub>2</sub> در ثانیه‌ی ۳۰ همانند ثانیه‌ی ۴۰ برابر است با:

$$98/200 - 97/774 = 0.426\text{ g Cl}_2$$

با توجه به این‌که از ثانیه‌ی ۳۰ به بعد، جرم مخلوط واکنش و یا جرم Cl<sub>2</sub>

تفییری نکرده است، می‌توان نتیجه گرفت که ثانیه‌ی ۳۰ زمان پایان واکنش است:

$$\bar{R}_{\text{Cl}_2} = \frac{\Delta n(\text{Cl}_2)}{\Delta t} = \frac{0.426\text{ g} \times \frac{1\text{ mol}}{71\text{ g}}}{(\frac{30}{60})\text{ min}} = 0.012\text{ mol}\cdot\text{min}^{-1}$$

$$\bar{R}_{\text{H}_2\text{O}} = 2\bar{R}_{\text{Cl}_2} = 2 \times 0.012 = 0.024\text{ mol}\cdot\text{min}^{-1}$$

$$\frac{\bar{R}_{\text{HCl}}[0-10]}{\bar{R}_{\text{HCl}}[20-30]} = \frac{(0.0213-0)}{(0.0426-0.0355)} = \frac{0.0213}{0.0071} = 3$$

**۱۵۶** طبق شکل ۱-۷ صفحه‌ی ۱۷ کتاب درسی، پیدایش اولین

سرپایان در دوره‌ی اردوبویسین و اولین گیاه آونددار در دوره‌ی دونین صورت

گرفته است و بین این دو دوره، دوره‌ی سیلورین قرار دارد که پیدایش نخستین

ماهی زرده‌دار در آن صورت گرفته است.

**۱۵۷** طبق مطلب جمع‌آوری اطلاعات در صفحه‌ی ۲۹ کتاب درسی،

از کانه‌ی مگنتیت (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) همانند کانه‌ی هماتیت (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)، عنصر

اقتصادی آهن، استخراج می‌شود.

از حل همزمان معادله‌های بالا خواهیم داشت:

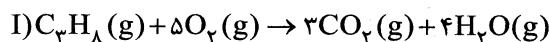
$$\begin{cases} \theta_1 = 182^\circ\text{C} \\ \theta_2 = 273^\circ\text{C} \end{cases} \quad \begin{cases} T_1 = 455\text{K} \\ T_2 = 546\text{K} \end{cases}$$

$$\Delta T = \Delta\theta = 91^\circ\text{C} \text{ یا } 91\text{K}$$

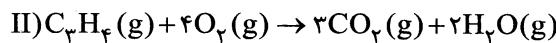
$$C = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{546\text{J}}{91\text{K}} = 6\text{J}\cdot\text{K}^{-1}$$

**۱۴۶** تأمین شرایط بهینه برای انجام واکنش تهیه‌ی مtan از گرافیت و گاز هیدروژن، بسیار دشوار و پرهزینه است. به عبارت ساده‌تر این واکنش در دما و فشار اتاق انجام نمی‌شود.

**۱۴۷** مطابق داده‌های سؤال می‌توان نوشت:

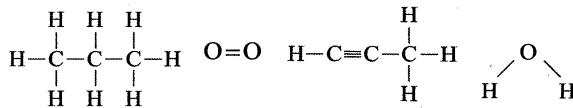
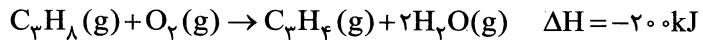


$$\Delta H = -2060\text{ kJ}$$



$$\Delta H = -1860\text{ kJ}$$

اگر واکنش (I) را با معکوس واکنش (II) جمع کنیم، خواهیم داشت:



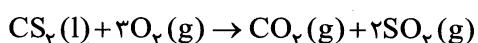
[مجموع آنتالپی پیوندها در مواد واکنش دهنده] = [مجموع آنتالپی پیوندها در مواد فراورده]

$$\begin{aligned} \Delta H &= [\lambda\Delta H(\text{C-H}) + 2\Delta H(\text{C-C}) + \Delta H(\text{O=O})] \\ &- [4\Delta H(\text{C-H}) + \Delta H(\text{C}\equiv\text{C}) + \Delta H(\text{C-C}) + 4\Delta H(\text{O-H})] \\ &\Rightarrow -200 = [4(415) + (350) + \Delta H(\text{O=O})] - [(840) + 4(465)] \\ &\Rightarrow \Delta H(\text{O=O}) = 490\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} \end{aligned}$$

**۱۴۸** به داده‌های جدول ۵ در صفحه‌ی ۷۱ کتاب درسی یازدهم

مراجعةه کنید.

**۱۴۹** معادله‌ی موازنۀ شده‌ی واکنش مورد نظر به صورت زیر است:



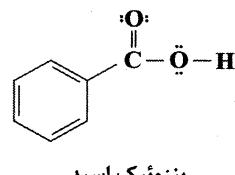
نمودار داده شده نزولی است، پس با یک واکنش دهنده سروکار داریم.

از طرفی این نمودار نمی‌تواند مربوط به CS<sub>2</sub> باشد، زیرا غلظت مایع خالص تغییر نمی‌کند. بنابراین نمودار مربوط به گاز O<sub>2</sub> است.

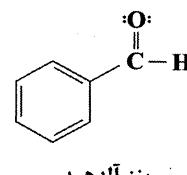
$$\begin{aligned} \bar{R}_{\text{O}_2[2-4\text{ min}]} &= \frac{-\Delta[\text{O}_2]}{\Delta t} = \frac{-(0.04 - 0.05)\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}}{(4-2) \times 60\text{ s}} \\ &= 8/33 \times 10^{-5} \text{ M}\cdot\text{s}^{-1} \end{aligned}$$

$$\bar{R}_{\text{SO}_2} = \frac{2}{3} \bar{R}_{\text{O}_2} = \frac{2}{3} (8/33 \times 10^{-5}) = 5/55 \times 10^{-5} \text{ M}\cdot\text{s}^{-1}$$

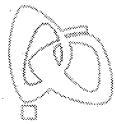
**۱۵۰** به جز مورد «ت»، دو ترکیب بنزوئیک اسید (C<sub>7</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub>) و بنز آلدهید (C<sub>7</sub>H<sub>6</sub>O) با هم تشابه دارند.



بنزوئیک اسید



بنز آلدهید



۱۵۸

طبق شکل ۱-۲ صفحه‌ی ۲۸ کتاب درسی، کانی‌های رسی

۵ درصد وزنی کانی‌های پوسته‌ی زمین را شامل می‌شوند و مطابق «کاربرد کانی‌ها در داروسازی» در صفحه‌ی ۸۶ کتاب درسی، از کانی‌های رسی می‌توان در ساخت آنتی‌بیوتیک‌ها، قرص‌های مسکن، بهبدود زخم معده، صنایع آرایشی و کرم‌های ضد آفتات استفاده کرد.

۱۵۹

۱ هر چه درصد تخلخل خاک، سنگ و یا رسوب بیشتر باشد، آب بیشتر را می‌تواند در خود نگه دارد.

۱۶۰

۳ طبقه‌بندی مهندسی خاک‌ها، بر مبنای دانه‌بندی، درجه‌ی خمیری بودن و مقدار مواد آلی آن‌ها انجام می‌شود.

۱۶۱

۴ مطابق مطلب «پیوند با پزشکی» صفحه‌ی ۷۷ کتاب درسی، برخی عناصر به خصوص سلنیم با از بین بردن سوپراکسیدها، از وقوع سرطان پیشگیری می‌کنند، به همین دلیل این عنصر، به عنوان ماده‌ی ضد سرطان شناخته می‌شود.

۱۶۲

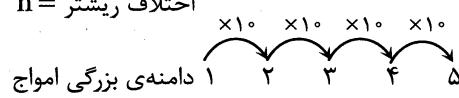
طبق مطلب یادآوری صفحه‌ی ۹۰ کتاب درسی، اگر سطح گسل مایل باشد، به طبقات روی سطح گسل، فرادیواره و به طبقات زیر سطح گسل، فرودیواره می‌گویند.

۱۶۳

۱ بهارای هر یک واحد بزرگی، دامنه‌ی امواج ۱۰ برابر افزایش می‌باشد.

$$\text{برابر} = 10^{n-1} = 10^4 \Rightarrow 10^n = \text{دامنه‌ی امواج}$$

اختلاف ریشرت = n



۱۶۴

۲ طبق شکل ۵-۶ در صفحه‌ی ۹۴ کتاب درسی، موج R (ریلی) به صورت شکل سؤال حرکت می‌کند و این موج مانند حرکت امواج آب دریا، ذرات را در یک مدار دایره‌ای به ارتعاش درمی‌آورد (جهت حرکت دایره‌ای مخالف جهت حرکت امواج دریا است). عمق نفوذ و تأثیر امواج ریلی، مثل امواج دریا محدود است و از سطح به عمق کاهش پیدا می‌کند.

۱۶۵

۲ شدت زمین‌لرزه با دور شدن از مرکز سطحی زمین‌لرزه کاهش می‌باشد، اما بزرگی زمین‌لرزه در تمام نقاط زمین یکسان است.

سیارهای علمی

کتاب

همراه با  
تست ترکیبی  
صد ها

نیست شناسی

کامل ترین منبع آموزشی و تستی

درسنامه های مبنی نظیر + تست های چالشی + پاسخ های روان

دکتر حمیدرضا زارع

نیم نگاه



برای دریافت اطلاعات  
بیش تر لینک QR  
رویه رو را اسکن کنید

## یاخته‌های بافت عصبی

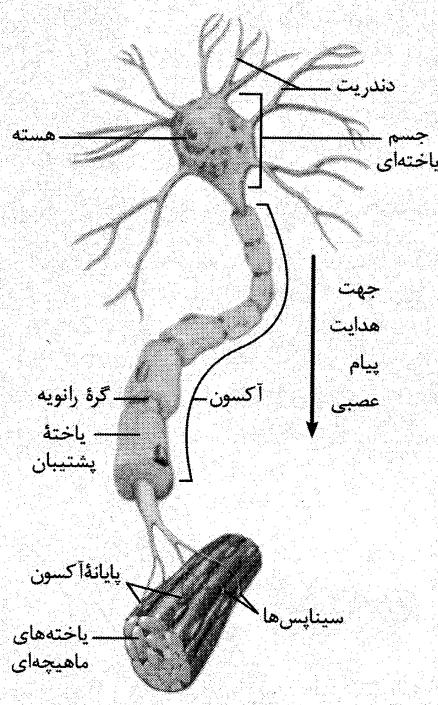
### درس اولم ۱ یاخته‌های بافت عصبی

این فصل فلی خصل مومیه. هر پندر آنثر سؤالاتش فقط هستند، اما به هر حال مبادرث بسیار سفت هم (اره! پس از اولش با وقت، بفوئین تا کامل) باد بگیرین.

### بافت عصبی

**آن به گذشت** [گفتار ۱ - فصل ۲ دهم] یاخته‌های عصبی (نورون‌ها)<sup>۱</sup>، یاخته‌های اصلی بافت عصبی هستند. این یاخته‌ها، با یاخته‌های بافت‌های دیگر مانند یاخته‌های ماهیچه ارتباط دارند.

**یادآوری** در علوم هشتم خواندیم که در بافت عصبی، یاخته‌هایی وجود دارند که فعالیت عصبی ندارند و به نورون‌ها کمک می‌کنند. به این یاخته‌ها، یاخته‌های پشتیبان می‌گویند.



گفتیم که بافت عصبی از یاخته‌های عصبی (نورون‌ها) و یاخته‌های پشتیبان تشکیل شده است. هر نورون، از سه بخش تشکیل شده است:

۱- جسم یاخته‌ای، محل قرارگیری هسته است. به جسم یاخته‌ای، رشته‌هایی متصل هستند که dendrit که

نشانه جسم یاخته‌ای می‌تواند پیام عصبی را از dendrit دریافت کند. همچنین، در محل sinapse، جسم

یاخته‌ای می‌تواند پیام عصبی را از پایانه آکسون یک نورون دیگر دریافت کند.

**آن به گذشت** [گفتار ۱ - فصل ۶] بعضی از یاخته‌ها، به طور موقت یا دائم، توانایی تقسیم را ندارند و وارد مرحله G چرخه یاخته‌ای می‌شوند. نورون‌ها، جزء این یاخته‌ها هستند.

۲- dendrit، رشته‌هایی هستند که پیام عصبی را دریافت و به جسم یاخته‌ای وارد می‌کنند.

۳- آکسون‌ها، رشته‌هایی هستند که پیام عصبی را از جسم یاخته‌ای تا انتهای خود هدایت می‌کنند. در انتهای آکسون، بخش‌های برجهسته‌ای وجود دارند که به آنها، پایانه آکسونی گفته می‌شود. در محل پایانه آکسون، نورون با یک یاخته دیگر ارتباط برقرار می‌کند و پیام عصبی از نورون به یاخته بعدی منتقل می‌شود. نکته انتقال پیام عصبی از یک نورون به یک یاخته دیگر، فقط در محل پایانه آکسون انجام می‌شود. ولی هر سه بخش نورون می‌توانند پیام عصبی را از یاخته‌های دیگر دریافت کنند.

**آن به گذشت** جهت هدایت پیام عصبی در نورون، همواره یک طرفه است و به سمت پایانه آکسون می‌باشد.

### عملکردهای نورون‌ها

یاخته‌های عصبی، دارای سه عملکرد خاص هستند:

۱- تحریک پذیری و تولید پیام عصبی: یاخته‌های عصبی، تحت تأثیر محرك‌ها، تحریک می‌شوند و پیام عصبی تولید می‌کنند.

۲- هدایت پیام عصبی: پیام عصبی، در طول نورون‌ها هدایت می‌شود و به سمت پایانه آکسون می‌رود.

۳- انتقال پیام عصبی: در محل پایانه آکسون، نورون با یاخته دیگری ارتباط برقرار می‌کند و پیام خود را به یاخته بعدی منتقل می‌کند.

**آن به گذشت** هدایت پیام عصبی، در طول یک نورون انجام می‌شود اما انتقال پیام عصبی از یک نورون به یک یاخته دیگر می‌باشد. یاخته دریافت‌کننده پیام عصبی، می‌تواند یک نورون دیگر، یک یاخته ماهیچه‌ای یا یک یاخته غده باشد.

۱- به طور کلی، متن درستنده‌ها با استفاده از معادلهای اصلی و علمی کلمات نوشته شده است، ولی جهت آشنایی با معادلهای فارسی، حداقل یک بار رفته است. در تست‌ها نیز، فقط سؤالات کنکور و آزمون با معادلهای فارسی نوشته شده‌اند و در پاسخ‌نامه این سؤالات هم، هر دو معادل فارسی و لاتین استفاده شده‌اند.

**آنچه کنید** [گفتار ۱- فصل ۲] گیرنده حسی، یاخته یا بخشی از آن است که اثر محرک را دریافت کرده، می‌تواند آن را به پیام عصبی تبدیل و سپس، به دستگاه عصبی مرکزی ارسال کند. پس گیرنده‌های حسی هم سه عملکرد تحریک‌پذیری، هدایت پیام و انتقال پیام را دارند. البته، گروهی از گیرنده‌های حسی هم یاخته عصبی هستند.

تحریک نورون  
تولید پیام عصبی  
هدایت پیام عصبی در طبقه بعده  
انتقال پیام عصبی

### یاخته‌های پشتیبان (نوروگلیا)

این یاخته‌های عصبی ما، فعالیت همه‌بای بدن روکنتر می‌کنند و به پروری می‌شوند. اما فودشون به تنها یعنی نمی‌توانن کارآشون، و انجام بدن و نیاز به پشتیبان دارند! گفتم که در بافت عصبی، به جز یاخته‌های عصبی، یاخته‌های غیرعصبی یا همان یاخته‌های پشتیبان (نوروگلیا) نیز وجود دارند. **آنچه** تعداد نوروگلیاها چند برابر نورون‌هاست و انواع مختلفی دارند که هر کدام، وظيفة خاصی را بر عهده دارند.

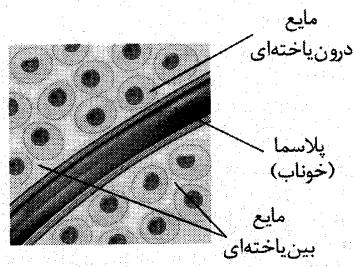
یاخته‌های پشتیبان، وظایف مختلفی را در بافت عصبی بر عهده دارند:

۱- ایجاد داربست برای استقرار یاخته‌های عصبی؛ برای این‌که نورون‌ها در جای مربوط به خودشان مستقر شوند، لازم است که گروهی از نوروگلیاها، داربستی برای قرارگیری آن‌ها ایجاد کنند. در واقع، این داربست محل قرارگیری هر نورون را مشخص می‌کند.

۲- دفاع از یاخته‌های عصبی در برابر عوامل بیماری‌زا

۳- حفظ هم‌ایستایی مایع اطراف یاخته‌های عصبی؛ در ادامه فصل می‌خوانیم که فعالیت نورون‌ها، وابسته به یون‌های موجود درون یاخته و بیرون یاخته است. بنابراین، لازم است که مقدار یون‌ها در مایع بین‌یاخته‌ای تنظیم شود.

**آنچه** گذشت [گفتار ۱- فصل ۱ دهم] محیط جانداران همواره در تغییر است؛ اما جاندار می‌تواند وضع درونی پیکر خود را در حد ثابتی نگه دارد. این توانایی، مربوط به یکی از ویژگی‌های مشترک حیات بهنام هم‌ایستایی (هموئوستازی) است.

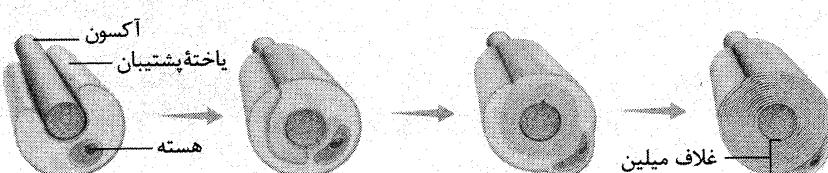


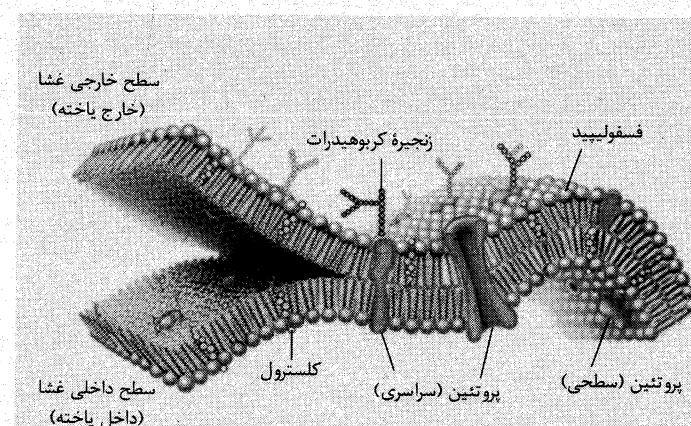
**آنچه** گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] فضای بین یاخته‌های بدن انسان را مایع بین‌یاخته‌ای پر کرده است. این مایع، محیط زندگی یاخته‌های است. یاخته‌ها، مواد لازم (اکسیژن و مواد غذایی) را از این مایع دریافت می‌کنند و مواد دفعی مانند کربن دی‌اکسید را به آن می‌دهند تا به کمک خون از بدن دفع شود. ترکیب مواد در مایع بین‌یاخته‌ای، شبیه خونتاب (پلاسمما) است و مایع بین‌یاخته‌ای به طور دائم مواد مختلفی را با خون می‌باشد می‌داند.

**آنچه** گذشت [گفتار ۱- فصل ۵ دهم] حفظ وضعیت درونی بدن در محدوده‌ای ثابت، برای تداوم حیات، ضرورت دارد. مجموعه اعمالی را که برای پایدار نگهداشتن وضعیت درونی جاندار انجام می‌شود، هم‌ایستایی از ویژگی‌های اساسی همه موجودات زنده است.

۴- ساخت غلاف میلین: در اطراف دندرتیت و آکسون بسیاری از نورون‌ها، غلاف میلین وجود دارد. غلاف میلین، پوششی در اطراف نورون‌هاست که آن‌ها را عایق‌بندی می‌کند. در دندرتیت یا آکسونی که میلین دارد، قسمت‌هایی از رشته فاقد غلاف میلین هستند که به آن‌ها، گره رانویه گفته می‌شود. راجع به عملکرد غلاف میلین، آخر همین گفتار بیشتر صحبت می‌کنیم.

غلاف میلین را یاخته‌های پشتیبان می‌سازند. برای ساخت غلاف میلین، یاخته پشتیبان چندین دور به دور رشته یاخته عصبی می‌پیچد. برای درک بیشتر به شکل توجه کنید. در واقع غلاف میلین، همون غشای یاخته پشتیبان است. یاخته پشتیبان، چندین بار دور غشای آکسون یا دندرتیت می‌پیچه و یک عایق ایهار می‌کند. بنابراین، پنس غلاف میلین از پنس غشای یاخته است. ایشالا یادتون هست که پنس غشا چی بود؟ اگه نه، آن‌چه گذشت زیر رو بفونین از کتاب میکرو دهم!





### آن په گزشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] ساختار غشا یاخته:

غشا از مولکول‌های لیپیدی، پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها تشکیل شده است. بخش لیپیدی غشا، از مولکول‌های فسفولیپید و کلسترون تشکیل شده است. فسفولیپیدها، فراوان ترین مولکول‌های غشا هستند و در بین آن‌ها، مولکول‌های کلسترون قرار گرفته‌اند. همانطور که در شکل مشخص است، بخش لیپیدی غشا به صورت دولاًیه قرار دارد و پروتئین‌های نیز در بین فسفولیپیدها قرار می‌گیرند. بخش پروتئینی غشا، شامل دو گروه پروتئین است. گروهی از پروتئین‌ها در سراسر عرض غشا وجود دارند. گروهی دیگر از پروتئین‌های غشا، فقط در یک سطح غشا قرار دارند و کل عرض غشا را طی نمی‌کنند.

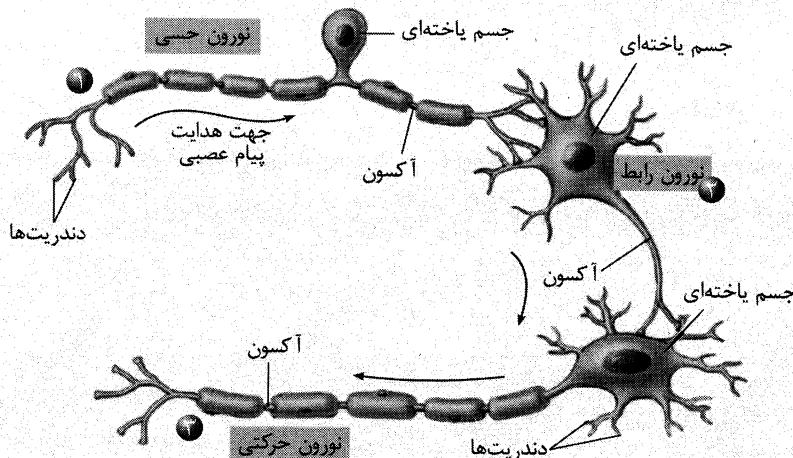
بخش کربوهیدراتی غشا، فقط در سطح خارجی قابل مشاهده است. در این سطح، کربوهیدرات‌ها، به صورت زنجیره‌ای از مونوساکاریدها (واحدهای سازنده مولکول‌های قندی) با مولکول‌های فسفولیپیدی و پروتئینی در تماس هستند.

نوع یاخته بافت عصبی	یاخته عصبی (دورون)	یاخته عصبی (دورون)
تحریک پذیری و تابید، هدایت و انتقال رام عصبی	دارد	دارد
زندگه‌های مستقیماً بالامعنى	ندارد	دندریت + آکسون
توانایی تولید غلاف میلین	دارد	ندارد
فراآنی در بافت عصبی	بیشترین	کمترین
تاناپی تقسیم	دارد	ندارد

### آن په ۲ انواع نورون‌ها

انواع نورون‌ها، از نظر کاری که انجام می‌دهند، به سه نوع مختلف تقسیم می‌شوند:

- ۱- نورون‌های حسی: این نورون‌ها، پیام‌های حسی را از گیرنده‌های حسی دریافت می‌کنند و به سوی بخش مرکزی دستگاه عصبی (مغز و نخاع) می‌آورند.  
ما تا الان کلی گیرنده‌های حسی می‌شناسیم! از کجا؟ از کتاب دهن! قلب اعتماداً یار تون نیست پس بیرم برگردیم عقب!  
**آن په ۳ دهه** [گفتار ۲- فصل‌های ۳ و ۴ دهم] گیرنده‌های فشاری و همچنین گیرنده‌های حساس به تغییرات اکسیژن، کربن دی‌اکسید و یون هیدروژن، انواعی از گیرنده‌های حسی هستند که پیام عصبی را به بصل النخاع در مغز وارد می‌کنند.
- ۲- نورون‌های حرکتی: پیام‌ها را از بخش مرکزی به سوی اندام‌ها مانند ماهیچه‌ها می‌برند. کلاً هر نورونی که تا الان فوندیم که می‌رفته به بایی از بدن تأثیر می‌گذاشته، نورون حرکتی بوده! مثلاً نورون‌های حرکتی که از بصل النخاع خارج می‌شون و باعث انقباض ماهیچه‌های دمی می‌شون.
- ۳- نورون‌های رابط: این نورون‌ها، فقط در دستگاه عصبی مرکزی (مغز و نخاع) قرار دارند و ارتباط لازم بین نورون‌های حسی و حرکتی را برقرار می‌کنند.  
فقط هالا اول یه نگاه به شکل زیر بندازین تا بعد پنده تاکته رابع به انواع این نورون‌ها بگیم.



**نکته** هر نورون را بطور همواره در ارتباط با دو نوع نورون دیگر دارد؛ نورون حسی و حرکتی.

نه نورون حسی و حرکتی، بخشی در خارج از دستگاه عصبی مرکزی دارند و بخشی هم در دستگاه عصبی مرکزی قرار دارد. در نورون حسی، جسم یاخته‌ای و دندریت کاملاً خارج از دستگاه عصبی مرکزی هستند ولی بخشی از آکسون وارد دستگاه عصبی مرکزی می‌شود. در نورون حرکتی، دندریت و جسم یاخته‌ای به طور کامل در دستگاه عصبی مرکزی قرار دارند. فقط بخش ابتدایی آکسون نورون حرکتی نیز در دستگاه عصبی مرکزی قرار دارد و ادامه آکسون، در خارج از دستگاه عصبی مرکزی است.

فعالیت کتاب درسی

ساختار نهادونها

چه شاهدات ها و تفاوت هایی بین ساختار سه نوع یاخته عصبی وجود دارد؟

۱- غلاف میلین: در نورون حسی و حرکتی، غلاف میلین وجود دارد ولی در نورون رابط، غلاف میلین دیده نمی‌شود. در نورون حسی، هم دندربیت و هم آکسون، میلین دارند ولی در نورون حرکتی، فقط آکسون میلین دارد.

۲- دندربیت: در نورون حسی، دندربیت طویل و میلین دار وجود دارد. در نورون حرکتی و رابط، دندربیت‌های کوتاه و بدون میلین دیده می‌شوند. دندربیت‌های نعمت، ابط، انسدادات؛ باده، دارند.

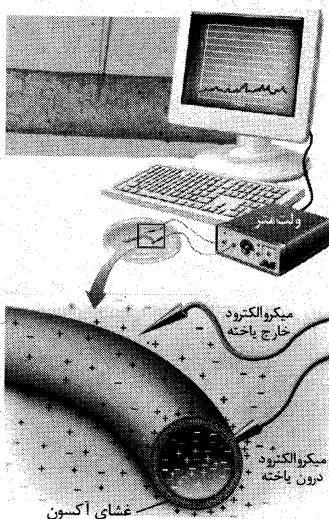
**۳- جسم یاخته‌ای:** اندازه جسم یاخته‌ای در نورون حسی کمترین و در نورون حرکتی، بیشترین است. جسم یاخته‌ای نورون رابط و حرکتی، در دستگاه عصب مکن، فل داد ول. جسم یاخته‌ای، نورون حسی، در خارج از دستگاه عصبی مرکزی است.

-۴- آکسون: در نورون رابط و حرکتی، آکسون بلندترین رشته نورون است و لی در نورون حسی، طول آکسون از دندربیت کمتر است. به طور کلی، در نورون رابط، اکسون کوتاه‌تر است. نام: حکمت، آکسون: بلند و حدود داد. آکسیه، در نورون حرکتی، و حسی، دارای میلیون است و لی در نورون رابط، میلیون ندارد.

**۵- عملکرد:** نورون حسی، پیام را به دستگاه عصبی مرکزی نزدیک می‌کند و نورون حرکتی، پیام را از دستگاه عصبی مرکزی خارج می‌کند. نورون رابط، سنسور و ارگان را در میان دارد.

دستگاه عصبی مرکزی CNS \*

#### فعالیت الکترونیکے نورون (۱): پتانسیل آرہمنش



این قسمت هزء مباهشی است که فیلی ازش سوال میار و معمولاً پهنه‌ها هم توش مشکل دارن! برای همین فیلی مغضبل و کامل توضیح دادیم تا دیگه همه‌پیز رو بفهمین. پس لطفاً فیلی خوب به متن و شکل دقیق‌ترین تا کامل درآتون ها بیفته.

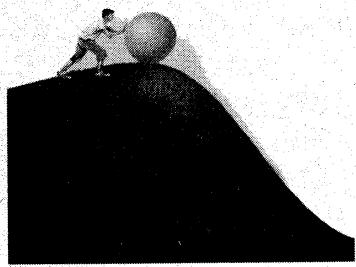
پیام عصبی در اثر تغییر مقدار یون‌ها در دو سوی غشای یاخته عصی به وجود می‌آید. از آنجا که مقدار یون‌ها در دو سوی غشا یکسان نیست، در دو سوی غشای یاخته عصی، مقدار بار الکتریکی متفاوت است و در نتیجه، بین دو سوی آن، اختلاف پتانسیل الکتریکی وجود دارد. تا این‌جا بفروایم به طور ساده گفتم این بهری میشه که درون و بیرون یافته، یون‌هایی وجود دارند که بار الکتریکی ایجاد می‌کنن. این بار الکتریکی، باعث ایجاد پتانسیل الکتریکی می‌شه و چون مقدار بارها در دو سوی غشا یکسان نیست و بینشون اختلاف وجود دارد، بوش اختلاف پتانسیل الکتریکی می‌گن.

## روش اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل الکتریکی نورون

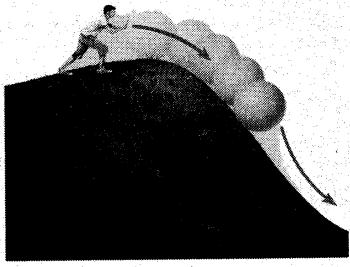
برای اندازه‌گیری پتانسیل نورون، از دو الکترود استفاده می‌شود. یک الکترود، در داخل غشای نورون قرار می‌گیرد و الکترود دیگر، در محیط اطراف نورون. الکترودها، به یک ولت‌متر بسیار حساس متصل می‌شوند که می‌تواند پتانسیلهای الکتریکی در حد میلی‌ولت را نیز اندازه‌گیری کند. با استفاده از این دستگاه، می‌توان پتانسیل الکتریکی نورون در لحظه‌های مختلف را ثبت کرد. بدین معنی، این دستگاه چیزی نیست که واسمهون ثبت کرده!

### پتانسیل الکتریکی چیست؟

انرژی پتانسیل توب به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود.



انرژی پتانسیل توب به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود.



تعریف انرژی پتانسیل: انرژی پتانسیل، انرژی ذخیره شده در ماده یا سامانه است. مثلاً وقتی که فنری را فشار می‌دهیم و آن را فشرده می‌کنیم، در آن انرژی پتانسیل ذخیره می‌شود. وقتی که فنر را رها می‌کنیم، فشرده‌گی فنر از بین می‌رود. یا اگر توبی در ارتفاع قرار گیرد، دارای انرژی پتانسیل است و وقتی که رها می‌شود، حرکت می‌کند و انرژی پتانسیل آن به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود. در تعریفی دیگر، انرژی پتانسیل توانایی انجام کار است.

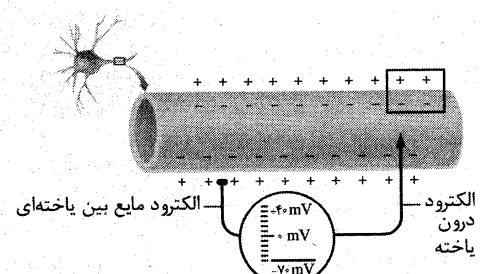
مواد تامیل دارند از جایی با انرژی پتانسیل بیشتر به جایی با انرژی پتانسیل کمتر بروند. مثلاً، در شکل بالا، انرژی پتانسیل توب در بالای تپه، بیشترین مقدارش هست و در پایین تپه، انرژی پتانسیل کمترین مقدار اون هست. هلا وقتی توب رو وول می‌کنیم، توب به سمت پایین حرکت می‌کند؛ از جایی با انرژی پتانسیل بیشتر به جایی با انرژی پتانسیل کمتر.

**پتانسیل الکتریکی:** وقتی بین دو محل (مثلاً درون یا خته و بیرون یا خته)، اختلاف غلظت بارهای الکتریکی وجود داشته باشد، اختلاف پتانسیل الکتریکی ایجاد می‌شود. مثلاً اگر درون یا خته ۱۰۰ بار مثبت وجود داشته باشد و بیرون یا خته، پتانسیل الکتریکی درون یا خته نسبت به بیرون آن، ۱۰۰ واحد منفی تر است. وقت کنین که هم بیرون هم داخل، مثبت هستن ولی بار مثبت بیرون بیشتره، پس وقتی می‌توایم اختلاف پتانسیل رو هساب کنیم می‌کیم:

$$\text{اختلاف پتانسیل درون} = \frac{\text{نسبت به بیرون}}{\text{بار بیرون}} = \frac{(+100)}{-(-100)} = +200$$

خلاصه بقوایم بگیم، اختلاف پتانسیل یه هیز نسبی هست و پتانسیل الکتریکی مطلق! یعنی مثلاً می‌توینیم بگیم که پتانسیل درون یا خته  $+100$  هست و پتانسیل بیرون  $-100$  هسته. در این حالت، اختلاف پتانسیل درون یا خته نسبت به بیرون یافته،  $+200$  است. هیزی که ما باهش کار داریم، این اختلاف پتانسیل هست. اون دستگاه ولت‌سنج هم برای ما اختلاف پتانسیل رو هساب می‌کنه. اما فرب هواستون باشه که در این مبحث، لفظ «پتانسیل» به جای «اختلاف پتانسیل» کاربرد داره. اما هر چیز پتانسیل، منظور مون همون اختلاف پتانسیل هست. مثلاً، پتانسیل آرامش یعنی اختلاف پتانسیل درون یا خته عصبی نسبت به بیرون یا خته عصبی در حالت آرامش یافته (وقتی فعالیت عصبی نداره). توضیهات بیشتر راجع به پتانسیل الکتریکی رو هم توی خیزیک می‌هونین.

### پتانسیل آرامش یا خته عصبی



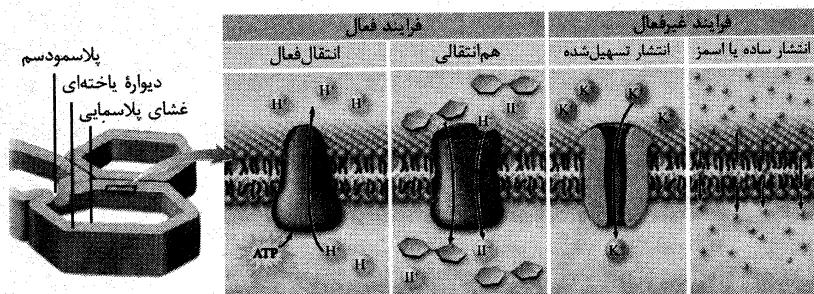
ثبت پتانسیل آرامش نورون

وقتی نورون فعالیت عصبی ندارد، در دو سوی غشای آن اختلاف پتانسیلی در حدود  $-70$ - $+40$  میلی‌ولت برقرار است. به این اختلاف پتانسیل، پتانسیل آرامش می‌گویند. اما چرا این اختلاف پتانسیل ایجاد می‌شود؟ چرا غلظت یون‌ها در دو سمت به تعادل نمی‌رسه تا اختلاف پتانسیل صفر بشود؟ این هیزی هست که در ادامه می‌توایم رابع بوش صبیت کنیم. راستی، اینها مانند زیادی به روش‌های انتقال مواد از عرض غشای داریم. لطفاً بگرددین و از فصل (۲) هم، این مبحث رو مطالعه کنین. در زیر هم خلاصه‌ای از این مبحث رو از کتاب میکرو دهم آوردم.

### روش‌های عبور مواد از غشا

شکل مقابل، انواع روش‌های عبور مواد از غشای یا خته را نشان می‌دهد. فرایندهای عبور مواد، به صورت فعال یا غیرفعال می‌باشند. از دو منظر، می‌توان این دو نوع فرایند را مقایسه کرد:

- ۱- جهت حرکت مواد: در فرایندهای غیرفعال، مواد در جهت شبی غلظت خود جابه‌جا می‌شوند. نتیجه نهایی این فرایندها، یکسان شدن غلظت در دو سوی غشا می‌باشد.



۲- مصرف انرژی زیستی: در فرایندهای غیرفعال، انرژی زیستی مصرف نمی‌شود و انرژی جنبشی عامل حرکت مولکول‌هاست. در فرایندهای فعال، مصرف انرژی زیستی (مثل ATP) برای عبور مواد از غشا لازم است.

انتقال فعال، نوعی فرایند عبور مواد از غشای یاخته است که با کمک پروتئین‌های غشایی، مثل پمپ سدیم - پتاسیم، انجام می‌شود. همان‌گونه، نوع خاصی از انتقال فعال است که در آن، دو ماده به طور همزمان و در یک جهت از غشا عبور می‌کنند. فرایندهای غیرفعال، به صورت انتشار می‌باشند که ممکن است ساده یا تسهیل شده باشند. فرق انتشار تسهیل شده و انتشار ساده در این است که در انتشار تسهیل شده، عبور مولکول‌ها از عرض غشا با کمک پروتئین‌های سراسری غشا انجام می‌شود.

### □ وضعیت غلظت یون‌ها در مایع بین یاخته‌ای و درون یاخته

برای بررسی پتانسیل الکتریکی نورون‌ها، ما دو تا یون برآمده اهمیت داره: سدیم و پتاسیم.

۱- یون سدیم ( $\text{Na}^+$ ): غلظت یون‌های سدیم در بیرون غشا (مایع بین یاخته‌ای) بیشتر از داخل یاخته است. در نتیجه، یون‌های سدیم تمایل دارند در جهت شبی غلظت خود، وارد یاخته عصبی شوند.

۲- یون پتاسیم ( $\text{K}^+$ ): غلظت یون‌های پتاسیم در داخل یاخته، بیشتر از مایع بین یاخته‌ای است. در نتیجه، یون‌های پتاسیم تمایل دارند در جهت شبی غلظت خود، از یاخته عصبی خارج شوند.

### گل: انتشار تسهیل شده یون‌ها با کمک کانال‌های یونی

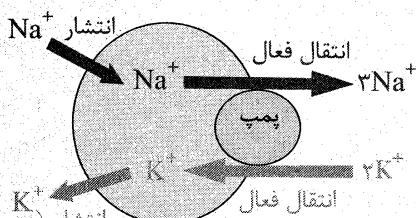
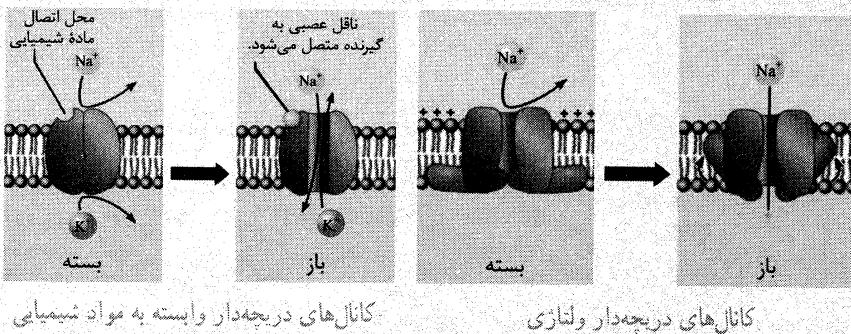
انتشار یون‌های سدیم و پتاسیم در عرض غشای یاخته، با روش انتشار تسهیل شده انجام می‌شود. در این روش، یون‌ها با کمک پروتئین‌های غشایی جابه‌جا می‌شوند. پروتئین‌هایی که یون‌ها را در انتشار تسهیل شده جابه‌جا می‌کنند، کانال نام دارند. دو نوع کانال در غشای یاخته وجود دارد:

۱- کانال‌های نشتشی: این کانال‌ها، همیشه باز و فعال هستند. بنابراین، یون‌ها می‌توانند به صورت دائمی از طریق آن‌ها منتشر شوند.

۲- کانال‌های دریچه‌دار: کانال‌های دریچه‌دار، همیشه باز نیستند و فقط در شرایط خاصی باز می‌شوند. دو نوع کانال دریچه‌دار داریم:

۱- کانال دریچه‌دار ولتاژی زمانی باز می‌شود که اختلاف پتانسیل معینی در یاخته وجود داشته باشد.

۲- کانال دریچه‌دار وابسته به مواد شیمیایی که در پاسخ به مواد شیمیایی باز یا بسته می‌شوند و در غشای یاخته پس‌سیناپسی وجود دارد.



دو عامل، در منفی‌تر بودن پتانسیل درون یاخته در حالت آرامش نقش دارند:

۱- کانال‌های نشتشی سدیم و پتاسیم و ۲- پمپ سدیم - پتاسیم

۱- کانال‌های نشتشی سدیم و پتاسیم  
تأثیر انتشار پتاسیم بر اختلاف پتانسیل: در حالت آرامش، یون‌های پتاسیم از طریق کانال‌های نشتشی از یاخته خارج می‌شوند. نتیجه خروج پتاسیم از درون یاخته، منفی‌تر شدن درون یاخته است. مثلاً، فرض کنید که در حالت طبیعی، ۲۰۰ یون پتاسیم درون یاخته وجود دارد و بیرون یاخته یون پتاسیم وجود ندارد. اختلاف پتانسیل یاخته برابر است با:

$$(+200) - (0) = (+200)$$

اگر انتشار یون‌های پتاسیم تا زمان رسیدن به حالت تعادل ادامه پیدا کند، غلظت یون‌های پتاسیم در دو سمت یاخته برابر می‌شود. بنابراین، اختلاف پتانسیل برابر است با:

$$(0) - (+200) = (-200)$$

حال اگر تفاوت اختلاف پتانسیل اولیه و ثانویه را محاسبه کنیم، داریم:

در واقع در حالت دوم نسبت به حالت اول، پتانسیل یاخته منفی‌تر شده است. بنابراین، خروج یون‌های پتاسیم از درون یاخته، باعث منفی‌تر شدن پتانسیل درون یاخته می‌شود.

۱- تمامی اعداد ذکر شده فرضی و فقط برای درک بهتر هستند. علاوه بر این، اختلاف پتانسیل محاسبه شده نیز فرضی و فقط بر اساس مقایسه تعداد بارها می‌باشد.

**تأثیر انتشار سدیم بر اختلاف پتانسیل:** در حالت آرامش، یون‌های سدیم از طریق کانال‌های نشیتی به یاخته وارد می‌شوند. نتیجه ورود سدیم به درون یاخته، مثبت‌تر شدن درون یاخته است! مثلاً، فرض کنیم که در حالت طبیعی، ۴۰۰ یون سدیم بیرون یاخته وجود دارد و درون یاخته یون سدیمی وجود ندارد. اختلاف پتانسیل یاخته برابر است با:

$$(+) - (-) = 400$$

آنکه در غشای یاخته، هم کانال سدیمی وجود دارد و هم کانال پتانسیمی، هر کانال نیز به‌طور اختصاصی یک نوع یون را عبور می‌دهد.

اگر انتشار یون‌های سدیم تا زمان رسیدن به حالت تعادل ادامه پیدا کند، غلظت یون‌های سدیم در دو سمت یاخته برابر می‌شود. بنابراین، اختلاف پتانسیل برابر است با:

$$(+) - (+) = 200$$

حال اگر تفاوت اختلاف پتانسیل اولیه و ثانویه را محاسبه کنیم، داریم:

$$(+) - (-) = 400$$

در واقع در حالت دوم نسبت به حالت اول، پتانسیل یاخته مثبت‌تر شده است. بنابراین، ورود یون‌های سدیم به درون یاخته، باعث مثبت‌تر شدن پتانسیل درون یاخته می‌شود.

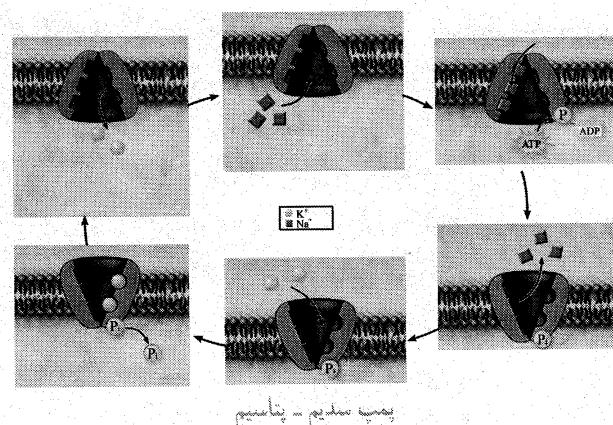
بررسی همزمان تأثیر انتشار سدیم و پتانسیم بر اختلاف پتانسیل: در حالت آرامش، تأثیر پتانسیم بر اختلاف پتانسیل یاخته بیشتر است و بنابراین، درون یاخته منفی‌تر است؛ زیرا، نفوذپذیری غشا نسبت به یون‌های پتانسیم بیشتر می‌باشد. مثلاً، اگر انتشار پتانسیم، پتانسیل یاخته را ۱۷۰ واحد منفی کند، انتشار سدیم فقط ۱۰۰ واحد پتانسیل درون یاخته را مثبت می‌کند. بنابراین، اختلاف پتانسیل درون یاخته نسبت به بیرون یاخته برابر است با:

$$(-) - (+) = 70$$

به این پتانسیل ۷۰-میلی‌ولت، پتانسیل آرامش می‌گویند. یک عامل دیگر نیز در ایجاد اختلاف پتانسیل نقش دارند. اما په عاملی باعث می‌شود که غلظت یون‌ها در دو سمت غشا به تعادل کامل نرسد؛ پمپ سدیم – پتانسیم!

### ۳- پمپ سدیم – پتانسیم

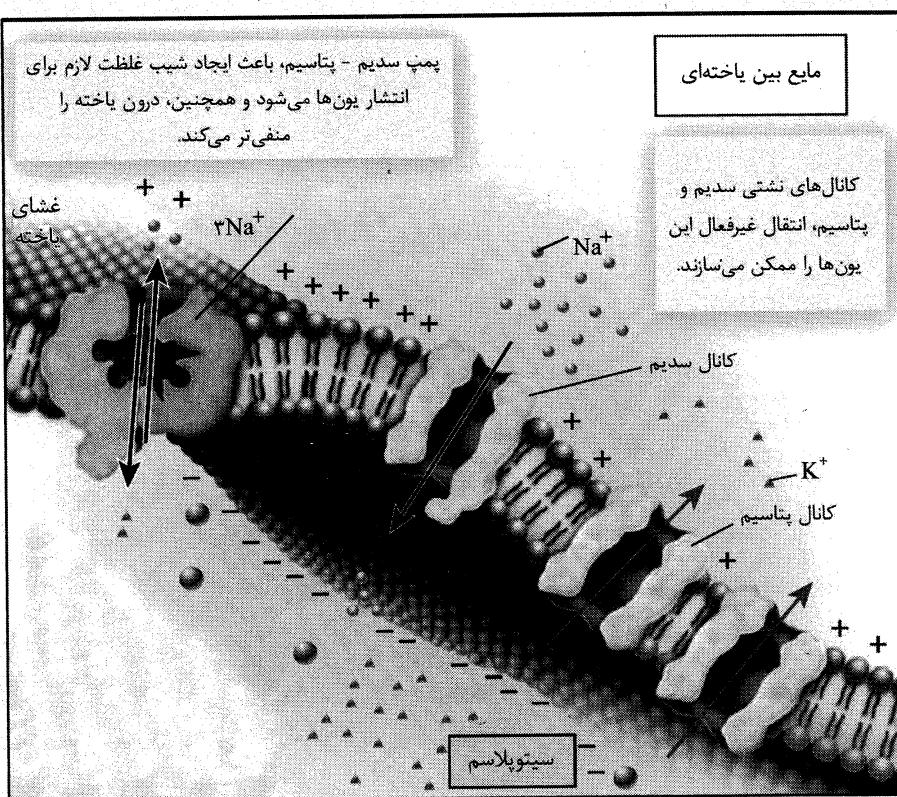
پمپ سدیم – پتانسیم، پروتئینی است که در غشای یاخته وجود دارد و وظیفه جابه‌جایی یون‌های سدیم و پتانسیم در خلاف جهت شیب غلظت را دارد. در واقع، انتقال یون‌ها از طریق این پمپ، با روش انتقال فعل و همراه با مصرف انرژی زیستی (ATP) است. در هر بار فعالیت پمپ سدیم – پتانسیم، سه یون سدیم از یاخته خارج و دو یون پتانسیم، وارد یاخته می‌شوند. بنابراین، می‌توانیم بگوییم که به‌طور خالص، یک بار مثبت از درون یاخته خارج می‌شود و پتانسیل درون یاخته، منفی‌تر می‌شود.



پمپ سدیم – پتانسیم، باعث ایجاد شیب غلظت لازم برای انتشار یون‌ها می‌شود و همچنین، درون یاخته را منفی‌تر می‌کند.

مایع بین یاخته‌ای

کانال‌های نشیتی سدیم و پتانسیم، انتقال غیرفعال این یون‌ها را ممکن می‌سازند.



عوامل مؤثر در ایجاد پتانسیل آرامش

۱- دقیقاً باشید که سدیم و پتانسیم، هر دو بار مثبت دارند. بنابراین، ورود سدیم به درون یاخته باعث مثبت‌تر شدن درون یاخته می‌شود. خروج پتانسیم (بار مثبت) از درون یاخته نیز باعث منفی‌تر شدن درون یاخته می‌شود.

۲- باز هم یادآوری می‌کنم که تمامی این اعداد فرضی هستند و مقدار واقعی اعداد متفاوت است.

## پتانسیل آرامش

چه تفاوتی بین کار پمپ سدیم - پتاسیم و کانال‌های نشستی وجود دارد؟

۱- نیاز به مصرف انرژی: پمپ سدیم - پتاسیم، با مصرف انرژی ATP بون‌ها را جابه‌جا می‌کند ولی عبور بون‌ها از کانال‌های نشستی، بدون مصرف انرژی زیستی است.

۲- نوع روش عبور مواد از غشا: پمپ، جابه‌جایی مواد را با انتقال فعال انجام می‌دهد ولی کانال، با روش انتشار تسهیل شده.

۳- جهت حرکت بون‌ها: جابه‌جایی بون‌ها با کمک پمپ، در خلاف جهت شبکه غلظت انجام می‌شود ولی انتشار بون‌ها از طریق کانال‌های نشستی، در جهت شبکه غلظت است. بنابراین، سدیم از طریق کانال وارد یاخته ولی پتاسیم از یاخته خارج می‌شود. اما پمپ، سدیم را از یاخته خارج و پتاسیم را وارد می‌کند.

پمپ سدیم - پتاسیم، با مصرف ATP، بون‌ها را جابه‌جا می‌کند. انرژی لازم برای عبور بون‌ها از کانال‌های نشستی چگونه تأمین می‌شود؟

آن به لذت [گفتار ۱- فصل ۱ دهم] انتشار، جریان مواد از جای پر غلظت به جای کم غلظت (در جهت شبکه غلظت) است. در این روش، مواد به دلیل داشتن انرژی جنبشی می‌توانند منتشر شوند.

چرا در حالت آرامش، بار مثبت درون یاخته‌های عصبی از بیرون آن‌ها کمتر است؟

دو عامل، در کمتر بودن بار مثبت درون یاخته نسبت به بیرون آن، نقش دارند:

۱- نفوذپذیری غشا نسبت به بون پتاسیم بیشتر است. در نتیجه، تعداد بون‌های پتاسیم خارج شده از یاخته بیشتر از سدیم‌های واردشده است.

۲- در هر بار فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم، سه بون سدیم از یاخته خارج می‌شود و دو بون پتاسیم وارد یاخته می‌شوند. بنابراین، به‌طور خالص یک بار مثبت از یاخته خارج می‌شود.

حالا که تا اینجا اومدیم و دیگه تموث شده پتانسیل آرامش، یه پند تا کنته ترکیبی با کتاب دهم بگیم. این نکات، راجع به سدیم و پتاسیم هستند.

آن به لذت [گفتار ۲- فصل ۲ دهم] لوزالمعده، مقدار زیادی بیکربنات سدیم ترشح می‌کند. بیکربنات، اثر اسید معده را خنثی و درون دوازدهه را قلیایی می‌کند. به این ترتیب دیواره دوازدهه از اثر اسید حفظ و محیط مناسب برای فعالیت آنزیم‌های لوزالمعده فراهم می‌شود.

آن به لذت [گفتار ۳- فصل ۲ دهم] جذب گلوکز و بیشتر آمینواسیدها در روده باریک، همراه با سدیم و با روش همانقلالی است. در این روش، سدیم از طریق انتشار تسهیل شده وارد یاخته می‌شود و انرژی لازم برای ورود گلوکز به درون یاخته نیز از انرژی شبکه غلظت سدیم تأمین می‌شود. شبکه غلظت سدیم، با فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم حفظ می‌شود.

آن به لذت [گفتار ۴- فصل ۴ دهم] برای تبادل مواد در موبرگ‌ها، مولکول‌هایی که اتحال آن‌ها در لیپیدهای غشا، کم است، مثل گلوکز و بون‌های سدیم و پتاسیم، از طریق منافذ منتشر می‌شود.

آن به لذت [گفتار ۴- فصل ۵ دهم] مصرف زیاد نمک (افزایش سدیم)، می‌تواند به خیز منجر شود.

آن به لذت [گفتار ۴- فصل ۶ دهم] وجود بون‌های سدیم و پتاسیم در خوناب (پلاسمای)، اهمیت زیادی دارد؛ چون در فعالیت یاخته‌های بدن نقش کلیدی دارند.

آن به لذت [گفتار ۴- فصل ۷ دهم] در نفرون‌ها، بعضی از سموم، داروها، بون‌های هیدروژن و پتاسیم اضافی به‌وسیله ترشح دفع می‌شوند.

آن به لذت [گفتار ۴- فصل ۸ دهم] غده فوق‌کلیه، هورمون آلدوسترون را ترشح می‌کند. هورمون آلدوسترون با اثر بر کلیه‌ها، باز جذب سدیم را باعث می‌شود. در نتیجه باز جذب سدیم، باز جذب آب هم در کلیه‌ها افزایش می‌باشد.

آن به لذت [گفتار ۴- فصل ۹ دهم] در غشاء یاخته‌های نگهبان روزنه، پمپ‌هایی وجود دارند که بون پتاسیم را جابه‌جا می‌کنند. تغییر غلظت پتاسیم در یاخته‌های نگهبان روزنه، منجر به تغییر حجم یاخته و در نتیجه، باز و بسته شدن روزنه می‌شود.

تا اینجا دیگه قدر می‌کنم دیگه بسه سدیم و پتاسیم! بریم ادامه بده فورمون.

## درسته هست! فعالیت الکتریکی نورون (۲): پتانسیل عمل

اگه تا اینجا شو فوب فومیده باشین، دیگه بقیش کاری نداره! پس لطفاً اول مباحثت قبلی رو هم مسلط بشین بعد بباین اینجا.

## پتانسیل عمل چیست؟

وقتی که نورون تحریک می‌شود، در محل تحریک، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا به‌طور ناگهانی تغییر می‌کند و داخل یاخته از بیرون آن، مثبت‌تر می‌شود. به این تغییر، پتانسیل عمل می‌گویند. پس از مدت کوتاهی، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا، دوباره به حالت آرامش برمی‌گردد. پس وقتی که یافته عصبی تمیک می‌شه، در به زمان فیلی کم اغلب یافته مثبت‌تر می‌شود. هالا قبل از اینکه اراده متن و بفونین، به این گلر کنین که په پیزی بود که باعث می‌شد درون یافته مثبت تر بشه؟

## پتانسیل عمل چگونه ایجاد می‌شود؟

گفتیم که در غشای نورون‌ها، کanal‌های نشتی و کanal‌های دریچه‌دار وجود دارند. گروهی از کanal‌های دریچه‌دار، با تغییر اختلاف پتانسیل باز می‌شوند و یون‌ها را عبور می‌دهند.

وقتی که غشای نورون تحریک می‌شود، ابتدا کanal‌های دریچه‌دار سدیم باز می‌شوند و یون‌های سدیم فراوانی وارد یاخته می‌شوند. گفتیم که ورود یون سدیم به درون یاخته، منجر به مثبت‌تر شدن درون یاخته می‌شود. بنابراین، با ورود سدیم به درون یاخته، پتانسیل الکتریکی درون یاخته مثبت‌تر می‌شود و اختلاف پتانسیل، به حدود  $+30$  میلی‌ولت می‌رسد. کanal‌های دریچه‌دار سدیمی، برای مدت زمان کوتاهی باز هستند و پس از رسیدن پتانسیل غشا به  $+30$  میلی‌ولت، بسته می‌شوند.

سپس، کanal‌های دریچه‌دار پتانسیم باز می‌شوند و یون‌های پتانسیم از یاخته خارج می‌شوند. گفتیم که نتیجه خروج یون پتانسیم از درون یاخته، منفی‌تر شدن درون یاخته است. بنابراین، با فعالیت این کanal‌ها، پتانسیل درون یاخته منفی‌تر می‌شود و مجددًا به حالت آرامش برمی‌گردد.

تا اینجا همه‌پی به نظر فوب می‌داریم. یافته تحریک شده، پتانسیل عملشو ایجاد کرده و دوباره برگشته به آرامش اولیه‌اش! اما آنکه یکم فکر کنیم می‌بینیم که یه مشکلی و پیور داره؛ تعادل اولیه یون‌های سدیم و پتانسیم از بین رفته! الان سدیم به شدت درون یاخته انباسته شده و تراکم پتانسیم درون یافته هم به شدت کم شده. پس اینجا باید یه پیزی باشه که بیاد سدیم اضافی رو ببریزه بیرون و پتانسیم‌ها رو برگردانه درون یافته. پس باز میریم سراغ پمپ سدیم – پتانسیم.

در پایان **پتانسیل عمل**، فعالیت پمپ سدیم – پتانسیم موجب می‌شود که شب غلظت یون‌های سدیم و پتانسیم در دو سوی غشا، دوباره به حالت آرامش برگردد و تعادل اولیه یون‌ها ایجاد شود.

**نه!** باگشت پتانسیل یاخته به حالت آرامش، در نتیجه باز شدن کanal‌های دریچه‌دار پتانسیمی و خروج پتانسیم از یاخته انجام می‌شود. پمپ سدیم – پتانسیم، بعد از پتانسیل عمل، شب غلظت یون‌ها (نه پتانسیل غشا) را به حالت آرامش بر می‌گرداند.

### ۱- پتانسیل آرامش

تحریک یاخته، باعث بازشدن کanal‌های دریچه‌دار سدیمی می‌شود.

کanal‌های دریچه‌دار  
سدیمی باز می‌شوند.



زمان (هزار ثانیه)

-70 -

0 -

+30 -

کanal‌های دریچه‌دار  
پتانسیمی بسته می‌شوند.

در حالت آرامش، موئیندیروی پیشر یاخته بسته به پتانسیمی،  
باعث می‌شود که پتانسیل درون یاخته منفی تر باشد.

### ۲- شروع پتانسیل عمل

اختلاف پتانسیل غشا به  $+30$  میلی‌ولت.

کanal‌های دریچه‌دار  
سدیمی بسته می‌شوند.

با بازشدن کanal‌های دریچه‌دار پتانسیمی،  
پتانسیل غشا به حالت آرامش برمی‌گردد.

کanal‌های دریچه‌دار  
سدیمی بسته است.

کanal‌های دریچه‌دار  
پتانسیمی بسته می‌شوند.

برقراری مجدد  
تعادل یون‌ها

کanal‌های دریچه‌دار  
سدیمی بسته است.

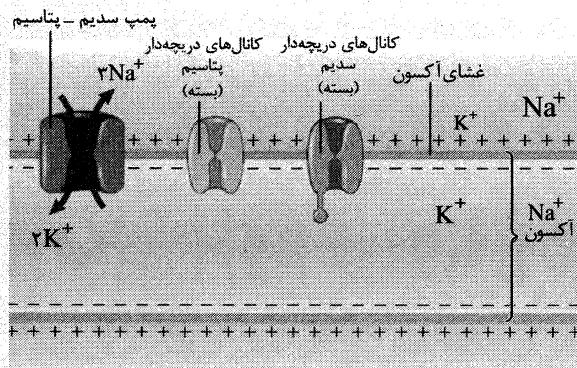
با باعث شدن کanal‌های دریچه‌دار پتانسیمی،  
پتانسیل غشا به حالت آرامش برمی‌گردد.

## نگاهی دقیق‌تر به پتانسیل عمل

### □ پتانسیل آرامش: $-70$ میلیولت

در این حالت، کانال‌های نشتشی، باز هستند. پتانسیل باز است. غشای سدیم بسته است. در نتیجه، سدیم وارد یاخته می‌شود و پتانسیم از یاخته خارج می‌شود. گفتیم که نفوذپذیری غشا نسبت به پتانسیم بیشتر است و به همین دلیل، پتانسیل غشا در حالت آرامش،  $-70$  میلیولت است.

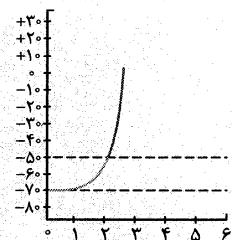
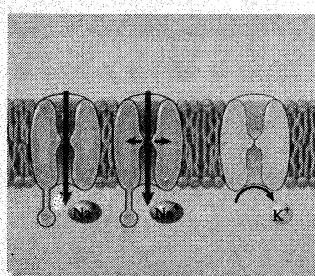
در حالت آرامش، پمپ سدیم - پتانسیم نیز در غشا فعال است. این پمپ،  $3$  یون سدیم را از یاخته خارج می‌کند و  $2$  یون پتانسیم را وارد یاخته می‌کند. در نتیجه، یک بار مثبت از درون یاخته کم می‌شود و همچنین، شبی غلظت سدیم و پتانسیم نیز حفظ می‌شود. دقت داشته باشید که در این حالت، کانال‌های دریچه‌دار سدیم و پتانسیم بسته هستند.



بههای ما از اینها به بعد، همیز دیگه رایج به کانال‌های نشتشی و پمپ سدیم - پمپ سدیم - پتانسیم نمی‌گیریم. پون این پروتئین‌ها همیشه فعال هستند. بنابراین، ما همیشه ورود و خروج سدیم و پتانسیم رو از طریق کانال و پمپ داریم. یعنی مثلاً پتانسیم با انتشار تسویل شده از طریق کانال نشتشی از یافته قارچ می‌شود و با انتقال فعال، توسط پمپ سدیم - پتانسیم به یافته وارد می‌شود. بنابراین یک نکته:

**نکته** در هر زمانی، هم ورود سدیم به درون یاخته مشاهده می‌شود و هم خروج آن. ورود سدیم به صورت غیرفعال است و خروج آن، به صورت فعال. در مورد پتانسیم نیز همیشه ورود آن به درون یاخته و خروج از یاخته وجود دارد. ولی ورود پتانسیم به صورت فعال است و خروج آن، به صورت غیرفعال.

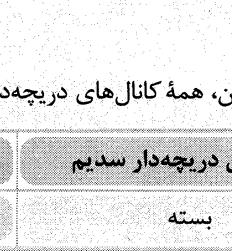
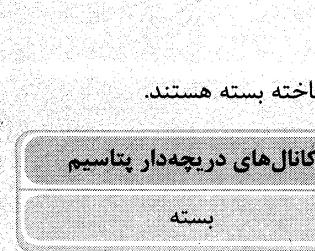
کانال‌های دریچه‌دار پتانسیم	کانال‌های دریچه‌دار سدیم	مقدار پتانسیل یاخته	پتانسیل آرامش
بسته	بسته	$-70$ میلیولت	



### □ شروع پتانسیل عمل: $-70 \rightarrow +30$ میلیولت

در پی تحریک یاخته عصبی، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز می‌شوند. در نتیجه، تعداد زیادی یون سدیم به طور ناگهانی وارد یاخته عصبی می‌شوند. ورود یون‌های سدیم به درون یاخته مثبت می‌شود که پتانسیل یاخته مثبت‌تر شود و پتانسیل یاخته از  $-70$  میلیولت به  $+30$  میلیولت برسرد. دقت داشته باشید که در این زمان، کانال‌های دریچه‌دار پتانسیمی هنوز بسته هستند.

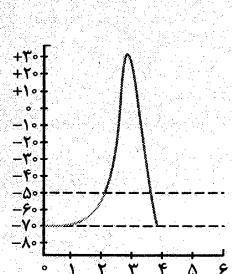
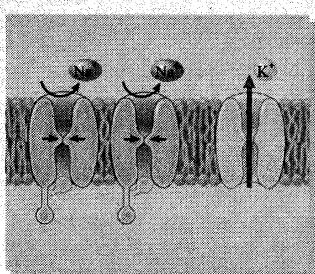
کانال‌های دریچه‌دار پتانسیم	کانال‌های دریچه‌دار سدیم	مقدار پتانسیل یاخته	شروع پتانسیل عمل
بسته	باز	$-70 \rightarrow +30$ میلیولت	



### □ قله پتانسیل عمل: $+30$ میلیولت

وقتی پتانسیل یاخته به  $+30$  میلیولت می‌رسد، کانال‌های سدیمی بسته می‌شوند. در این زمان، همه کانال‌های دریچه‌دار یاخته بسته هستند.

کانال‌های دریچه‌دار پتانسیم	کانال‌های دریچه‌دار سدیم	مقدار پتانسیل یاخته	قله پتانسیل عمل
بسته	بسته	$+30$ میلیولت	



### □ بازگشت به حالت آرامش: $+30 \rightarrow -70$ میلیولت

پس از بسته شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی، کانال‌های دریچه‌دار پتانسیمی باز می‌شوند. در این زمان، یون‌های پتانسیم از یاخته خارج می‌شوند و پتانسیل درون یاخته منفی تر می‌شوند. در نتیجه، پتانسیل یاخته دوباره منفی می‌شود و به حالت آرامش بر می‌گردد. دقت داشته باشید که در این زمان، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته هستند.

کانال‌های دریچه‌دار پتانسیم	کانال‌های دریچه‌دار سدیم	مقدار پتانسیل یاخته	بازگشت به حالت آرامش
باز	بسته	$+30 \rightarrow -70$ میلیولت	

