به نام خدایی که هست من است
گچ اکنون دوباره به دست من است

مرحله اول
المپیاد شیمی ایران
(۱۳۹۵ تا ۱۴۰۲)

گردآوری و تألیف:

مهدی قربانی فشتالی

رضا کریمی

پوریا ملکی

سرشناسه	:	قربانی، مهدی، ۱۳۷۵
عنوان و نام پدیدآور	:	مرحله اول المپیاد شیمی ایران (۱۳۹۵ تا ۱۴۰۲) / گردآوری و تالیف: مهدی قربانی‌فشتالی، رضا کریمی، پوریا ملکی؛ مدیر اجرایی بهزاد تقوی‌مطلق.
مشخصات نشر	:	تهران: انتشارات گچ، ۱۴۰۲.
مشخصات ظاهری	:	۲۱۳ ص. : مصور، جدول
شابک	:	۹۷۸ -۶۲۲ -۷۴۰۶ -۳۵ -۱
وضعیت فهرست نویسی	:	فیپای مختصر
شناسه افزوده	:	کریمی،رضا، ۱۳۷۶
شناسه افزوده	:	ملکی، پوریا، ۱۳۷۷
شماره کتابشناسی ملی	:	۹۵۵۴۶۰۹
اطلاعات رکورد کتابشناسی	:	فیپا

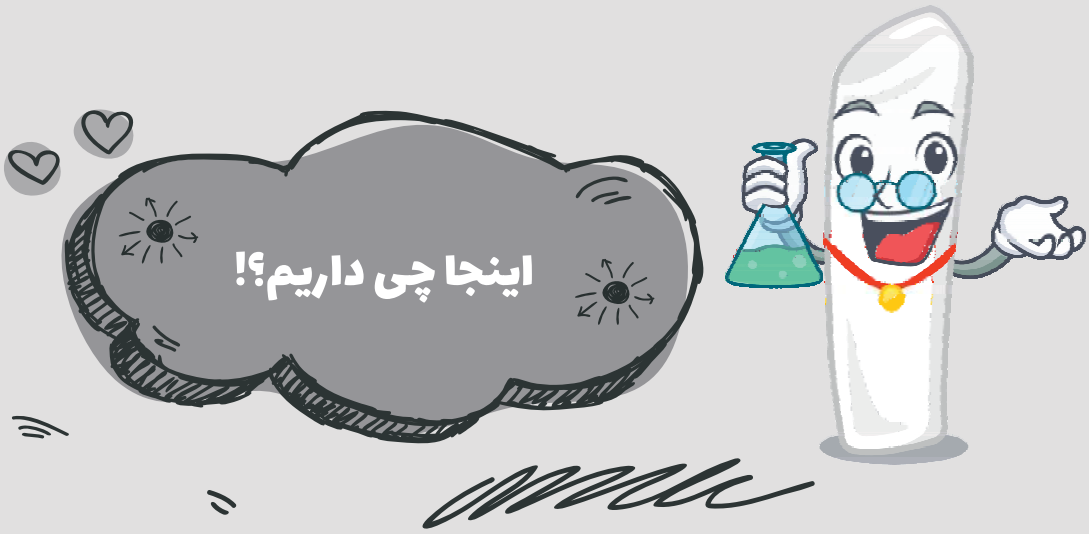
مرحله اول المپیاد شیمی ایران

(۱۳۹۵ تا ۱۴۰۲)

- مؤلفان: مهدی قربانی فشتالی- رضا کریمی- پوریا ملکی
- سرگروه تألیف: دکتر مرتضی خلینا
- مدیراجرایی: بهزاد تقوی مطلق
- نشر: انتشارات گچ
- حروف‌چینی و صفحه‌آرایی: فریده بحری‌نژاد
- رسم تصاویر: فریده بحری‌نژاد- حدیثه یوسفیان
- طراحی جلد: ماریا بحری‌نژاد
- نوبت و سال چاپ: اول- تابستان ۱۴۰۳
- شمارگان: ۱۲۰۰ نسخه
- قیمت: ۲۱۵۰۰۰ تومان
- شابک: ۹۷۸ -۶۲۲ -۷۴۰۶ -۳۵ -۱

email: info@irysc.com | www.irysc.com | ۰۲۱۹۱۰۹۶۳۲۰

کلیهٔ حقوق این اثر برای انتشارات گچ محفوظ است. انتشار، تکثیر و ذخیره‌سازی تمام یا بخشی از آن به هر صورت (چاپ، الکترونیکی و ...) با هر هدفی بدون مجوز کتبی از ناشر، غیرقانونی است و پیگرد دارد.



موضوع	سؤالش کجاست؟	جوابش کجاست؟
۱: دوره‌ی بیست و هفتم (۱۳۹۵)	۹	۱۹
۲: دوره‌ی بیست‌و هشتم (۱۳۹۶)	۳۳	۴۳
۳: دوره‌ی بیست‌و نهم (۱۳۹۷)	۵۹	۶۸
۴: دوره‌ی سی‌ام (۱۳۹۸)	۸۱	۹۳
۵: دوره‌ی سی و یکم (۱۳۹۹)	۱۱۱	۱۱۹
۶: دوره‌ی سی و دوم (۱۴۰۰)	۱۲۹	۱۳۹
۷: دوره‌ی سی و سوم (۱۴۰۱)	۱۵۳	۱۶۵
۸: دوره‌ی سی و چهارم (۱۴۰۲)	۱۵۳	۱۶۵

یک سالِ المپیادی از اولین قدم تا مدال جهانی با آیریسک

ترم اول صفر تا بی‌نهایت

در یک فصل (هشت تا ده هفته)، حدود نیمی از مطالب مورد نیاز برای شرکت در مرحله اول و دوم المپیاد مورد نظر آموزش داده می‌شود.

ماراتن‌های المپیادی

ماراتن‌های المپیاد به صورت مبحثی و جامع (آنلاین و حضوری) در سراسر ایران برگزار می‌شود تا دانش‌پژوهان با تفکر در ایده‌های جدید، نقاط قوت خود را بشناسند و نقاط ضعف را در یک رقابت پرنشاط و پرجایزه برطرف کنند.

ترم دوم صفر تا بی‌نهایت

در یک فصل (هشت تا ده هفته)، نیمی دیگر از مطالب مورد نیاز برای شرکت در مرحله اول و دوم المپیاد مورد نظر آموزش داده می‌شود و شما برای شرکت در هر دو آزمون آماده می‌شوید.

جمع‌بندی مرحله اول المپیاد

در بازه‌ی دو هفته مانده تا آزمون‌های مرحله اول، دوره‌های جمع‌بندی و حل سؤال برگزار می‌شود. این دوره برای دانش‌پژوهانی که مطالب ترم اول و دوم را مطالعه کرده‌اند، بسیار مفید است و فوت‌های آخر کوزه‌گری را توسط مدال‌آوران تازه‌نفس و با تجربه به ایشان می‌آموزد.

شبیه‌ساز المپیاد

آزمون‌های آزمایشی پر سابقه، با بزرگ‌ترین جامعه‌ی آماری کشور که همیشه پر از سؤالات جدید و ایده‌های ناب بوده است، شما را برای شرکت در آزمون‌های مرحله اول و دوم باشگاه دانش‌پژوهان جوان به طور کامل آماده می‌کند.

اردوهای مبحثی پیشرفته

بعضی از مباحث همیشه در سؤالات المپیاد جا خوش کرده‌اند و هر چه بر این مطالب مسلط‌تر باشید، موفقیت به شما نزدیک‌تر است برای این مطالب برنامه‌های ویژه داریم. در دوره‌های کوتاه‌مدت با موفق‌ترین المپیادی‌های ایران همراه باشید تا یک راه میانبرِ جدید پیدا کنید.

دوره برنز تا طلای کشوری

بعد از قبولی در مرحله‌ی دوم، همچنان نیاز به آموزش هست تا رنگ مدالِ شما بهترین رنگ ممکن باشد. در این دوره همراه بچه‌های مدال‌آورِ ایران هستیم تا مثل همیشه بچه‌های آیریسک خوش بدرخشند.

www.irysc.com

IRanian Young Scholars Club

سخن ناشر؛

بالاتر و بالاتر!

هزاران سال قبل از اینکه «تالس» به دنبال چیستی جهان باشد و «رازی» و «بیرونی» ساختار مواد را بررسی کنند، یون‌های فلزات واسطه گل‌ها و میوه‌ها را رنگ می‌کردند. انسان‌ها از منطق برخوردار بودند و هر کس می‌توانست، اثری تاریخی بر دیواره‌ی غارها حک می‌کرد. آب در چهار درجه‌ی سلسیوس بیشترین چگالی را داشت تا ماهی‌ها بتوانند خونسرد بمانند، اوزون از همه‌ی ما محافظت می‌کرد و خورشید سرچشمه‌ی تمام انرژی‌های زمین بود.

در این بین کسی بود که مراقب نوزادانِ به آب افتاده باشد، پشه‌ها را به سراغ «نمرودها» بفرستد و پاداش هر کار خوبی را حتی اگر به اندازه‌ی ذره‌ای زیر سنگ باشد محاسبه کند. تمام کیمیاگرانِ تاریخ بر این باور بودند که مهم‌ترین واکنشِ جهان، پیوستن به ابدیّت است که در نامساعدترین شرایط به شدت منظم و انرژی‌زا است. حالا شما فکر می‌کنید المپیاد، کنکور، مهندسی، پزشکی، تست و نکته و ... در این بین چه جایگاهی دارد؟

به نظرِ ما آیریسکی‌های گچی شده، اگر هدفی درست و حسابی برای اثرگذاری (حتی به اندازه‌ی نقطه‌ای) در تاریخِ جهان نداری، با کتاب و تست و مسابقه هم به جایی نمی‌رسی! امّا اگر هدف داری، براي رسیدن به آن باید دقیق و با برنامه پیش بروی. اینکه الآن بچه‌ی رياضي هستی، تجربی یا انسانی، وقتی اهمیّت دارد که برای بهترین بودن در این مقطع تلاش کنی وگرنه در هر رشته‌ای بیکار باشی، اسمش برایت بی‌فایده است. البته نه بهترین میان همه، فقط کافیه بهترینِ خودت باشی! تو تنها رقیبِ خودت هستی که اگر هر روز برنده شوی، ارزش زندگی را به خوبی درک کرده‌ای.

ابزارهای زیادی برای رقابتِ شخصی و برنده شدن در این مسیر وجود دارد. سال‌ها تجربه‌ی انسان‌ها، خطای ابزاری را نیز محاسبه کرده و اکنون به بهترین حالت در تاریخ رسیده‌ایم ولي هنوز رو به پیشرفت هستیم، حتماً در سال‌های آینده باز هم بهتر از الآن خواهیم شد. تجربه‌ی آیریسک در همراهی دانش‌پژوهان باعث شده بتوانیم نیازها را به خوبی درک کنیم و ما به تو نردبانِ المپیاد شیمی را هدیه می‌دهیم. این نردبان می‌تواند تو را از دیوارهای علم بالا ببرد، فقط خیلی حواست باشه اگر بالا رفتی بی‌حواس نباشی که هر چه بالاتر بروی سقوطِ محکم‌تری خواهی داشت.

و اما درباره‌ی این کتاب . .

اواخر قرن گذشته چند تا از بچه‌های پرانرژی المپیادِ شیمی رو جمع کردم که خیلی وقته کتابِ خوب تو بازار نیومده، حالا اینکه بچه‌های المپیادی دارن تنبل می‌شن، نباید المپیاد رو مثل کنکور کنیم، کاغذ گرون شده یا سودِ نوشتن کتاب المپیاد چندصدمِ کلاس رفتن نیست، دلیل نمیشه آخرین مجموعه‌ای که از سؤالات خوب نوشته شده برای ده-پونزده سال پیش باشه. بجنبید که باید دوباره تکونی به مغز بچه‌ها بدیم و قرار نیست تا ابد همون سؤالات تکراری دهه هشتاد قرن پیش رو حل کنن.

یادش به خیر! نوروز سال ۸۶ بود که شش روزه سؤالات مرحله اول المپیاد شیمی رو جمع کردم و جواب دادم و براشون درسنامه نوشتم. کتاب کوچولویی شد، اما بین بچه‌ها خیلی طرفدار پیدا کرد. تا سال ۹۲ به چاپ سیزدهم رسید و پر طرفدارترین کتاب المپیادی بین تمام رشته‌ها بود. هر سال برای به‌روزرسانی‌اش به بچه‌های جدید اعتماد کردم و کم‌اشتباه‌ترین کتاب موجود شده بود. حالا که بچه‌های نوجوانِ اون دوران، خودشون معلّم باتجربه خیلی باسوادتری شدن، من هم بیشتر کار رو به خودشون سپردم که یک کار تمیز بیرون بیاد. حاصل کار همین کتابی شد که دست شماست و سؤالات مرحله اول المپیاد شیمی رو جواب داده. هم به صورت شبیه‌ساز و هم به صورت طبقه‌بندی شده می‌تونید ازش استفاده کنید.

نکنه تو این گرونی، بخرید و بگذارید یک گوشه که مثل ده‌ها کتاب دیگه از رنگ جلدش لذت ببرید. فکر کنید خودتون برای تهیه‌ی پولش کار کردید و قدرش رو بدونید. کتابِ تمرین شما باید بارها استفاده بشه و آخرش کاغذهای پوسیده‌ی کتاب التماستون کنن که باباجان بی‌خیال! جدّ این کتاب مدتی هم بازیگر مطرحی شده بود و غیر از رضا عطاران که به عنوان منبع المپیاد معرفی‌اش کرد، هزاران بار در سینما و تلویزیون (هر عیدی که پیش می‌اومد) پگاه آهنگرانی و رفقاش اون رو مچاله کردن و تو سرو کله‌ی هم زدن! شما هم تهِ کتاب رو در بیارید و همه‌جوره ازش کار بکشید و خسته‌اش کنید.

اگر در این بین مشکلی دیدید و جایی‌اش غلط بود، زود و حتماً به ما بگید که در صفحه‌ی اختصاصی کتاب در سایت آیریسک به بقیه خبر بدیم (معلومه که به اسم خودتون) و بقیه هم شما رو دعا کنن که مدالتون خوشرنگ باشه و مثل همیشه بهتون "خوش بگذره".

ایمیل آیریسک: info@irysc.com

«دوست‌دارِ شما، مرتضي خلينا»

مقدمه مؤلفان؛

ما آن‌چه که پی در پی انجام می‌دهیم هستیم. پس برتری ما ناشی از یک عمل تنها نیست، بلکه پیامد یک عادت است.

هیچ‌کس انتظار ندارد بدون آن‌که خیس شود شنا کردن را بیاموزد. همان‌طور که با خواندن کتاب و تماشای شنا کردن دیگران، آموختن آن انتظار نمی‌رود؛ شنا کردن را نمی‌توان بدون تمرین آموخت. هیچ راه چاره‌ای جز این‌که خود را به داخل آب بیندازید و هفته‌ها یا ماه‌ها آموزش ببینید وجود ندارد تا بالاخره شنا کردنتان روان شود.

به همین ترتیب، شیمی را نمی‌توان به صورت منفعل یاد گرفت. بدون برخورد با مسائل چالش‌برانگیز گوناگون دانش‌آموز راهی برای آزمودن فهم خود از یک موضوع را ندارد. این‌جاست که به دانش‌آموز احساس رضایت و تسلط ناشی از فهم هوشمندانه‌ی اصول پایه‌ای دست می‌دهد. توانایی حل مسئله بهترین تأیید برای داشتن مهارت در موضوع است. همانند شنا کردن، هر چه بیشتر مسئله حل کنید، بر مهارت شما در حل مسئله و ظرافت‌های موجود در آن افزوده می‌شود.

برای بهره‌گیری کامل از سؤال‌ها به سرعت به سراغ پاسخ آن نروید اگر بار اول تلاش کردید و نتوانستید حل کنید دوباره سعی کنید! اگر مسأله را خودتان حل می‌کنید، باز هم حل خود را باید با حل کتاب مقایسه کنید. شاید راه‌حل کوتاه‌تر یا دقیق‌تری پیدا کنید.

«من لم یشکر المخلوق لم یشکر الخالق»

سپاسگزاریم از:

جناب آقای دکتر خلینا که به ما اعتماد کردند و فرصت نوشتن این مجموعه را به ما دادند.

مجموعه‌ی زحمت‌کش و پر تلاش آیریسک.

اساتید مهربان و دلسوز دبیرستان علامه‌حلی تهران که چون خورشید، سرزمین دل را روشنی بخشیدند و گلشنِ سرای علم و دانش را با راهنمایی‌های کارساز و سازنده بارور ساختند.

این مجموعه را به پدر و مادر عزیزمان تقدیم می‌کنیم آنان که ناتوان شدند تا ما به توانایی برسیم موهایشان سپید شد تا ما رو سپید شویم و عاشقانه سوختند تا گرمابخش وجود ما و روشنگر راهمان باشند.

«والسلام علی من ابتع الهدی»

رضا کریمی

۱

دورهٔ بیست‌وهفتم

(۱۳۹۵)

۱-۱ بخش سؤالات

۱ چه تعداد از گونه‌های زیر می‌توانند مسطح باشند؟

$ClOF_2^+$ XeO_3 C_3F_4 C_2F_4 CO_3^{2-} XeF_4 SO_3^{2-} CH_2NH

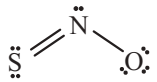
۱) ۴ ۲) ۷ ۳) ۶ ۴) ۵

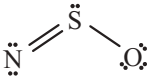
۲ در کدام سه گونه زاویهٔ پیوند ۱۸۰ درجه وجود دارد؟

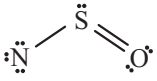
۱) XeF_2, I_3^+, ICl_2^- ۲) $SnCl_2, N_2O, H_5IO_6$

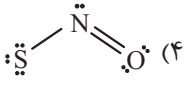
۳) HCN, CO_2, S_2O ۴) $ZnCl_2, C(CO)_2, C_2(BF_2)_2$

۳ بهترین ساختار و فرم رزونانسی برای یون SNO^- کدام است؟

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۴ کدام ترتیب زاویهٔ پیوند نادرست است؟

۱) $Cl-X-Cl$ $PCl_3 > AsCl_3 > SbCl_3$

۲) $X-S-X$ $SOBr_2 > SOCl_2 > SOF_2$

۳) $O-Br-O$ $BrO_4^- > BrO_3^- > BrO_2^-$

۴) $O-N-O$ $NO_3^- > NO_2 > NO_2^-$

۵ با توجه به اطلاعات جدول زیر، مرتبهٔ واکنش نسبت به A و B در واکنش موازنه شدهٔ $A+B \rightarrow C$ به ترتیب کدام است؟ (غلظت‌ها برحسب مول بر لیتر و زمان، Δt، برحسب دقیقه است)

شماره آزمایش	غلظت‌های اولیه		زمان انجام آزمایش	غلظت پایانی
	$[B]_\circ$	$[A]_\circ$	Δt	$[A]$
۱	۱٫۰	۰٫۱۰۰۰	۰٫۵۰	۰٫۰۹۷۵
۲	۲٫۰	۰٫۱۰۰۰	۰٫۵۰	۰٫۰۹۰۰
۳	۱٫۰	۰٫۰۵۰۰	۲٫۰۰	۰٫۰۴۵۰

۱) ۱ و ۲ ۲) ۲ و صفر ۳) ۱ و صفر ۴) ۲ و ۱

۶ در واکنش اکسایش- کاهش زیر، شمار الکترون‌های جابه‌جا شده (پس از موازنهٔ واکنش) کدام است؟

$$Fe(CN)_6^{3-} + Cr_2O_7^{2-} + H^+ \rightarrow Fe^{3+} + CO_2 + NO_3^- + Cr^{3+} + H_2O$$

۱) ۴۸ ۲) ۶۰ ۳) ۳۰ ۴) ۸۴

۷ در واکنش گازی فرضی $3X + 2Y \rightarrow Z$ قانون سرعت از رابطهٔ $R = k[X]^n[Y]$ تبعیت می‌کند. اگر آزمایشی با ۱۰ مول از هر یک از واکنش‌دهنده‌ها در یک ظرف ۱۰ لیتری آغاز شود، در لحظه‌ای که غلظت X با نصف غلظت Y برابر است، سرعت واکنش ۰٫۲۵ برابر سرعت واکنش در لحظهٔ آغاز واکنش می‌شود. n کدام است؟

۱) ۰٫۲۵ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۰٫۵

۸ واکنش کلی یک سلول الکتروشیمیایی به‌صورت $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$ می‌باشد، کدام گزینه نادرست است؟

۱) در اثر افزایش HNO_3 به محلول پای آند، ولتاژ سلول کاهش می‌یابد.

۲) نیم واکنش کاتدی سلول عبارت است از: $O_2 + 4H^+ + 4e \rightleftharpoons 2H_2O$

۳) در اثر افزایش NaOH به محلول پای کاتد، ولتاژ سلول افزایش می‌یابد.

۴) نیم واکنش آندی سلول عبارت است از: $4OH^- \rightleftharpoons O_2 + 4e + 2H_2O$

۹ مخلوطی از منیزیم سولفات بی‌آب و نمک خوراکی دارای جرمی معادل ۲۰ گرم می‌باشد. پس از جذب آب توسط منیزیم سولفات و تشکیل منیزیم سولفات ۷ آبه، جرم این مخلوط به ۳۲٫۶ گرم می‌رسد. درصد جرمی نمک طعام در این مخلوط چقدر است؟

$(H = 1 , Cl = 35/5 , Na = 23, O = 16, S = 32 , Mg = 24)$

۱) ۲۸ ۲) ۴۰ ۳) ۶۰ ۴) ۶۴

۱۰ در کدام گزینه، عدد اکسایش کلر در دو ترکیب بیشترین تفاوت را دارد؟

۱) $Cu(ClO_2)_2 , PCl_3$ ۲) $S_2Cl_2 , Fe(ClO_4)_3$

۳) ClO_3^- , Cl_2O_7 ۴) $KCl, HClO_3$

۱۱ در چه تعداد از گونه‌های زیر هیبرید رزونانسی وجود دارد؟

$CO_3^{2-} , H_3CCHO , C_6H_6 , C_2H_4 , Cl_2O, SO_2 , SO_3 , O_3$

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۶

۱۲ چه تعداد از مولکول‌های زیر قطبی هستند؟

$P_4 , OCl_2 , SF_4 , ClF_3 , SO_2Cl_2 , CH_2Cl_2 , PCl_3 , CS_2$

۱) ۷ ۲) ۶ ۳) ۵ ۴) ۴

۱۳ کدام روند در رابطه با انرژی شبکهٔ بلور نادرست است؟

۱) $Cr_2O_3 > CaCl_2 > K_2S$ ۲) $MgO > Na_2O > MgF_2$

۳) $Al_2O_3 > AlF_3 > NaF$ ۴) $Fe_2O_3 > FeO > FeCl_2$

۱۴ pH محلول ۰٫۰۵ مولار CH_3COOH با pH محلول 10^{-3} مولار HCl در شرایط یکسان برابر است. K_a استیک اسید کدام است؟

۱) 5×10^{-5} ۲) $1/8\times10^{-5}$

۳) 2×10^{-5} ۴) 5×10^{-6}

۱۵ اگر بدانیم pH محلولی از استیک اسید با درصد تفکیک یونی ۱٫۲، یک واحد بزرگتر از pH محلول هیدروفلوئوریک اسید با درصد تفکیک یونی ۲٫۴ است. نسبت غلظت اولیهٔ استیک اسید به هیدروفلوئوریک اسید کدام است؟

۱) ۵ ۲) ۲۰ ۳) ۰٫۲ ۴) ۰٫۰۵

۱۶ چهار لیتر از محلول یک اسید ضعیف HA با $pH = 4$ را با ۱ لیتر از محلول دیگری از همان اسید با $pH = 3/5$ مخلوط می‌کنیم. pH محلول جدید کدام است؟ (فرض کنید همواره $[A^-]$ خیلی کمتر از $[HA]$ است)

۱) ۳٫۶۸ ۲) ۳٫۷۸ ۳) ۳٫۹۰ ۴) ۳٫۶۰

۱۷ در شرایط آزمایش، ۱۰۰ mL از محلول ۰٫۲ مولار اسید HA با چند میلی‌لیتر از محلول NH_3 با $pH = 11/3$ و درصد تفکیک یونی ۰٫۵ به‌صورت کامل واکنش می‌دهد؟

۱) ۵۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۱۵۰

۱۸ اگر درصد جرمی X در اکسیدی از آن، با فرمول تجربی XO، برابر با ۸۴٫۶ باشد، درصد جرمی آن در اکسید XO_2 کدام است؟ $(O = 16)$

۱) ۲۶٫۷ ۲) ۷۳٫۳ ۳) ۶۹٫۲ ۴) ۶۰

۱۹ ثابت تعادل غلظتی واکنش زیر در شرایط مناسب ۰٫۰۱ است. اگر ۱۰۰ گرم کلسیم کربنات در یک ظرف دربستهٔ ۱۰ لیتری در همان شرایط قرار داده شود، پس از برقراری تعادل، تنها کلسیم کربنات از جامد باقی‌مانده جدا شده و در ۱۰ لیتر محلول آبی ۱ مولار HCl حل می شود. پس از تبخیر کامل، نمک جامد کلسیم کلرید باقی می‌ماند. جرم نمک کلسیم کلرید خشک چقدر خواهد بود؟

$$CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$$

۱) ۱۱۱ گرم

۲) ۱۰۰ گرم

۳) واکنش تجزیهٔ کلسیم کربنات کامل خواهد بود، لذا کربناتی برای واکنش با HCl باقی نخواهد ماند.

۴) با توجه به نداشتن مقدار تعادلی کلسیم اکسید و کلسیم کربنات نمی‌توان راجع به این موضوع اظهارنظر کرد.

۲۰ دو نمونهٔ ناخالص یکی از سدیم کلرات و دیگری از کلسیم کلرات با جرم‌های برابر، بر اثر تجزیهٔ حرارتی به میزان برابر گاز تولید می‌کنند. نسبت درصد خلوص سدیم کلرات به کلسیم کلرات کدام است؟ $(O=16 , Ca=40 , Cl=35/5 , Na=23)$

۱) ۱/۰۳ ۲) ۰/۹۷ ۳) ۱/۱۵ ۴) ۰/۸۷

۲۱ مجموع ضرایب استوکیومتری واکنش زیر پس از موازنه کدام است؟

$$N_2O_4 + KI \rightarrow KNO_3 + NO + I_2$$

۱) ۱۶ ۲) ۶ ۳) ۱۳ ۴) ۹

۲۲ برای تهیه ۲۵۰ میلی‌لیتر محلول ppm ۱۰۰ از Ca^{2+} چند میلی‌لیتر محلول ۰/۱۰ مولار $CaCl_2$ لازم است؟ $(Cl=35/5 , Ca=40)$

۱) ۶/۲۵ ۲) ۲/۲۵ ۳) ۲۵/۰ ۴) ۱۷/۳

۲۳ در واکنش تهیه صنعتی گاز HCN، اگر ۴۰۰۰ کیلوگرم از هر یک از گازهای CH_4، O_2 و NH_3 در ابتدای واکنش داشته باشیم، حداکثر چند کیلوگرم گاز HCN تولید می‌شود؟

$(C=12 , H=1 , O=16 , N=14)$

$$2NH_3(g)+3O_2(g)+2CH_4(g) \rightarrow 2HCN(g)+6H_2O(g)$$

۱) ۷۵۰ ۲) ۶۷۵۰ ۳) ۲۲۵۰ ۴) ۳۳۷۵

۲۴ از سوختن کامل ۱/۲۰۰ گرم از مخلوطی که فقط حاوی دو ترکیب $C_{24}H_{30}N_4O$ و $C_{12}H_{22}O_{11}$ می‌باشد، ۲/۳۵۷ گرم گاز CO_2 تشکیل می‌شود. درصد جرمی $C_{24}H_{30}N_4O$ در این مخلوط چقدر است؟

۱) ۳۳ ۲) ۶۷ ۳) ۴۲ ۴) ۵۸

۲۵ مولاریتهٔ محلولی با چگالی $1/04\ g/mL$ که از حل شدن $12/0$ گرم قند $C_{12}H_{22}O_{11}$ در $100/0$ گرم آب به‌دست آمده، کدام است؟

۱) $0/326$ ۲) $0/313$ ۳) $0/301$ ۴) $0/339$

۲۶ با توجه به ثابت‌های تعادل زیر، به ازای کدام مقدار pH، غلظت H_3PO_4 با غلظت HPO_4^{2-} برابر است؟

$$H_3PO_4 \rightleftharpoons H^+ + H_2PO_4^- \qquad K_{a,1} = 10^{-2/1}$$

$$H_2PO_4^- \rightleftharpoons H^+ + HPO_4^{2-} \qquad K_{a,2} = 10^{-7/2}$$

۱) $7/00$ ۲) $3/90$ ۳) $5/70$ ۴) $4/65$

۲۷ در واکنش تعادلی زیر در دمای $25\,^\circ C$، اگر $\left[HCO_3^-\right] = 2/8 \times 10^{-1}\ mol/L$ باشد، حاصلضرب $[OH^-][CO_2]$ در تعادل برحسب $(mol/L)^2$ کدام است؟

$(k_1 = 1/4 \times 10^4\ L\ mol^{-1}s^{-1}\ ,\ k_{-1} = 1 \times 10^{-4}\ s^{-1})$

$$OH^-(aq) + CO_2(aq) \underset{k_{-1}}{\overset{k_1}{\rightleftharpoons}} HCO_3^-(aq)$$

۱) 2×10^{-8} ۲) 2×10^{-9}
۳) 1×10^{-9} ۴) 1×10^{-7}

۲۸ آنتالپی تشکیل استاندارد، ΔH_f°، هیدرازین گازی، با توجه به معلومات داده شده، چند کیلوژول بر مول است؟

$$N_2H_4(g) \rightarrow 2N(g) + 4H(g) \quad : \quad \Delta H_T^\circ = +1715\ kJ$$

$$N_2(g) \rightarrow 2N(g) \quad : \quad \Delta H_T^\circ = +964\ kJ$$

$$H_2(g) \rightarrow 2H(g) \quad : \quad \Delta H_T^\circ = +436\ kJ$$

۱) $+315$ ۲) $+121$ ۳) -315 ۴) -121

۲۹ فرض کنید جریانی شامل مخلوط $A(g)$ و $B(g)$ با درصد مولی مناسب و دمای T از یک سو و $C(g)$ به میزان لازم و با همان دمای T وارد یک واکنش‌گاه با همان دمای T شود و دو واکنش

به شرح زیر به‌طور همزمان در واکنش‌گاه انجام شود:

$$A(g) + C(g) \rightarrow CA(g) \quad : \quad \Delta H^\circ_T = -۸۴۰۰۰\ J$$

$$B(g) + C(g) \rightarrow CB(g) \quad : \quad \Delta H^\circ_T = -۲۱۰۰۰\ J$$

نسبت مولی A به B در جریان ورودی به واکنش‌گاه چند باشد تا با ادامهٔ انجام دو واکنش در واکنش‌گاه، دمای آن، T، ثابت و بدون تغییر بماند؟ C فقط به میزان لازم طبق معادلهٔ شیمیایی داده شده وارد واکنش‌گاه می‌شود.

۱) ۴ ۲) ۰/۵۰ ۳) ۲ ۴) ۰/۲۵

۳۰ در واکنش $C_۲H_۲(g) + HCN(g) \rightarrow CH_۲CHCN(l)$ با توجه به معلومات داده شده، مقدار ΔH° برحسب کیلوژول در دمای یکسان کدام است؟

$$۲CH_۲CHCN(l) + ۱۰\,O_۲(g) \rightarrow ۶CO_۲(g) + ۳H_۲O(l) + N_۲(g) \quad : \quad \Delta H^\circ_T = -۳۵۲۲\ kJ$$

گونهٔ شیمیایی	$H_۲O(l)$	$CO_۲(g)$	$HCN(g)$	$C_۲H_۲(g)$
$\Delta H^\circ_f\ (kJ \cdot mol^{-۱})$	−۲۸۶	−۳۹۴	+۱۳۰	+۲۲۷

۱) −۵۰۷ ۲) −۴۱۴ ۳) −۲۰۷ ۴) −۵۷

۳۱ مخلوطی از $He(g)$ و $O_۳(g)$ به نسبت مولی ۲۰ به ۱ با دمای اولیهٔ صفر درجه سلسیوس را در یک ظرف آدیاباتیک (بی در رو) در مجاورت یک کاتالیزگر قرار می‌دهیم تا $O_۳$ به طور کامل به $O_۲$ تجزیه شود. دمای اولیهٔ داخل ظرف آدیاباتیک و کاتالیزگر صفر درجه سلسیوس است. هرگاه دمای نهایی مخلوط داخل ظرف پس از کامل شدن فرایند تجزیهٔ $O_۳$ در فشار ثابت برابر با $۳۱۰^\circ C$ شود، آن‌گاه ΔH_f اوزون در شرایط داده شده بر حسب کیلوژول بر مول کدام است؟ (فرض شود که ظرف آدیاباتیک و کاتالیزگر در فرایند گرم شدن سهیم نمی‌شوند و میانگین گرمای ویژهٔ اکسیژن و هلیم به ترتیب ۰/۹۴ و $۵/۲\ J\ g^{-۱}\ ^\circ C^{-۱}$ باشد، $O = ۱۶$ ، $He = ۴$)

۱) ۲۰۷/۴ ۲) ۱۲۵/۵ ۳) ۳۱۰/۸ ۴) ۱۴۲/۹

۳۲ n مول $AB(g)$ را در یک ظرف به حجم ثابت ۲ لیتر و دمای ثابت T وارد می‌کنیم تا تعادل مقابل در آن برقرار شود:

$$AB(g) \rightleftharpoons A(g) + B(g)$$

اگر این واکنش پس از ۸۰ درصد پیشرفت به تعادل ترمودینامیکی برسد، ثابت تعادل غلظتی آن کدام است؟

۱) $1/6\ n$ ۲) $3/2\ n$ ۳) $1/6$ ۴) $3/2$

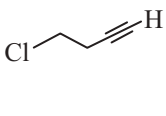
۳۳ در تعادل:

$$A(aq) + B(aq) \rightleftharpoons C(aq) + D(aq)$$

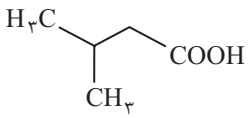
فرض کنید غلظت‌های تعادلی در دمای ثابت T به صورت $[C] = [D] = 4[A] = 4[B]$ باشد. با توجه به آن، هرگاه از A و B از خارج طوری به محیط تعادل در دمای ثابت T اضافه نماییم که غلظت هر یک به اندازه ۱۰ درصد افزایش یابد، آن‌گاه در تعادل جدید چند درصد بر غلظت هر یک از C و D نسبت به غلظت‌های آن‌ها در تعادل اولیه افزوده خواهد شد؟

۱) ۸ ۲) ۱ ۳) ۴ ۴) ۲

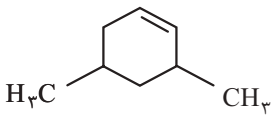
۳۴ نام کدام ترکیب نادرست است؟



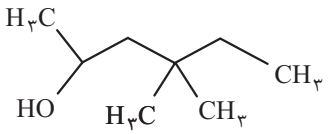
A



B



C



D

۱) A 4-chlorobut-1-yne

۲) B 3-methylbutanoic acid

۳) C 1,3-dimethylcyclohex-4-ene

۴) D 4,4-dimethylhexan-۲-ol

۳۵ برای ترکیبی با فرمول بستهٔ C_6H_{10}، چه تعداد ایزومر ساختاری شاخه‌دار با پیوند سه‌گانه می‌توان رسم کرد؟

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

۳۶ چه تعداد از موارد زیر در صورت اجرا شدن در راستای شیمی سبز است؟

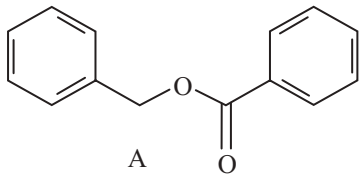
الف. انجام واکنش‌ها به‌صورتی‌که محصولات شیمیایی ناخواستهٔ کمتری داشته باشند.

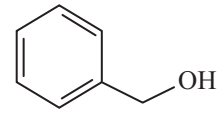
ب. انجام واکنش‌هایی شیمیایی بدون حضور حلال‌های آلی خطرناک

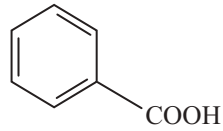
ج. انتقال کارخانه‌های تولید CFC به مکان‌هایی که مردم سکونت ندارند.

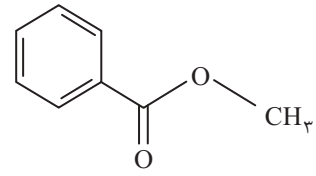
۱) ۲ ۲) ۱ ۳) ۳ ۴) هیچ‌کدام

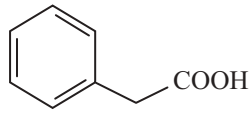
۳۷ اگر برای تهیهٔ استر A فقط یک مادهٔ آلی و واکنشگرهای اکسندهٔ مناسب در اختیار داشته باشید، کدام ترکیب آلی زیر را انتخاب می‌کنید؟



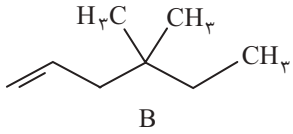
۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۳۸ از واکنش آلکن B با HBr، در شرایط مناسب، ترکیبی با فرمول بستهٔ $C_8H_{17}Br$ به‌دست می‌آید. محصول واکنش کدام است؟



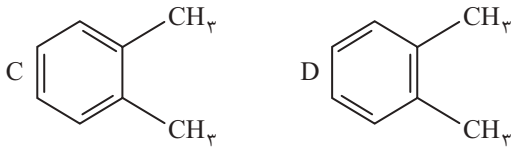
۱) ۵- برومو- ۳، ۳- دی‌متیل هگزان

۲) ۳- برومو- ۴، ۴- دی‌متیل هگزان

۳) ۲- برومو- ۴، ۴- دی‌متیل هگزان

۴) ۶- برومو- ۳، ۳- دی‌متیل هگزان

۳۹ کدام گزینه درست است؟



۱) C و D نسبت به هم ایزومر ساختاری هستند.

۲) دو ترکیب متفاوت به‌صورت C و D وجود ندارد.

۳) C و D با هم در تعادلند و ثابت تعادل در هر دمایی برابر یک است.

۴) C و D با هم در تعادلند و در اثر حرارت تعادل به سمت D جابه‌جا می‌شود.

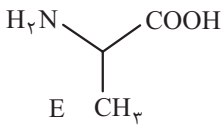
۴۰ حلالیت کدام ترکیب در آب بیشتر است؟

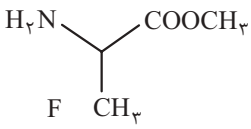
۱) H

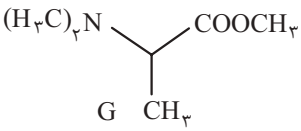
۲) G

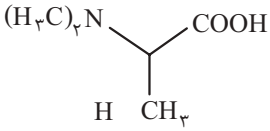
۳) F

۴) E



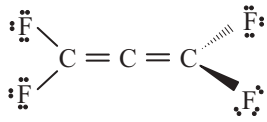




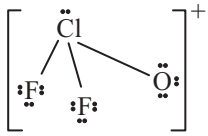


۱-۲ بخش پاسخ

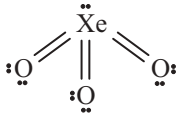
۱- گزینهٔ ۱



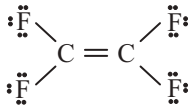
ترکیبات آلِنی (دو پیوند دوگانهٔ متصل به هم) مسطح نیستند.



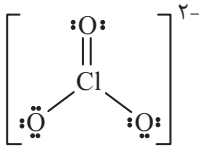
AB_2E
هرمی



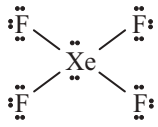
AB_3E
هرمی



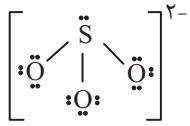
هر دو کربن، وضعیت AB_3 دارند و در نتیجه مسطح می‌باشند.



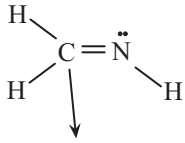
AB_3
مسطح مثلثی



AB_4E_2
مسطح مربعی



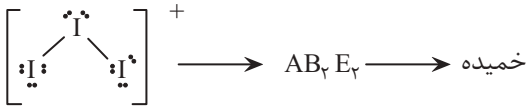
AB_3E
هرم مثلثی



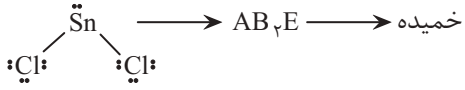
AB_3
مسطح مثلثی

۲- گزینهٔ ۴

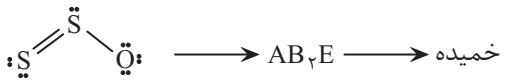
بررسی گزینهٔ ۱: I_3^+ خطی نیست.



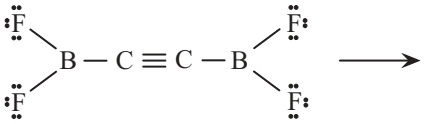
بررسی گزینهٔ ۲: $SnCl_2$ خطی نیست.



بررسی گزینهٔ ۳: S_2O خطی نیست؛ زیرا:



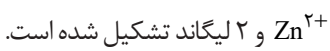
بررسی گزینهٔ ۴:



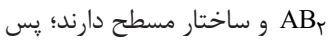
هر دو اتم کربن، آرایش AB_2 داشته و مسطحند.

هر دو اتم B، آرایش AB_3 داشته و مسطحند.

بنابراین کل مولکول مسطح است.



این ترکیب، یک کمپلکس است که از Zn^{2+} و ۲ لیگاند تشکیل شده است.



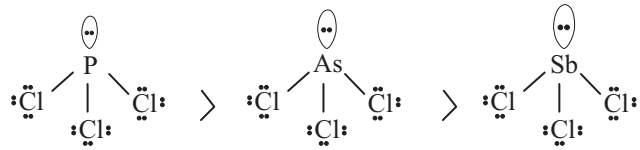
همهٔ اتم‌های کربن، آرایش AB_2 و ساختار مسطح دارند؛ پس کل مولکول، مسطح است.

۳- گزینهٔ ۱ گزینه‌های ۲ و ۳ اصلاً فرم رزونانسی به حساب نمی‌آیند؛ زیرا به جای ترتیب SNO، ترتیب NSO دارند. پس بار قراردادی را برای گزینه‌های (۱) و (۴) مشخص می‌کنیم.

(II) (I)

از بین ساختارهای (I) و (II)، ساختار (I) بهتر است؛ زیرا در آن بار منفی به عنصر الکترونگاتیوتر (O) نسبت داده شده است.

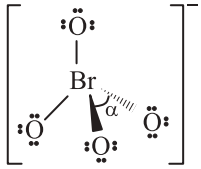
۴- گزینهٔ ۴ بررسی گزینهٔ ۱:



به دلیل حجیم‌تر بودن جفت الکترون‌های ناپیوندی، ترتیب زاویهٔ پیوند به صورت بالا است.

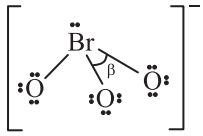
بررسی گزینهٔ ۲: به دلیل ترتیب الکترونگاتیویتهٔ $Br < Cl < F$، این گزینه درست است؛ زیرا با افزایش الکترونگاتیویتهٔ هالوژن متصل به S، ابر الکترونی کمتری در اطراف S یافت می‌شود و در نتیجه زاویهٔ پیوندی $X-S-X$ کاهش می‌یابد.

بررسی گزینهٔ ۳:



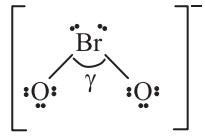
AB_4 - چهار وجهی منتظم

$\alpha = 109.5^\circ$



AB_3E - هرمی

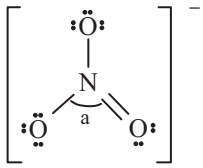
$\beta < 109.5^\circ$



AB_2E_2 - خمیده

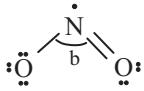
$\gamma < \beta < 109.5^\circ$

بررسی گزینهٔ ۴:

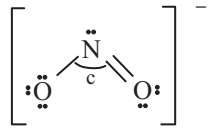


AB_3 - مسطح مثلثی

(به دلیل رزونانس) $a = 120^\circ$



$b \approx 134^\circ$



AB_2E - خمیده

$c < 109.5^\circ$

۵- گزینهٔ ۱ فرض کنیم معادلهٔ سرعت واکنش به صورت مقابل باشد: $R = k[A]^a[B]^b$

شمارهٔ آزمایش		$[A]_\circ$	$[B]_\circ$
۱	$\overline{R}_1 = \frac{[A]_\circ - [A]}{\Delta t} = \frac{0.1 - 0.0975}{0.5} = 5 \times 10^{-3}$	۰٫۱	۱
۲	$\overline{R}_2 = \frac{0.1 - 0.09}{0.5} = 0.02$	۰٫۱	۲
۳	$\overline{R}_3 = \frac{0.05 - 0.045}{2} = 2.5 \times 10^{-3}$	۰٫۰۵	۱

$$\frac{\overline{R}_1}{\overline{R}_2} = \frac{5 \times 10^{-3}}{0.02} = (\frac{1}{2})^b \Rightarrow b = 2$$

$$\frac{\overline{R}_1}{\overline{R}_3} = \frac{5 \times 10^{-3}}{2.5 \times 10^{-3}} = (\frac{0.1}{0.05})^a \Rightarrow a = 1$$

۶- گزینهٔ ۲

$$+\begin{cases} ۱\,Fe(CN)_۶^{۳-} + ۳۰\,H_۲O \rightarrow ۶CO_۲ + ۱\,Fe^{۳+} + ۶\,NO_۳^- + ۶۰\,H^+ + ۶۰\,e^- \\ (Cr_۲O_۷^{۲-} + ۱۴\,H^+ + ۶e^- \rightarrow ۲Cr^{۳+} + ۷H_۲O) \times ۱۰ \end{cases}$$

$$Fe(CN)_۶^{۳-} + ۱۰\,Cr_۲O_۷^{۲-} + ۸۰H^+ \rightarrow ۶CO_۲ + Fe^{۳+} + ۶NO_۳^- + ۲۰\,Cr^{۳+} + ۴۰\,H_۲O$$

۷- گزینهٔ ۴ غلظت گونه‌ها را در ابتدا و انتهای واکنش به دست می‌آوریم:

$۳X$	$+$	$۲Y$	$\rightarrow$	Z	
۰		۱		۱	ابتدا
x		$۱-۲x$		$۱-۳x$	انتها

$$[X] = \frac{۱}{۲}[Y]$$

$$۱-۳x = \frac{۱}{۲}(۱-۲x) \Rightarrow x = ۰/۲۵$$

$$[X]_{\text{انتها}} = ۰/۲۵ \quad \text{و} \quad [Y]_{\text{انتها}} = ۰/۵$$

$$\frac{R_{\text{انتها}}}{R_{\text{ابتدا}}} = \left(\frac{[X]_{\text{انتها}}}{[X]_{\text{ابتدا}}}\right)^n \times \left(\frac{[Y]_{\text{انتها}}}{[Y]_{\text{ابتدا}}}\right) = \left(\frac{۱}{۰/۲۵}\right)^n \times \left(\frac{۱}{۰/۵}\right) = \frac{۱}{۰/۲۵} \Rightarrow n = ۰/۵$$

۸- گزینهٔ ۳

$$H^+ + OH^- \rightarrow H_۲O \qquad E_{cell} = E_{\text{کاتد}} - E_{\text{آند}}$$

نیم واکنش آندی : $۴OH^- \rightleftharpoons ۲H_۲O + O_۲ + ۴e^-$

$$E_{\text{آند}} = E_۱^\circ + \frac{RT}{۴F}\ln\frac{PO_۲}{[OH^-]^۴} \qquad (I)$$

نیم واکنش کاتدی : $۴H^+ + O_۲ + ۴e^- \rightleftharpoons ۲H_۲O$

$$E_{\text{آند}} = E_۲^\circ + \frac{RT}{۴F}\ln([OH^-]^۴ \times PO_۲) \qquad (II)$$

بررسی گزینهٔ ۱: بر اثر افزودن اسید قوی، $[OH^-]$ کاهش می‌یابد و طبق رابطهٔ اول، $E_{\text{آند}}$ افزایش می‌یابد. در نتیجه E_{cell} کاهش می‌یابد.

بررسی گزینهٔ ۳: در اثر افزودن باز قوی، $[H^+]$ کاهش می‌یابد و طبق رابطهٔ دوم، $E_{\text{کاتد}}$ کاهش می‌یابد. بنابراین E_{cell} نیز کاهش خواهد یافت.

۹- گزینهٔ ۲ فرض کنید x گرم $MgSO_4$ و y گرم NaCl داشته باشیم:

$$x + y = ۲۰$$

جرم آب افزوده شده : $۳۲/۶ - ۲۰ = ۱۲/۶\ g\ H_۲O$

$$۱۲/۶\ g\ H_۲O \times \frac{۱\ mol\ H_۲O}{۱۸\ g\ H_۲O} \times \frac{۱\ mol\ MgSO_۴}{۷\ mol\ H_۲O} \times \frac{۱۲۰\ g\ MgSO_۴}{۱\ mol\ MgSO_۴} = ۱۲\ g\ MgSO_۴$$

$$\Rightarrow x = ۱۲\ ,\ y = ۸ \quad \Rightarrow \quad ٪NaCl = \frac{۸}{۲۰} \times ٪۱۰۰ = ٪۴۰$$

۱۰- گزینهٔ ۱

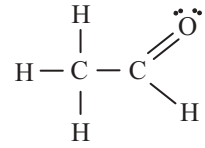
$Fe(\overset{+۷}{Cl}O_۴)_۳$ و $S_۲\overset{-۱}{Cl}_۲$: ۸ واحد اختلاف

$Cl_۲O_۷$ و $ClO_۳^-$: ۲ واحد اختلاف

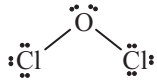
$PCl_۳$ و $Cu(ClO_۲)_۲$: ۴ واحد اختلاف

$HClO_۳$ و KCl : ۶ واحد اختلاف

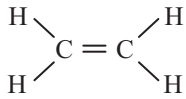
۱۱- گزینهٔ ۳



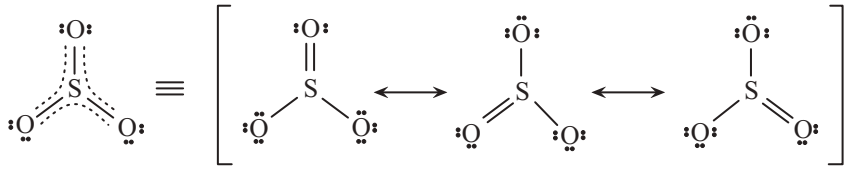
ندارد



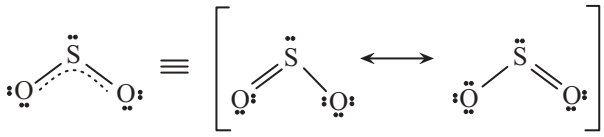
ندارد



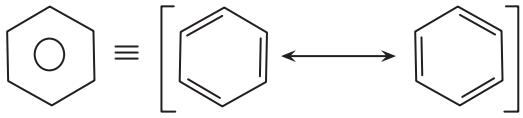
ندارد



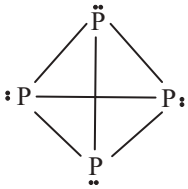
$CO_۳^{۲-}$ نیز ساختارهای رزونانسی مشابه $SO_۳$ دارد.



O_3 نیز ساختارهای رزونانسی مشابه SO_2 دارد.

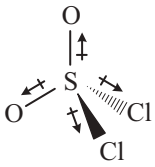


۱۲- گزینهٔ ۲ برای این‌که مولکولی قطبی باشد، باید بردار برآیند ممان دو قطبی آن، مخالف صفر باشد.

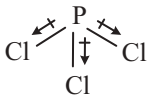


کاملاً متقارن

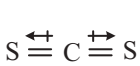
$\mu_{net} = 0$



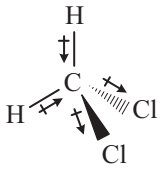
$\mu_{net} \neq 0$



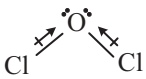
$\mu_{net} \neq 0$



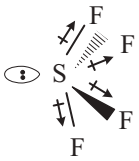
$\mu_{net} \neq 0$



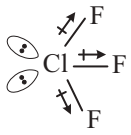
$\mu_{net} \neq 0$



$\mu_{net} \neq 0$



$\mu_{net} \neq 0$



$\mu_{net} \neq 0$

۱۳- گزینهٔ ۲ انرژی شبکه با قدر مطلق حاصل‌ضرب بار کاتیون در بار آنیون، نسبت مستقیم و با مجموع شعاع آنیون و شعاع کاتیون، نسبت عکس دارد؛ پس مقایسه‌های صورت گرفته در گزینه‌های ۱، ۳ و ۴ صحیح می‌باشد.

بررسی گزینهٔ ۲: در مقایسهٔ بین MgF_2 و Na_2O باید در نظر داشته باشیم که قدر مطلق حاصلضرب بار آنیون و کاتیون، در هر دو مورد برابر ۲ است. مجموع شعاع‌های آنیون و کاتیون نیز تقریباً برابر هم است. ولی باید بدانیم در این موارد، اثر شعاع کاتیون مهم‌تر از شعاع آنیون است. شعاع Mg^{2+} کوچک‌تر از Na^+ است؛ پس انرژی شبکهٔ MgF_2 بزرگ‌تر از Na_2O است.

۱۴- گزینهٔ ۳ غلظت $[H^+]$ در محلول 10^{-3} مولار HCl، برابر $10^{-3}\ \frac{mol}{L}$ است.

	$HOAc$	$\rightleftharpoons$	H^+	+	OAc^-
C_1	۰/۰۵		۰		۰
ΔC	$-$ ۰/۰۰۱		$+$ ۰/۰۰۱		$+$ ۰/۰۰۱
C_2	۰/۰۵ $-$ ۰/۰۰۱		۰/۰۰۱		۰/۰۰۱

$$K_a = \frac{[H^+][OAc^-]}{[HOAc]} = \frac{(10^{-3})^2}{0/05 - 10^{-3}} = 2/04 \times 10^{-5}$$

۱۵- گزینهٔ ۳

$$HOAc \quad C_1 \Rightarrow [H^+]_1 = C_1 \times \alpha_1 = 0/012\ C_1 \qquad (I)$$

$$HF \quad C_2 \Rightarrow [H^+]_2 = C_2 \times \alpha_2 = 0/024\ C_2 \qquad (II)$$

$$pH_1 = pH_2 + 1 \Rightarrow \frac{[H^+]_1}{[H^+]_2} = 0/1 \qquad (III)$$

در معادلهٔ (III)، به جای $[H^+]_1$ و $[H^+]_2$، مقدارهای معادلشان از روابط (I) و (II) را قرار می‌دهیم:

$$\frac{0/012\ C_1}{0/024\ C_1} = 0/1 \Rightarrow \frac{C_1}{C_2} = 0/2$$

۱۶- گزینهٔ ۲

$$\begin{array}{ccccc} HA & \rightleftharpoons & H^+ & + & A^- \\ C-x & & x & & x \end{array} \qquad K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} = \frac{x^2}{C-x} \approx \frac{x^2}{C} = \frac{[H^+]}{C}$$

محلول اول : $C_1 = \frac{(10^{-4})^2}{K_a} = \frac{10^{-8}}{K_a}$ (I)

محلول دوم : $C_2 = \frac{(10^{-3/5})^2}{K_a} = \frac{10^{-7}}{K_a}$ (II)

$$C_{\text{جدید}} = \frac{(C_1 \times 4) + (C_2 \times 1)}{4+1} \qquad (III)$$

مقادیر معادل C_1 و C_2 از روابط (I) و (II) را در معادلهٔ (III) قرار می‌دهیم:

$$C_{\text{جدید}} = \frac{(\frac{10^{-8}}{K_a} \times 4) + (\frac{10^{-7}}{K_a} \times 1)}{5} = \frac{2/8 \times 10^{-8}}{K_a} = \frac{[H^+]^2}{K_a}$$

$$\Rightarrow [H^+]^2 = ۲/۸ \times ۱۰^{-۸} \Rightarrow [H^+] = \sqrt{۲/۸ \times ۱۰^{-۸}} = ۱/۶۷۳ \times ۱۰^{-۴} \ \frac{mol}{L}$$

$$pH = -\log(۱/۶۷۳ \times ۱۰^{-۴}) = ۳/۷۸$$

۱۷- گزینهٔ ۱ واکنش HA با $NH_۳$ را کامل در نظر می‌گیریم:

$$HA + NH_۳ \rightarrow NH_۴^+ + A^-$$

محلول $NH_۳$: $pH = ۱۱/۳ \Rightarrow pOH = ۱۴ - ۱۱/۳ = ۲/۷$

$$[OH^-] = C_{NH_۳} \times \alpha \Rightarrow ۱۰^{-۲/۷} = C_{NH_۳} \times ۵ \times ۱۰^{-۳} \Rightarrow C_{NH_۳} = ۰/۴ \ \frac{mol}{L}$$

طبق رابطهٔ خنثی شدن داریم:

$$C_{NH_۳} \times V_{NH_۳} = C_{HA} \times V_{HA}$$

$$۰/۴ \times V_{NH_۳} = ۰/۲ \times ۱۰۰ \Rightarrow V_{NH_۳} = ۵۰ \ mL$$

۱۸- گزینهٔ ۲ درصد جرمی X در XO برابر است با: $\frac{X}{X+۱۶} \times ٪۱۰۰ = ٪۸۴/۶$

از رابطهٔ بالا، $X = ۸۷/۹$ به دست می‌آید. پس برای $XO_۲$ خواهیم داشت:

$$XO_۲ : ٪X = \frac{۸۷/۹}{۸۷/۹ + (۲ \times ۱۶)} \times ٪۱۰۰ = ٪۷۳/۳۱$$

۱۹- گزینهٔ ۲ ۱۰۰ گرم $CaCO_۳$، معادل یک مول از آن است. مقدار مول $CO_۲$ در صورتی‌که تعادل برقرار شود، برابر است با:

$$K_c = [CO_۲] = ۰/۰۱ \ \frac{mol}{L} \Rightarrow n_{CO_۲} = (۰/۰۱ \ \frac{mol}{L}) \times (۱۰ \ L) = ۰/۱ \ mol$$

از آنجا که تعداد مول $CO_۲$ی در حالت تعادل، کمتر از تعداد مول اولیهٔ کلسیم کربنات است، تعادل می‌تواند برقرار شود (طبق معادلهٔ واکنش زیر):

	$CaCO_۳(s)$	$\rightleftharpoons$	$CaO(s)$	+	$CO_۲(g)$
$n_۱$	۱ mol		۰		۰
Δn	$-۰/۱$ mol		$+۰/۱$ mol		$+۰/۱$ mol
$n_۲$	۰/۹ mol		۰/۱ mol		۰/۱ mol

کلسیم کربنات باقیمانده، طبق معادلهٔ زیر واکنش می‌دهد:

$$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$$

واکنش‌دهندهٔ محدود کننده را می‌یابیم:

$$CaCO_3 : \frac{0/9}{1} = 0/9 \qquad HCl : \frac{1 \times 10}{2} = 5$$

پس $CaCO_3$ محدودکننده است:

$$0/9 \text{ mol } CaCO_3 \times \frac{1 \text{ mol } CaCl_2}{1 \text{ mol } CaCO_3} \times \frac{111 \text{ g } CaCl_2}{1 \text{ mol } CaCl_2} = 99/9 \text{ g } CaCl_2 \approx 100 \text{ g } CaCl_2$$

۲۰- گزینهٔ ۱

$$2\,NaClO_3(s) \rightarrow 2NaCl(s) + 3O_2(g)$$
$$Ca(ClO_3)_2(s) \rightarrow CaCl_2(s) + 3O_2(g)$$

فرض می‌کنیم در هر واکنش، ۱ مول گاز تولید شود:

$$1 \text{ mol } O_2 \times \frac{2 \text{ mol } NaClO_3}{3 \text{ mol } O_2} \times \frac{106/5 \text{ g } NaClO_3}{1 \text{ mol } NaClO_3} = 71 \text{ g } NaClO_3 \quad \text{خالص}$$

$$1 \text{ mol } O_2 \times \frac{1 \text{ mol } Ca(ClO_3)_2}{3 \text{ mol } O_2} \times \frac{207 \text{ g } Ca(ClO_3)_2}{1 \text{ mol } Ca(ClO_3)_2} = 69 \text{ g } Ca(ClO_3)_2 \quad \text{خالص}$$

$$\frac{\text{درصد خلوص نمونه } NaClO_3}{\text{درصد خلوص نمونه } Ca(ClO_3)_2} = \frac{\frac{71}{m}}{\frac{69}{m}} = \frac{71}{69} = 1/03$$

۲۱- گزینهٔ ۴

$$2N_2O_4 + 2KI \rightarrow 2KNO_3 + 2NO + I_2$$

۲۲- گزینهٔ ۱ محلول ppm ۱۰۰ را Sol_1 و محلول ۰/۱۰ مولار را Sol_2 می‌نامیم:

$$250 \text{ mL } Sol_1 \times \frac{100 \text{ mg } Ca^{2+}}{1000 \text{ mL } Sol_1} \times \frac{1 \text{ g}}{10^3 \text{ mg}} \times \frac{1 \text{ mol } Ca^{2+}}{40 \text{ g } Ca^{2+}} \times \frac{1 \text{ mol } CaCl_2}{1 \text{ mol } Ca^{2+}}$$
$$\times \frac{1000 \text{ mL } Sol_2}{0/1 \text{ mol } CaCl_2} = 6/25 \text{ mL } Sol_2$$

۲۳- گزینهٔ ۳ ابتدا واکنش‌دهندهٔ محدود کننده را تعیین می‌کنیم:

$$NH_3 : 4\times10^6\ g\ NH_3 \times \frac{1\ mol\ NH_3}{17\ g\ NH_3} = 235294{,}12\ mol \xrightarrow{\div 2} 117647{,}06$$

$$O_2 : 4\times10^6\ g\ O_2 \times \frac{1\ mol\ O_2}{32\ g\ O_2} = 125000\ mol \xrightarrow{\div 3} 41666{,}67$$

$$CH_4 : 4\times10^6\ g\ CH_4 \times \frac{1\ mol\ CH_4}{16\ g\ CH_4} = 250000\ mol \xrightarrow{\div 2} 125000$$

پس O_2 محدودکننده است:

$$125000\ mol\ O_2 \times \frac{2\ mol\ HCN}{3\ mol\ O_2} \times \frac{27\ g\ HCN}{1\ mol\ HCN} \times \frac{1\ kg}{10^3\ g} = 2250\ kg\ HCN$$

۲۴- گزینهٔ ۱ فرض کنیم x مول $C_{24}H_{30}N_2O$ با جرم مولی $376\ \frac{g}{mol}$ و y مول $C_{12}H_{22}O_{11}$ با جرم مولی $342\ \frac{g}{mol}$ داریم، پس:

$$376\,x + 342\,y = 1{,}2\ g \quad (I)$$

جرم CO_2ی ناشی از $C_{24}H_{30}N_2O$ برابر است با:

$$x\ mol\ C_{24}H_{30}N_2O \times \frac{24\ mol\ C}{1\ mol\ C_{24}H_{30}N_2O} \times \frac{1\ mol\ CO_2}{1\ mol\ C} \times \frac{44\ g\ CO_2}{1\ mol\ CO_2} = (1056\,x)\ g\ CO_2$$

جرم CO_2ی ناشی از $C_{12}H_{22}O_{11}$ برابر است با:

$$y\ mol\ C_{12}H_{22}O_{11} \times \frac{12\ mol\ C}{1\ mol\ C_{12}H_{22}O_{11}} \times \frac{1\ mol\ CO_2}{1\ mol\ C} \times \frac{44\ g\ CO_2}{1\ mol\ CO_2} = (528\,y)\ g\ CO_2$$

پس کل جرم CO_2ی تولید شده برابر است با: $1056\,x + 528\,y = 2{,}357\ g \quad (II)$

با استفاده از معادلات (I) و (II)، دستگاه زیر را تشکیل می‌دهیم:

$$\left.\begin{matrix} 376\,x + 342\,y = 1{,}2 \\ 1056\,x + 528\,y = 2{,}357 \end{matrix}\right\} \Rightarrow x = 1{,}061\times10^{-3},\ y = 2{,}343\times10^{-3}$$

$$\%C_{24}H_{30}N_2O = \frac{1{,}061\times10^{-3}\times376}{1{,}2} \times \%100 = \%33{,}24$$

۲۵- گزینهٔ ۱ درصد وزنی قند برابر است با:

$$a = \frac{۱۲}{۱۲+۱۰۰} \times ۱۰۰ = ٪۱۰/۷۱۴$$

حال بررسی می‌کنیم که در یک لیتر محلول، چند مول قند وجود دارد (تعریف مولاریته)

$$\text{قند } ۰/۳۲۶ \text{ mol} = \frac{\text{قند } ۱ \text{ mol}}{\text{قند } ۳۴۲ \text{ g}} \times \frac{\text{قند } ۱۰/۷۱۴ \text{ g}}{\text{محلول } ۱۰۰ \text{ g}} \times \frac{\text{محلول } ۱۰۴۰ \text{ g}}{\text{محلول } ۱ \text{ L}} \times \text{محلول } ۱ \text{ L}$$

۲۶- گزینهٔ ۴ دو تعادل را با هم جمع می‌کنیم، در نتیجه ثابت تعادل برای تعادل جدید، مساوی حاصل‌ضرب $K_{a,۱}$ و $K_{a,۲}$ می‌شود:

$$H_۳PO_۴ \rightleftharpoons ۲H^+ + HPO_۴^{۲-}$$

$$K_{a,۱} \times K_{a,۲} = ۱۰^{-۹/۳} = \frac{[H^+]^۲ [HPO_۴^{۲-}]}{[H_۳PO_۴]} \xrightarrow{[HPO_۴^{۲-}] = [H_۳PO_۴]}$$

$$۱۰^{-۹/۳} = [H^+]^۲ \Rightarrow [H^+] = \sqrt{۱۰^{-۹/۳}} = ۱۰^{-۴/۶۵} \Rightarrow pH = -\log(۱۰^{-۴/۶۵}) = ۴/۶۵$$

۲۷- گزینهٔ ۳

$$K_{\text{تعادل}} = \frac{k_۱}{k_{-۱}} = \frac{۱/۴ \times ۱۰^۴ \text{ L} \cdot \text{mol}^{-۱} \cdot \text{s}^{-۱}}{۱ \times ۱۰^{-۴} \text{ s}^{-۱}} = ۱/۴ \times ۱۰^{+۸} \text{ L} \cdot \text{mol}^{-۱}$$

$$\Rightarrow K_{\text{تعادل}} = ۱/۴ \times ۱۰^۸ = \frac{[HCO_۳^-]}{[OH^-][CO_۲]} = \frac{۲/۸ \times ۱۰^{-۱}}{[OH^-][CO_۲]}$$

$$\Rightarrow [OH^-][CO_۲] = \frac{۲/۸ \times ۱۰^{-۱}}{۱/۴ \times ۱۰^۸} = ۲ \times ۱۰^{-۹}$$

۲۸- گزینهٔ ۲ واکنش تشکیل هیدرازین به صورت زیر است:

$$N_۲(g) + ۲H_۲(g) \rightarrow N_۲H_۴(g)$$

$$\Delta H_f^\circ (N_۲H_۴(g)) = (\Delta H_{N \equiv N} + ۲\Delta H_{H-H}) - (\Delta H_{N-N} + ۴\Delta H_{N-H})$$

واکنش اول موجود در صورت سؤال، حاصل جمع زیر را به دست می‌دهد:

$$\Delta H_{N-N} + ۴\Delta H_{N-H} = ۱۷۱۵ \ \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

واکنش‌های دوم و سوم موجود در صورت سؤال، به ترتیب انرژی پیوند $N \equiv N$ و انرژی پیوند $H-H$ را به دست می‌دهند:

$$\Delta H_{N \equiv N} = ۹۶۴ \ \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \quad , \quad \Delta H_{H-H} = ۴۳۶ \ \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

پس خواهیم داشت: $\Delta H_f^\circ(N_2H_4(g)) = (۹۶۴ + ۲\times۴۳۶) - (۱۷۱۵) = +۱۲۱ \frac{kJ}{mol}$

۲۹- گزینهٔ ۴

$\xrightarrow[y\ mol\ B(T)]{x\ mol\ A(T)}$ واکنشگاه (T) $\xleftarrow{excess\ C(T)}$

فرض کنید x مول از A و y مول از B وارد واکنشگاه شود. برای این‌که دما ثابت بماند، باید قدر مطلق گرمای دو واکنش با هم برابر باشد، یعنی:

$$۸۴۰۰۰\,x = ۲۱۰۰۰\,y \Rightarrow \frac{x}{y} = ۰/۲۵$$

۳۰- گزینهٔ ۳

$$\Delta H_T^\circ = [۶\Delta H_f^\circ(CO_2(g)) + ۳\Delta H_f^\circ(H_2O(\ell)) + \cancel{\Delta H_f^\circ(N_2(g))}^{\circ}] - [۲\Delta H_f^\circ(CH_2CHCN(\ell)) + ۱۰\cancel{\Delta H_f^\circ(O_2(g))}^{\circ}]$$

$$\Rightarrow [۶(-۳۹۴) + ۳(-۲۸۶)] - [۲\Delta H_f^\circ(CH_2CHCN(\ell))] = ۳۵۲۲$$

$$\Rightarrow \Delta H_f^\circ(CH_2CHCN(\ell)) = ۱۵۰ \frac{kJ}{mol}$$

$$\Delta H^\circ = [\Delta H_f^\circ(CH_2CHCN(\ell))] - [\Delta H_f^\circ(C_2H_2(g)) + \Delta H_f^\circ(HCN(g))]$$

$$\Delta H^\circ = [۱۵۰] - [۱۳۰ + ۲۲۷] = -۲۰۷ \frac{kJ}{mol}$$

۳۱- گزینهٔ ۴ فرض کنید x مول O_3 و $۲۰x$ مول He داریم. در این سؤال، گرمای حاصل از تبدیل O_3 به O_2 (ΔH_1°)، صرف بالا بردن دمای O_2 و He می‌شود.

$$O_3(g) \rightarrow \frac{3}{2} O_2(g) \qquad \Delta H_1^\circ$$

می‌دانیم که به ازای x مول O_3، $\frac{3}{2}x$ مول O_2 تولید می‌شود، پس خواهیم داشت:

$$|\Delta H_1^\circ| = q_{O_2} + q_{He} = [(\frac{3}{2}x\times۳۲)g \times ۰/۹۴ \frac{J}{g^\circ C} \times ۳۱۰^\circ C] + [(۲۰x \times ۴)g \times ۵/۲ \frac{J}{g^\circ C} \times ۳۱۰^\circ C]$$

$$= ۱۴۲۹۴۷/۲\ x\ J \Rightarrow \Delta H^\circ = \frac{-۱۴۲۹۴۷/۲\ x\ J}{x\ mol} = -۱۴۲/۹۴۷ \frac{kJ}{mol}$$

از طرفی داریم: $\Delta H_1^\circ = \frac{3}{2}\Delta H_f^\circ(O_2(g)) - \Delta H_f^\circ(O_3(g))$

$$\Rightarrow -۱۴۲/۹۴۷ = \frac{3}{2}(۰) - \Delta H_f^\circ(O_3(g)) \Rightarrow \Delta H_f^\circ(O_3(g)) = ۱۴۲/۹۴۷ \frac{kJ}{mol}$$