نشر گچ

ساعت‌ها با المپیاد شیمی - جلد اول

مؤلفان:	سیدحیدر مروج، فرشید عفتی، پیام افتخار جهرمی، مرتضی خلینا
ناشر:	انتشارات گچ
حروفچینی:	سیدمرتضی حسینی - هادی صفی‌اقدم
رسم تصاویر:	فرامرز الهی‌پناه
طرح جلد:	مهدی صمدی طهران
شابک:	۹۷۸ – ۶۰۰ – ۹۵۸۷۸ – ۰ – ۳
قیمت:	۲۲۰۰۰ تومان
نوبت چاپ:	اول - زمستان ۱۳۹۴
تیراژ:	۱۱۰۰ نسخه

تهران، میدان انقلاب، خیابان ۱۲ فروردین، خیابان شهید نظری، پلاک ۱۰۵، طبقه دوم
صندوق پستی: ۵۷۹ – ۱۳۱۴۵، تلفن: ۶۶۹۸۰۵۳۸
www.gachpub.com

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

www.ShimiPedia.ir

فهرست مطالب

فصل ۱ آزمون اول ۱

۱–۱ پرسش ۱
۱–۲ پاسخ تشریحی ۱۰

فصل ۲ آزمون دوم ۲۳

۲–۱ پرسش ۲۳
۲–۲ پاسخ تشریحی ۳۲

فصل ۳ آزمون سوم ۴۵

۳–۱ پرسش ۴۵
۳–۲ پاسخ تشریحی ۵۵

فصل ۴ آزمون چهارم ۶۹

۴–۱ پرسش ۶۹
۴–۲ پاسخ تشریحی ۷۸

فصل ۵ آزمون پنجم ۹۵

۵–۱ پرسش ۹۵
۵–۲ پاسخ تشریحی ۱۰۵

www.ShimiPedia.ir

فصل ۶ آزمون ششم ۱۱۷
۶–۱ پرسش ۱۱۷
۶–۲ پاسخ تشریحی. ۱۲۵
فصل ۷ آزمون هفتم ۱۳۷
۷–۱ پرسش ۱۳۷
۷–۲ پاسخ تشریحی. ۱۴۵
فصل ۸ آزمون هشتم ۱۵۷
۸–۱ پرسش ۱۵۷
۸–۲ پاسخ تشریحی. ۱۶۵
فصل ۹ آزمون نهم ۱۷۹
۹–۱ پرسش ۱۷۹
۹–۲ پاسخ تشریحی. ۱۸۸
فصل ۱۰ آزمون دهم ۱۹۹
۱۰–۱ پرسش ۱۹۹
۱۰–۲ پاسخ تشریحی. ۲۰۸

www.ShimiPedia.ir

سخن ناشر

مقدار گذر عمر تابع حالت است که تغییرات آن با داشتن نقاط ابتدا و انتهای هر بازه مشخص می‌شود. حتماً شما ده سال بعد، ده سال بزرگ‌تر (و یا شاید پیرتر) شده‌اید. این طول زندگی شما است و با سرعت در حال گذر است، جالب اینکه هیچ کنترلی بر روی آن ندارید. این طول محدودیت دارد و در نهایت به پایان می‌رسد. برای انسان‌های مختلف هم تفاوت زیادی ندارد، چند سال کمتر یا بیشتر!

حالا چشمان خود را ببندید و به آینده نگاه کنید، می‌توانید بگویید ده سال بعد، شما که هستید؟ حالت‌های ممکن، عرض زندگی شما و یک تابع مسیر است. هر لحظه از این ده سال می‌تواند در چیزی که در انتها خواهید بود مؤثر باشد.

هیچ‌وقت کسی ما را به خاطر توابع حالت زندگی‌مان بازخواست نمی‌کند، مثلاً تا حالا از شما پرسیده‌اند چرا در این سه سال فقط سی و شش ماه بزرگ‌شده‌ای؟ اما توابع مسیر را خودمان باید بسازیم، برای همین باید پاسخگوی این تغییرات باشیم. شاید بعضی از این سؤالات را شنیده باشید:

- چرا این‌قدر لاغر شدی؟ (پس وزن یک تابع مسیر است)
- چی شد که این‌قدر خطت قشنگ شد؟ (پس هنر یک تابع مسیر است)
- چطور تونستی صبر کنی؟ (پس اخلاق یک تابع مسیر است)
- چی کار کردی این همه پول درآوردی؟ (پس موفقیت شغلی یک تابع مسیر است)
- چرا همه تو رو دوست دارند؟ (پس شهرت یک تابع مسیر است)
- چقدر خوب می‌فهمی! (پس درک، فهم و تحصیلات تابع مسیر است)
- ...

می‌توانیم بخوابیم و همین‌طور که خوابیم، صد یا دویست سال بعد، کلاً و برای همیشه در این دنیا بخوابیم، بدون اینکه تابع مسیری از خود باقی گذاشته باشیم! اما عرض زندگی نهایت ندارد و در هر فرصتی، هر چقدر که بخواهیم می‌توانیم به آن وسعت بدهیم؛ انتخاب با خود ما است.

www.ShimiPedia.ir

www.ShimiPedia.ir

پیشگفتار مؤلفان

یاحق

چه در ایام قدیم که تعداد بچه‌های ریاضی-فیزیکی در مدارس بیشتر بود و چه در این چندساله که سیل علاقه‌مندان به تجربی در تمام شهرها به راه افتاده، همیشه شیمی یکی از پرطرفدارترین رشته‌های المپیادی بوده و این علاقه‌مندی از یک‌طرف به خاطر گستردگی و جذابیت مطالب و از طرف دیگر به خاطر دید مناسبی است که بچه‌های شیمیایی دربارهٔ رشته‌ها و مشاغل مختلف به دست می‌آورند. از میان تمام رشته‌های المپیاد، تنها دانش‌پژوهان شیمی هستند که بعد از کسب مدال طلا، در هر رشته‌ای می‌توانند ادامهٔ تحصیل دهند. خواه این رشته مهندسی برق و کامپیوتر باشد، خواه پزشکی و دندانپزشکی خواه وکالت و زبان و ادبیات روسی.

اما این استقبال، مسیر رسیدن به موفقیت را در این المپیاد سخت کرده و دانش‌آموزان علاقه‌مند بسیار با رقابت بزرگ در راه رسیدن به مدال‌های این رشته می‌کوشند. این پدیده باعث شده کف قبولی مرحلهٔ اول و دوم المپیاد شیمی از تمام رشته‌ها بالاتر باشد و اختلاف نمرهٔ مدال‌ها هر سال کمتر از قبل شود. مثلاً در سال ۱۳۹۴ اختلاف آخرین طلای دورهٔ تابستانه با اولین نقره (نقره داغ) کمتر از یک‌هزارم درصد بود که از لبهٔ تیغ هم باریک‌تر است!

بچه‌های شیمیایی، خوب می‌خوانند و خوب نکته‌برداری می‌کنند و باید بسیار تمرین کنند. رقابت در شیمی بسیار سخت است و همهٔ رقبای جدی بر منابع کلاسیک مسلط هستند. بنابراین برای موفقیت لازم است که از زوایای جدیدی به مسائل نگاه کنیم تا علاوه بر مرور دانسته‌ها، چالش‌های ذهنی جدیدی برای ما طراحی شود.

آیریسک به‌عنوان گسترده‌ترین مرجع آموزش المپیاد در سراسر ایران، از سال ۱۳۸۷ المپیادهای آزمایشی را در تمام رشته‌ها برگزار کرده است و اساتید پیر و جوان بسیاری برای پرورش ایده‌ها، ساعت‌ها وقت گذاشته‌اند و سؤالات جذابی را طرح کرده‌اند. نتیجهٔ این زحمات خلق دست‌اندازهای جدید فکری و ایده‌هایی بود که هرساله در آزمون‌های باشگاه دانش‌پژوهان جوان شاهد تکرار آن‌ها بوده‌ایم. ده‌ها هزار داوطلب در این المپیادهای آزمایشی شرکت کردند و تعداد بسیاری از آن‌ها به مدال‌های کشوری و جهانی دست یافتند. یکی از نتایج تلاش پاسخ‌گویی این دانش‌آموزان که از سطوح ابتدایی تا عالی را پوشش می‌دادند، به دست آوردن اطلاعات آماری مفیدی از هر سؤال برای طراحان بود.

سؤالات المپیادهای آزمایشی به همراه اطلاعات آماری در کنار هم قرار گرفتند تا گروه مؤلف این کتاب با دید بازتر، ایده‌ها را دوباره از بین تمام آزمون‌ها انتخاب کند و چیدمانی جدید به آن‌ها بدهد. تعداد سؤالات هر مبحث در هر آزمون نیز بازبینی شد تا سطح تمام آزمون‌ها تقریباً همسان شود. حالا مطمئن هستیم که کتاب پیش روی شما، می‌تواند پاسخگوی مناسبی برای تمرین و یادگیری باشد و همهٔ دانش‌آموزان المپیادی باید به

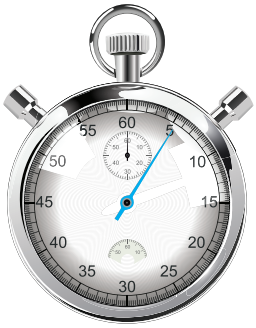
www.ShimiPedia.ir

عنوان یکی از منابع اصلی، کامل و دقیق آن را بررسی نمایند. همچنین با توجه به مفهومی و دشوار شدن سؤالات شیمی در کنکور سال‌های اخیر، اگر دانش‌آموزی قصد دارد از سد شیمی پایه به راحتی عبور کند، پیشنهاد می‌کنیم بر مباحث این کتاب مسلط شود. بهتر است هر آزمون را در زمان کمتر از دو ساعت پاسخ دهید و حتماً تا یک روز پس از آزمون، پاسخ‌های تشریحی را بخوانید و اگر سؤالی برای شما باقی ماند، آن را در تالارهای گفتمان المپیادی مطرح نمایید. توضیح هر آزمون و چیدمان مباحث در آن را می‌توانید در صفحهٔ کتاب در سایت انتشارات گچ بخوانید.

از تمام دانش‌آموزانی که در این سال‌ها در آزمون‌های آیریسک شرکت کردند و نظرات خود را با ما در میان گذاشتند، صمیمانه تشکر می‌کنیم. همچنین سپاسگزار معلمین المپیاد و مدال‌آورانی هستیم که اشکالات را به ما اطلاع دادند تا هر سال، آزمونی بهتر از سال قبل را برگزار کنیم. از تمام طراحان سؤالات المپیادهای شیمی آیریسک که نام آن‌ها در ادامه آمده است، ممنون هستیم. این کتاب حاصل تفکر این دوستان است و گروه مؤلف تنها بازخوانی و چیدمان جدید را انجام داده است:

آرش آژیده، صدرا آقاجانی، پیام افتخارجهرمی، مهدی توکل، امیر توکلی، عباس سرمایه، اشکان خاوران، مرتضی خلینا، پیمان دل‌پرستان، محمدرضا زهره‌وند، سپهر طالبی، فرشید عفتی، کامبیز فراهانی، سیدحیدر مروج

www.ShimiPedia.ir



آزمون اول

توضیحات آزمون

۱-۱ پرسش

۱ عدد اتمی عنصری برابر ۳۳ است. در اتم این عنصر، . . . . . .

۱) شش الکترون با $m_\ell = -1$ وجود دارد.

۲) سه اوربیتال با $m_\ell = +1$ از الکترون اشغال شده است.

۳) هشت الکترون با $m_\ell = +1$ و $m_s = +\frac{1}{2}$ وجود دارد.

۴) هفت اوربیتال با $m_\ell = 0$ از الکترون پر شده است.

۲ برای هسته‌های ناپایدار که دچار واکنش شکافت هسته‌ای می‌شوند، کدام رابطه درست است؟

۱) $\frac{A-Z}{Z} \geq \frac{2}{3}$

۲) $\frac{Z+n}{n} \leq 1$

۳) $\frac{A-Z}{Z} \geq \frac{3}{2}$

۴) $\frac{Z+n}{n} \geq \frac{3}{2}$

۳ جدول زیر برخی از ویژگی‌های ذره‌های زیر اتمی را نشان می‌دهد. کدام مورد نادرست است؟

نام ذره	نماد	بار الکتریکی نسبی	جرم	
			amu	g
الکترون	${}^{0}_{-1}e$	-1	۰٫۰۰۰۵	$9/109 \times 10^{-28}$
پروتون	${}^{1}_{1}p$	$+1$	۱٫۰۰۷۳	$1/673 \times 10^{-24}$
نوترون	${}^{1}_{0}n$	۰	۱٫۰۰۸۷	$1/675 \times 10^{-24}$

۱) نماد الکترون

۲) جرم پروتون بر حسب g

۳) نماد نوترون

۴) جرم الکترون بر حسب amu

www.ShimiPedia.ir

۴ عنصر A با عنصر $_{28}Ni$ هم‌گروه و با عنصر $_{47}Ag$ هم‌دوره است. در اتم عنصر A چند اوربیتال از الکترون اشغال شده است؟ (در آرایش الکترونی این اتم، اوربیتال نیمه‌پر وجود ندارد.)

۱) ۹ ۲) ۲۲ ۳) ۲۳ ۴) ۲۴

۵ در گروه‌های اصلی جدول تناوبی، با افزایش شمارهٔ تناوب، کدام ویژگی‌ها افزایش می‌یابند؟

۱) بار مؤثر هسته، تعداد لایه‌های الکترونی و الکترونگاتیوی

۲) نقطهٔ ذوب، نقطهٔ جوش و چگالی

۳) بار مؤثر هسته، تعداد لایه‌های الکترونی و شعاع اتمی

۴) تعداد لایه‌های الکترونی، تعداد الکترون‌های ظرفیتی و چگالی

۶ کدام مقایسه دربارهٔ شعاع‌های واندروالسی (r_1)، یونی (r_2) و کووالانسی (r_3) عنصر فلوئور درست است؟

۱) $r_2 > r_1 > r_3$ ۲) $r_1 > r_2 > r_3$ ۳) $r_2 > r_3 > r_1$ ۴) $r_1 > r_3 > r_2$

۷ از میان عنصرهای $_7N$، $_8O$، $_{15}P$، $_{16}S$ و $_{17}Cl$ عنصر ..... را دارد.

۱) نیتروژن، بیشترین خصلت نافلزی

۲) کلر، بیشترین الکترونگاتیوی

۳) گوگرد، کمترین مقدار انرژی نخستین یونش

۴) فسفر، کمترین شعاع اتمی

۸ در کدام دسته از ترکیب‌های زیر، آرایش الکترونی یون‌ها از قاعدهٔ هشتایی تبعیت می‌کند؟

۱) سدیم فلوئورید، منیزیم برمید و مس(I) کلرید

۲) اسکاندیم یدید، نقره فلوئورید و پتاسیم سولفید

۳) آلومینیوم اکسید، اسکاندیم کلرید و منیزیم نیترید

۴) سدیم هیدرید، پتاسیم یدید و کلسیم برمید

۹ نام نوشته شده برای کدام ترکیب یونی درست است؟

۱) $CuMnO_4$ (کوپریک پرمنگنات) ۲) $CaCN_2$ (کلسیم سیانید)

۳) $FePO_4$ (فریک فسفات) ۴) $KMnO_4$ (پتاسیم منگنات)

www.ShimiPedia.ir

۱۰ کدام مطلب دربارهٔ بلور ترکیب‌های یونی نادرست است؟

۱) اثر نیروی جاذبه بین یون‌های با بار ناهم‌نام در همهٔ جهت‌ها گسترده است.

۲) یک ترکیب یونی از نظر بار الکتریکی خنثی است، زیرا تعداد کاتیون‌ها و آنیون‌ها در آن برابرند.

۳) نیروی جاذبه بین یون‌های با بار ناهم‌نام، بیشتر از نیروی جاذبهٔ موجود میان یک جفت یون ناهم‌نام تنها است.

۴) مجموع نیروی جاذبهٔ بین یون‌های با بار ناهم‌نام، خیلی بیشتر از نیروی دافعهٔ بین یون‌های با بار هم‌نام است.

۱۱ تعداد الکترون‌های کاتیون و آنیون تشکیل‌دهندهٔ کدام ترکیب یونی برابر نیست؟
($_{1}H$، $_{7}N$، $_{8}O$، $_{15}P$، $_{17}Cl$، $_{21}Sc$، $_{26}Fe$، $_{27}Co$)

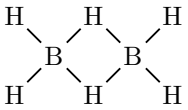
۱) PH_4Cl ۲) $Co(NO_2)_3$ ۳) $Fe(NO_3)_3$ ۴) $ScCl_3$

۱۲ در ساختار هر یک از گونه‌های کدام دسته، پیوند کووالانسی کوئوردینانسی وجود دارد؟

۱) NH_4^+، H_3O^+، CH_3^- ۲) CO، NO_3^-، $N_2H_5^+$

۳) SO_2، SO_3، SF_4 ۴) AlH_4^-، NO_2، NO

۱۳ در مولکول دی‌بوران با فرمول ساختاری روبه‌رو، چند الکترون در لایهٔ ظرفیت اتم‌ها وجود دارد؟ ($_{1}H$، $_{5}B$)



۱) ۶ ۲) ۸ ۳) ۱۲ ۴) ۱۶

۱۴ عدد اکسایش ..... در یون ..... با عدد اکسایش گوگرد در یون $S_2O_8^{2-}$ برابر است.

۱) کلر — کلرات ۲) فسفر — دی هیدروژن فسفات

۳) منگنز — منگنات ۴) منگنز — پرمنگنات

۱۵ کدام عنصر، آنیون‌های چند اتمی (با اتم‌های یکسان) بیشتری تشکیل می‌دهد؟

۱) اکسیژن ۲) نیتروژن ۳) فلوئور ۴) هیدروژن

۱۶ کدام مولکول قطبی است؟

۱) N_2O_4 ۲) XeF_2 ۳) N_2O_5 ۴) XeF_4

www.ShimiPedia.ir

۱۷ در چه تعداد از گونه‌های زیر عدد اکسایش اتم مرکزی برابر ۴+ است؟

CH_2F_2 ، NO_3^+ ، $COCl_2$ ، NO_2^- ، SeO_2 ، HCO_3^- ، ClO_2

۱) ۲ ۲) ۳

۳) ۴ ۴) ۵

۱۸ آسان‌تر به مایع تبدیل شدن گاز کربن مونواکسید نسبت به نیتروژن نشان‌دهندهٔ کدام واقعیت است؟

۱) قطبی بودن مولکول نیتروژن

۲) بیشتر بودن انرژی پیوند در مولکول کربن مونواکسید

۳) بیشتر بودن جرم مولی کربن مونواکسید

۴) قوی‌تر بودن نیروهای جاذبهٔ بین مولکولی در کربن مونواکسید

۱۹ کدام مطلب نادرست است؟

۱) در کشاورزی از اتن به‌عنوان عامل عمل آورنده استفاده می‌کنند.

۲) اوزون بر اثر تخلیهٔ الکتریکی در گاز اکسیژن به‌وجود می‌آید.

۳) در چراغ‌های کاربیدی، کلسیم کاربید با آب واکنش می‌دهد و گاز اتین تولید می‌کند.

۴) در بین ترکیب‌های دوتایی هیدروژن‌دار عنصرهای گروه پانزدهم، آمونیاک دارای بالاترین نقطهٔ جوش است.

۲۰ اگر طول پیوند «نیتروژن– اکسیژن» در گونه‌های NO، NH_2OH، NO^+ و N_2O_4 به‌ترتیب برابر ℓ_1، ℓ_2، ℓ_3 و ℓ_4 باشد، کدام مقایسه درست است؟

۱) $\ell_4 > \ell_2 > \ell_3 > \ell_1$ ۲) $\ell_3 > \ell_1 > \ell_4 > \ell_2$

۳) $\ell_2 > \ell_4 > \ell_1 > \ell_3$ ۴) $\ell_4 > \ell_2 > \ell_1 > \ell_3$

۲۱ پس از موازنهٔ واکنش زیر، نسبت ضریب آب به فسفریک اسید کدام است؟

$$P_4 + H_2O + P_2I_4 \longrightarrow PH_4I + H_3PO_4$$

۱) ۴ ۲) ۳

۳) ۲ ۴) ۱

www.ShimiPedia.ir

۲۲ از گرم کردن ۱۴٫۸ g لیتیم کربنات، چند لیتر گاز کربن دی‌اکسید آزاد می‌شود؟
(در دمای واکنش چگالی گاز CO_2 حدود $1/1\ g\cdot L^{-1}$ است. بازده واکنش را ۸۷٫۵ % در نظر بگیرید). ($Li = 7$، $C = 12$، $O = 16$)

۱) ۱۰ ۲) ۸ ۳) ۷ ۴) ۵

۲۳ از واکنش کامل ۱٫۸۴ گرم گاز گوگرد دی‌اکسید با ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول ۰٫۵ مولار پتاسیم کلرات، چند گرم گاز کلر دی‌اکسید تولید می‌شود؟
($K = 39$، $Cl = 35/3$، $S = 32$، $O = 16$)

$$2\,KClO_{3(aq)} + SO_{2(g)} \longrightarrow 2\,ClO_{2(g)} + K_2SO_{4(aq)}$$

۱) ۳٫۳۷۵ ۲) ۲٫۲۲۵ ۳) ۱٫۶۸۷ ۴) ۳٫۱۳۷

۲۴ چند گرم منیزیم خالص را داخل ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول یک مولار هیدروکلریک اسید بیندازیم تا پس از انجام کامل واکنش، مولاریتهٔ منیزیم کلرید با مولاریتهٔ هیدروکلریک اسید باقی‌مانده برابر شود؟
($Mg = 24$)

۱) ۰٫۲ g ۲) ۰٫۴ g ۳) ۰٫۶ g ۴) ۰٫۸ g

۲۵ هیدروکلریک اسید به‌صورت محلول آبی غلیظ فروخته می‌شود. اگر غلظت مولار و چگالی این محلول به‌ترتیب $12\ mol\cdot L^{-1}$ و $1/18\ g\cdot mL^{-1}$ باشد، درصد جرمی HCl موجود در این محلول چقدر است؟ ($H = 1$، $Cl = 35/5$)

۱) ۱۶٫۱۷ ۲) ۳۷٫۱۱ ۳) ۵۹٫۰۲ ۴) ۶۲٫۸۸

۲۶ در یک ترکیب آلی اکسیژن‌دار، ۳۸٫۷۱ % کربن و ۹٫۶۸ % هیدروژن وجود دارد. اگر ظرفیت گرمایی مولی آن $148/34\ J\cdot mol^{-1}\cdot{}^\circ C^{-1}$ و ظرفیت گرمایی ویژهٔ آن $2/39\ J\cdot g^{-1}\cdot{}^\circ C^{-1}$ باشد، فرمول مولکولی آن کدام است؟ ($H = 1$، $C = 12$، $O = 16$)

۱) C_2H_4O ۲) C_2H_6O ۳) $C_2H_4O_2$ ۴) $C_2H_6O_2$

۲۷ چگالی یک نمونه گاز در دمای ۳۵ °C و فشار ۷۴۵ mmHg برابر با $5/66\ g\cdot L^{-1}$ است. جرم مولی آن را محاسبه کنید.

۱) ۱۲۷ ۲) ۱۴۱ ۳) ۱۴۳ ۴) ۱۴۶

www.ShimiPedia.ir

۲۸ یک روش برای تولید گاز کلر، تأثیر دادن هیدروکلریک اسید بر منگنز(IV) اکسید است. در یک آزمایش از نمونهٔ ناخالص منگنز(IV) اکسید با خلوص ۸۰ درصد، ۳۵٫۵ گرم گاز کلر تهیه کرده‌ایم. این نمونه چند گرم ناخالصی به همراه داشته است؟
(ناخالصی‌ها در واکنش شرکت نکرده‌اند) (Mn = ۵۵ ،Cl = ۳۵٫۵ ،O = ۱۶)

۱) ۱۰٫۸۷۵ ۲) ۸٫۱۲۵ ۳) ۶٫۵۵۵ ۴) ۱۱٫۲۲۵

۲۹ در دما و فشار ثابت، واکنش گازی زیر در یک سیلندر و پیستون روان انجام شده است. اگر تغییر انرژی درونی این واکنش ۱۰۳۲− کیلوژول باشد، مقدار w بر حسب ژول کدام است؟

$$H_2S + \frac{3}{2}O_2 \longrightarrow SO_2 + H_2O \quad : \Delta H = -1037\ kJ$$

۱) +۱۰۰۰۰ ۲) −۵۰۰۰ ۳) −۱۰۰۰۰ ۴) +۵۰۰۰

۳۰ آنتالپی استاندارد تشکیل $N_2O_{5(g)}$ در دمای ۲۵ °C برابر $11/3\ kJ\cdot mol^{-1}$ است. از واکنش ۹ لیتر گاز نیتروژن و ۱۸ لیتر گاز اکسیژن در دما (۲۵ °C) و فشار ثابت حداکثر چند کیلوژول گرما مبادله می‌شود؟ (حجم مولی گازها در شرایط واکنش $24/2\ L\cdot mol^{-1}$ است)

۱) ۴٫۲۰ ۲) ۳٫۳۶ ۳) ۳٫۲۰ ۴) ۲٫۱۸

۳۱ بالونی که در شرایط STP حاوی ۳۹٫۱ مول گاز هلیم است را به‌عنوان یک سامانهٔ بسته در نظر بگیرید. اگر در فشار ثابت، دمای گاز درون بالون تا ۳۸ °C افزایش یابد، حجم گاز به ۹۹۷٫۶۸ L می‌رسد. تغییر انرژی درونی سامانه برحسب کیلوژول کدام است؟
(ظرفیت گرمایی مولی هلیم در فشار ثابت $20/8\ J\cdot mol^{-1}\cdot{}^{\circ}C^{-1}$ است)

۱) +۱۸٫۶ ۲) +۴۳٫۲ ۳) −۱۸٫۶ ۴) −۴۳٫۲

۳۲ از سوختن کامل ۵۷٫۶ g متانول در فشار استاندارد و دمای ۲۵ °C، چند کیلوژول گرما آزاد می‌شود؟ (جرم مولی متانول $32\ g\cdot mol^{-1}$ و آنتالپی استاندارد تشکیل $CH_3OH_{(l)}$، $CO_{2(g)}$ و $H_2O_{(l)}$ به‌ترتیب برابر ۲۳۹−، ۳۹۴− و ۲۸۶− کیلوژول بر مول است.)

۱) ۷۲۷ ۲) ۱۳۰۸٫۶ ۳) ۱۴۵۴ ۴) ۲۶۱۷٫۲

۳۳ برای واکنش زیر در دمای اتاق، علامت ΔS و ΔG به‌ترتیب چگونه است؟

$$2\,SO_{3(g)} \longrightarrow 2\,SO_{2(g)} + O_{2(g)} \quad : \Delta H^{\circ} = +19/8\ kJ$$

۱) مثبت و منفی ۲) منفی و منفی ۳) مثبت و مثبت ۴) منفی و مثبت

www.ShimiPedia.ir

۳۴ کدام واکنش انرژی فعال‌سازی بیشتری دارد؟

۱) $NH_{۳(g)} + HCl_{(g)} \longrightarrow NH_۴Cl_{(s)}$

۲) $۲\,K_{(s)} + ۲\,H_۲O_{(l)} \longrightarrow H_{۲(g)} + ۲\,KOH_{(aq)}$

۳) $S_{(s)} + O_{۲(g)} \longrightarrow SO_{۲(g)}$

۴) $P_{۴(s)} + ۵\,O_{۲(g)} \longrightarrow P_۴O_{۱۰(s)}$

۳۵ کدام مطلب درست است؟

۱) آنتالپی استاندارد تشکیل الماس، صفر در نظر گرفته می‌شود.

۲) آنتالپی استاندارد تبخیر اتانول از دی‌اتیل اتر بیشتر است.

۳) انرژی لازم برای شکستن پی در پی همهٔ پیوندهای $C-H$ در مولکول متان یکسان است.

۴) آنتالپی استاندارد تشکیل بسیاری از مواد مانند اتان، اتن و اتین مقداری منفی است.

۳۶ درصد حجمی حل شونده در محلول شامل ۹٫۶ گرم متانول و ۱۱٫۵ گرم اتانول چقدر است؟ (از تغییر حجم صرف‌نظر شود. چگالی متانول و اتانول به‌ترتیب ۰٫۷۹۳ و ۰٫۷۸۹ گرم بر میلی‌لیتر، هم‌چنین جرم مولی آن‌ها به‌ترتیب ۳۲ و ۴۶ گرم بر مول است)

۱) ۴۵٫۳۶ ۲) ۴۵٫۶۳ ۳) ۵۴٫۶۳ ۴) ۵۴٫۳۶

۳۷ شروع نقطهٔ جوش و انجماد محلول ۲ مولال شکر به‌ترتیب در دمای ۱۰۱٫۰۴ °C و ۳٫۷۱ °C− است. بر این اساس شروع انجماد محلول ۰٫۵ مولال سدیم سولفات و شروع جوش محلول ۱٫۵ مولال مس(II) سولفات به‌ترتیب در چه دماهایی است؟

۱) ۱٫۸۵ °C− و ۱۰۰٫۷۸ °C ۲) ۲٫۷۷ °C− و ۱۰۱٫۵۶ °C

۳) ۳٫۷۰ °C− و ۱۰۱٫۰۴ °C ۴) ۳٫۷۰ °C− و ۱۰۱٫۵۶ °C

۳۸ کدام مقایسه دربارهٔ انحلال‌پذیری در آب ($g/۱۰۰\ g\ H_۲O$) گازهای زیر در فشار ۱ atm و دمای ۲۵ °C درست است؟

۱) $NH_۳ > HCl > CO_۲ > O_۲ > N_۲$ ۲) $HCl > NH_۳ > O_۲ > N_۲ > CO_۲$

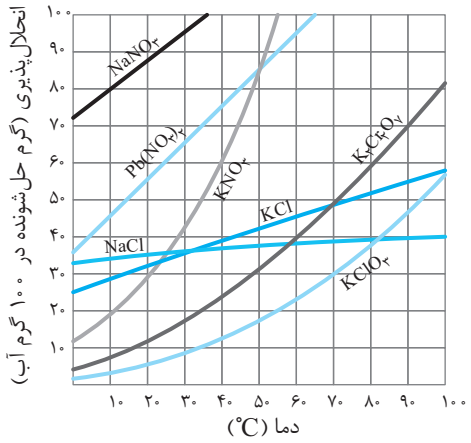
۳) $HCl > NH_۳ > CO_۲ > O_۲ > N_۲$ ۴) $NH_۳ > HCl > O_۲ > N_۲ > CO_۲$

۳۹ در دمای ۲۵ °C فشار بخار کدام ماده کمتر است؟

۱) اتانول ۲) اتانوییک اسید ۳) دی‌اتیل اتر ۴) اتانال

www.ShimiPedia.ir

۴۰ با توجه به نمودار زیر، در دمای $70\ ^\circ C$، محلول سیرشدهٔ پتاسیم کلرات، چند مولال است؟
$(K = 39 ،Cl = 35/5 ،O = 16)$



۱) ۰/۲۴ ۲) ۲/۲۴ ۳) ۲/۴۴ ۴) ۴/۰۸

۴۱ یون M^{2+} عامل سختی دائم آب و یون M^{3+} خنثی کنندهٔ بار الکتریکی ذره‌های میکروسکوپی گل و لای موجود در آب است. نام عنصر M کدام است؟

۱) کلسیم ۲) آلومینیوم ۳) منیزیم ۴) آهن

۴۲ در لایهٔ تروپوسفر، اکسیژن اتمی مورد نیاز برای واکنش $O + O_2 \longrightarrow O_3$، از طریق کدام واکنش فوتوشیمیایی تأمین می‌شود؟

۱) $NO_2 \longrightarrow NO + O$ ۲) $CO_2 \longrightarrow CO + O$
۳) $NO_3 \longrightarrow NO_2 + O$ ۴) $CO \longrightarrow C + O$

۴۳ بنزینی که بیشتر از آلکان‌های ..... تشکیل شده باشد، .....

۱) شاخه‌دار — به‌آسانی می‌سوزد. ۲) راست زنجیر — به‌آسانی می‌سوزد.
۳) شاخه‌دار — موجب کوبش موتور می شود. ۴) راست زنجیر — بسیار خوش‌سوز است.

۴۴ در کدام گونه اتمی با عدد اکسایش ۱ — وجود ندارد؟

۱) NaO_2 ۲) BaO_2 ۳) K_2O ۴) CaH_2

www.ShimiPedia.ir

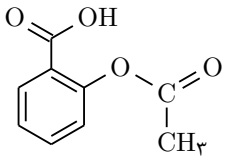
۴۵ اگر در مولکول استالدهید به‌جای اتم هیدروژن متصل به گروه کربونیل، گروه هیدروکسیل قرار گیرد، به مولکول کدام ماده تبدیل می‌شود؟

۱) استون ۲) متیل استات ۳) استیک اسید ۴) دی‌متیل اتر

۴۶ هر یک از ترکیب‌های C_3H_4 و C_2H_4O به‌ترتیب دارای چند ایزومر ساختاری هستند؟

۱) ۲ و ۲ ۲) ۲ و ۳ ۳) ۳ و ۲ ۴) ۳ و ۳

۴۷ کدام مطلب دربارهٔ ترکیبی با فرمول ساختاری داده شده درست است؟



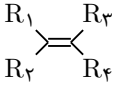
۱) دارای گروه عاملی اتر است.

۲) دارای گروه عاملی الکل است.

۳) فرمول مولکولی آن $C_9H_8O_4$ است.

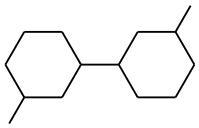
۴) نام علمی آن ۶– (استیل اوکسی)– بنزوییک اسید است.

۴۸ برای ترکیب C_4H_8 چند ساختار سیرنشده می‌توان رسم کرد که ایزومر هندسی (سیس و ترانس) داشته باشد؟

(آلکن  در صورتی ایزومر هندسی دارد که $R_1 \neq R_2$ و $R_3 \neq R_4$ باشد)

۱) ۰ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۴۹ در اثر مونوکلراسیون ترکیب زیر امکان تولید چند ایزومر ساختاری وجود دارد؟



۱) ۸ ۲) ۷

۳) ۴ ۴) ۱۱

۵۰ چه تعداد از مولکول‌های «اتان، بنزن، استیلن، سیکلوهگزان، پروپن و نفتالن» مسطح و ناقطبی هستند؟

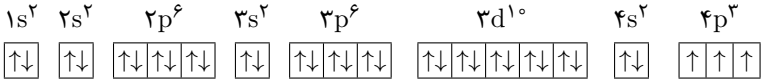
۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۵

www.ShimiPedia.ir

۱-۲ پاسخ تشریحی

۱ **گزینهٔ «۴»**

$_{33}As$: $1s^2$ $2s^2$ $2p^6$ $3s^2$ $3p^6$ $3d^{10}$ $4s^2$ $4p^3$



m_ℓ : ۰ ۰ $-1\ 0\ +1$ ۰ $-1\ 0\ +1$ $-2\ -1\ 0\ +1\ +2$ ۰ $-1\ 0\ +1$

الکترون با $m_\ell = -1$: ۷ اوربیتال اشغال شده با $m_\ell = +1$: ۴

الکترون با $m_\ell = +1$ و $m_s = +\frac{1}{2}$: ۴ اوربیتال پر شده با $m_\ell = 0$: ۷

۲ **گزینهٔ «۳»**

هسته‌های ناپایدار، یا بیش از ۸۴ پروتون دارند یا نسبت نوترون به پروتون در آن‌ها بزرگ‌تر یا مساوی $\frac{3}{2}$ است.

$$\frac{n}{p} \geq \frac{3}{2} \Rightarrow \frac{A-Z}{Z} \geq \frac{3}{2}$$

۳ **گزینهٔ «۳»**

در نماد ذرات زیراتمی، عدد بالایی، جرم نسبی و عدد پایینی، بار نسبی ذره است.

نماد نوترون : ${}^{1}_{0}n$

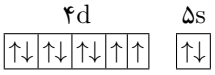
۴ **گزینهٔ «۳»**

عنصر نیکل در گروه ۱۰ قرار دارد و عنصر نقره در دورهٔ پنجم قرار دارد.

اتم A، در دورهٔ ۵ و گروه ۱۰ (زیر عنصر نیکل) قرار دارد.

عدد اتمی A $= 28 + 18$ یا $36 + 10 = 46$

$_{46}A$: $[_{36}Kr]\ 4d^8\ 5s^2 \Rightarrow$



ولی در صورت سؤال گفته شده که عنصر A، اوربیتال نیمه‌پر ندارد پس دو الکترون 5s را به 4d منتقل می‌کنیم:

$_{46}A$: $[_{36}Kr]\ 4d^{10} \Rightarrow$

تعداد اوربیتال‌های اشغال شده $= \frac{46}{2} = 23$ = تعداد اوربیتال‌های پر : چون همهٔ اوربیتال‌های عنصر A دو الکترونی هستند

www.ShimiPedia.ir

۵ **گزینهٔ «۳»**

در یک گروه از بالا به پایین، بار مؤثر هسته، تعداد لایه‌های الکترونی و شعاع اتمی افزایش می‌یابد؛ درحالی که الکترونگاتیوی کاهش می‌یابد، تعداد الکترون‌های ظرفیتی ثابت می‌ماند و چگالی و نقطهٔ جوش هم به‌طور نامنظم تغییر می‌کنند.

۶ **گزینهٔ «۱»**

شعاع کووالانسی (r_c) و واندروالسی (r_w) برای اتم فلوئور تعریف می‌شوند و شعاع واندروالسی از شعاع کووالانسی بزرگ‌تر است: $r_w > r_c$

هم‌چنین چون فلوئور، آنیون تشکیل می‌دهد، شعاع یونی آن نسبت به شعاع اتمی‌اش بزرگ‌تر است: $r_۲ > r_۱ > r_۳$

۷ **گزینهٔ «۳»**

از بین عنصرهای ذکر شده، اکسیژن، بیشترین خاصیت نافلزی، بیشترین الکترونگاتیوی و کمترین شعاع اتمی را دارد و گوگرد، کمترین انرژی اولین یونش (به دلیل استثناء بین گروه ۱۵ و ۱۶) را دارا است.

۸ **گزینهٔ «۳»**

یون مس(I) (Cu^+) و نقره (Ag^+) از قاعدهٔ هشتایی پیروی نمی‌کنند. هم‌چنین یون هیدرید (H^-) دوتایی است.

۹ **گزینهٔ «۳»**

کوپریک: $Cu^{۲+}$ و پرمنگنات: $MnO_۴^-$ ⇐ کوپریک پرمنگنات: $Cu(MnO_۴)_۲$

کلسیم: $Ca^{۲+}$ و سیانید: CN^- ⇐ کلسیم سیانید: $Ca(CN)_۲$

فریک: $Fe^{۳+}$ و فسفات: $PO_۴^{۳-}$ ⇐ فریک فسفات: $FePO_۴$

پتاسیم: K^+ و منگنات: $MnO_۴^{۲-}$ ⇐ پتاسیم منگنات: $K_۲MnO_۴$

توجه کنید که کاتیون‌های فلزات واسطه که دو یون با بارهای متفاوت تشکیل می‌دهند، یون با بار کمتر پسوند «ـو» و یون با بار بیشتر پسوند «ـیک» می‌گیرد (در نام‌گذاری قدیمی).

۱۰ **گزینهٔ «۲»**

یک ترکیب یونی از نظر الکتریکی خنثی است و مجموع بار کاتیون‌ها با مجموع بار آنیون‌ها برابر است، نه تعداد آنیون‌ها و کاتیون‌ها. سایر گزینه‌ها درست هستند.

www.ShimiPedia.ir

۱۱ **گزینهٔ «۳»**

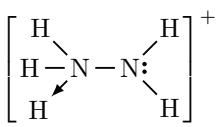
$PH_4Cl \Rightarrow PH_4^+: \ ۱۵ + ۴ \times ۱ - ۱ = ۱۸e$ و $Cl^-: \ ۱۷ + ۱ = ۱۸e$

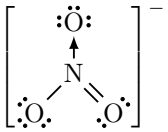
$Co(NO_2)_3 \Rightarrow Co^{3+}: \ ۲۷ - ۳ = ۲۴e$ و $NO_2^-: \ ۷ + ۲ \times ۸ + ۱ = ۲۴e$

$Fe(NO_3)_3 \Rightarrow Fe^{3+}: \ ۲۶ - ۳ = ۲۳e$ و $NO_3^-: \ ۷ + ۳ \times ۸ + ۱ = ۳۲e$

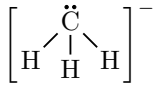
$ScCl_3 \Rightarrow Sc^{3+}: \ ۲۱ - ۳ = ۱۸e$ و $Cl^-: \ ۱۷ + ۱ = ۱۸e$

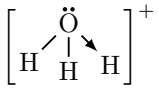
۱۲ **گزینهٔ «۲»**

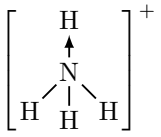

$N_2H_5^+$


NO_3^-

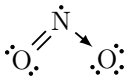
CO

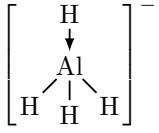

CH_3^-

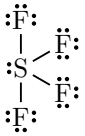

H_3O^+

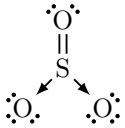

NH_4^+

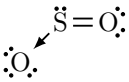
NO


NO_2


AlH_4^-


SF_4


SO_3


SO_2

۱۳ **گزینهٔ «۳»**

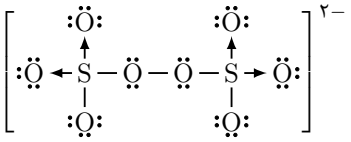
$B: \ ۱s^2 \ ۲s^2 \ ۲p^1$ ، $H: \ ۱s^2$

تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت بور: ۳
تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت هیدروژن: ۱
$\Rightarrow B_2H_6: \ ۲ \times ۳ + ۶ \times ۱ = ۱۲$

توجه: در ساختار دی‌بوران (B_2H_6)، هیدروژن‌هایی که بین دو اتم بور پل شده‌اند، دو الکترون پیوندی را در دو پیوند کووالانسی شرکت داده‌اند. به این نوع پیوند، پیوند دو الکترون– سه مرکزی گفته می‌شود که از پیوندهای یگانهٔ معمولی سست‌تر است.

www.ShimiPedia.ir

۱۴ **گزینهٔ «۳»**



عدد اکسایش گوگرد در $S_2O_8^{2-}$: $+۶ = ۰ \leftarrow ۶-$ ← تعداد الکترون‌های لایه‌ی ظرفیت گوگرد

تعداد الکترون‌های گوگرد در صورت یونی فرض کردن پیوندها

اگر از روش معمول برای محاسبهٔ عدد اکسایش گوگرد استفاده کنیم، داریم:

$$۲S + ۸(-۲) = -۲ \Rightarrow S = +۷$$

که نادرست است (چون حداکثر عدد اکسایش گوگرد، $+۶$ است). به‌این دلیل عدد اکسایش اشتباه به‌دست آمد که در ساختار یون، ۲ اکسیژن تشکیل دهندهٔ پل عدد اکسایش -۱ دارند ولی ما برای همهٔ اکسیژن‌ها عدد اکسایش -۲ در نظر گرفتیم.

عدد اکسایش کلر در کلرات: $ClO_3^- \Rightarrow Cl + ۳(-۲) = -۱ \Rightarrow Cl = +۵$

عدد اکسایش فسفر در دی‌هیدروژن فسفات: $H_2PO_4^- \Rightarrow P + ۴(-۲) + ۲(+۱) = -۱ \Rightarrow P = +۵$

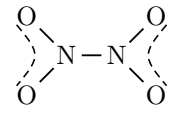
عدد اکسایش منگنز در منگنات: $MnO_4^{2-} \Rightarrow Mn + ۴(-۲) = -۲ \Rightarrow Mn = +۶$

عدد اکسایش منگنز در پرمنگنات: $MnO_4^- \Rightarrow Mn + ۴(-۲) = -۱ \Rightarrow Mn = +۷$

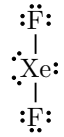
۱۵ **گزینهٔ «۱»**

عنصر اکسیژن آنیون‌های پراکسید (O_2^{2-})، سوپراکسید (O_2^-) و اوزونید (O_3^-) را تشکیل می‌دهد.

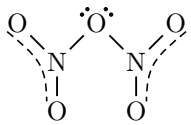
۱۶ **گزینهٔ «۳»**



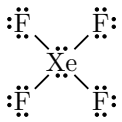
N_2O_4: متقارن و ناقطبی



XeF_2: متقارن و ناقطبی



N_2O_5: نامتقارن و قطبی



XeF_4: متقارن و ناقطبی

www.ShimiPedia.ir

۱۷ **گزینهٔ «۳»**

CH_2F_2: $C + 2(+1) + 2(-1) = 0 \Rightarrow C = 0$

NO_2^+: $N + 2(-2) = +1 \Rightarrow N = +5$

$COCl_2$: $C + (-2) + 2(-1) = 0 \Rightarrow C = +4$

NO_2^-: $N + 2(-2) = -1 \Rightarrow N = +3$

SeO_2: $Se + 2(-2) = 0 \Rightarrow Se = +4$

HCO_3^-: $+1 + C + 3(-2) = -1 \Rightarrow C = +4$

ClO_2: $Cl + 2(-2) = 0 \Rightarrow Cl = +4$

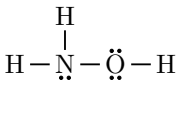
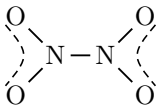
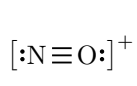
۱۸ **گزینهٔ «۴»**

هر چه نیروهای بین مولکولی بیشتر باشد، ترکیب آسان‌تر مایع می‌شود. (ترکیب CO کمی قطبی است و نیروهای بین مولکولی آن بیشتر از N_2 ناقطبی است.)

۱۹ **گزینهٔ «۴»**

در بین هیدریدهای عناصر گروه ۱۵، SbH_3 (به‌دلیل جرم مولی زیاد و نیروی لاندن نسبتاً قوی)، نقطهٔ جوش بیشتری از آمونیاک (که پیوند هیدروژنی نسبتاً ضعیفی دارد و نیروی بین مولکولی زیادی ندارد) دارد. سایر گزینه‌ها درست هستند.

۲۰ **گزینهٔ «۳»**

	NH_2OH	N_2O_4	NO	NO^+
				
مرتبهٔ پیوند:	۱	۱٫۵	۲	۳

مرتبهٔ پیوند بیشتر، پیوند قوی‌تر و طول پیوند کمتر $\Leftarrow \ell_3 < \ell_1 < \ell_4 < \ell_2$

۲۱ **گزینهٔ «۱»**

واکنش را از روش وارسی موازنه می‌کنیم. ابتدا ضریب H_3PO_4 را یک در نظر می‌گیریم. سپس به‌ترتیب از روی عناصر O، H، I و P ضرایب H_2O، PH_4I، P_2I_4 و P_4 را تعیین می‌کنیم. سپس

www.ShimiPedia.ir

ضرایب را در ۳۲ ضرب می‌کنیم.

$$\frac{۱۳}{۳۲}\,P_۴ + ۴\,H_۲O + \frac{۵}{۱۶}\,P_۲I_۴ \longrightarrow \frac{۵}{۴}\,PH_۴I + ۱\,H_۳PO_۴ \quad \Rightarrow$$

$$۱۳\,P_۴ + ۱۲۸\,H_۲O + ۱۰\,P_۲I_۴ \longrightarrow ۴۰\,PH_۴I + ۳۲\,H_۳PO_۴$$

$$\frac{\text{ضریب } H_۲O}{\text{ضریب } H_۳PO_۴} = \frac{۳۲ \times ۴}{۳۲ \times ۱} = ۴$$

۲۲ **گزینهٔ «۳»**

$$Li_۲CO_{۳(s)} \xrightarrow{\Delta} Li_۲O_{(s)} + CO_{۲(g)}$$

$$?\,L\,CO_۲: ۱۴/۸\,g\,Li_۲CO_۳ \times \left(\frac{۱\,mol\,Li_۲CO_۳}{۷۴\,g\,Li_۲CO_۳}\right) \times \left(\frac{۱\,mol\,CO_۲}{۱\,mol\,Li_۲CO_۳}\right)$$

$$\times \left(\frac{\text{عملی } ۸۷/۵\,mol\,CO_۲}{\text{نظری } ۱۰۰\,mol\,CO_۲}\right) \times \left(\frac{۴۴\,g\,CO_۲}{۱\,mol\,CO_۲}\right) \times \left(\frac{۱\,L\,CO_۲}{۱/۱\,g\,CO_۲}\right) = ۷\,L\,CO_۲$$

۲۳ **گزینهٔ «۱»**

ابتدا واکنش دهندهٔ محدودکننده را می‌یابیم:

$$?\,mol\,SO_۲: ۱/۸۴\,g\,SO_۲ \times \left(\frac{۱\,mol\,SO_۲}{۶۴\,g\,SO_۲}\right) = ۰/۰۲۸۸\,mol\,SO_۲$$

$$?\,mol\,KClO_۳: ۱۰۰\,mL\,\text{محلول } KClO_۳ \times \left(\frac{۰/۵\,mol\,KClO_۳}{۱۰۰۰\,mL\,\text{محلول } KClO_۳}\right)$$

$$= ۰/۰۵\,mol\,KClO_۳$$

$$\frac{۰/۰۲۸۸\,mol\,SO_۲}{۱} > \frac{۰/۰۵\,mol\,KClO_۳}{۲} \Rightarrow \text{محدودکننده } KClO_۳$$

$$?\,g\,ClO_۲: ۰/۰۵\,mol\,KClO_۳ \times \left(\frac{۲\,mol\,ClO_۲}{۲\,mol\,KClO_۳}\right) \times \left(\frac{۶۷/۵\,g\,ClO_۲}{۱\,mol\,ClO_۲}\right) = ۳/۳۷۵\,g\,ClO_۲$$

۲۴ **گزینهٔ «۴»**

فرض می‌کنیم x گرم منیزیم واکنش می‌دهد:

$$Mg_{(s)} + ۲\,HCl_{(aq)} \longrightarrow MgCl_{۲(aq)} + H_{۲(g)}$$

$$?\,mol\,MgCl_۲: x\,g\,Mg \times \left(\frac{۱\,mol\,Mg}{۲۴\,g\,Mg}\right) \times \left(\frac{۱\,mol\,MgCl_۲}{۱\,mol\,Mg}\right) = \frac{x}{۲۴}\,mol\,MgCl_۲$$

$$?\,mol\,HCl\,\text{مصرفی}: x\,g\,Mg \times \left(\frac{۱\,mol\,Mg}{۲۴\,g\,Mg}\right) \times \left(\frac{۲\,mol\,HCl}{۱\,mol\,Mg}\right) = \frac{x}{۱۲}\,mol\,HCl$$

$$?\,mol\,HCl\,\text{کل}: ۱۰۰\,mL\,\text{محلول } HCl \times \left(\frac{۱\,mol\,HCl}{۱۰۰۰\,mL\,\text{محلول } HCl}\right) = ۰/۱\,mol\,HCl$$

www.ShimiPedia.ir

$$\text{باقی‌مانده } \text{mol HCl} = \left(۰/۱ - \frac{x}{۱۲}\right) \text{ mol HCl}$$

چون $MgCl_2$ و HCl در یک محلول هستند حجمشان برابر است و برای برابر بودن مولاریته باید مول‌شان برابر باشد.

$$\frac{x}{۲۴} = ۰/۱ - \frac{x}{۱۲} \Rightarrow x = ۰/۸ \text{ g Mg}$$

۲۵ **گزینهٔ «۲»**

$$\text{درصد جرمی HCl در محلول} = ?\ \frac{\text{g HCl}}{\text{g محلول}}\% : \frac{۱۲ \text{ mol HCl}}{۱۰۰۰ \text{ mL محلول}} \times \left(\frac{۱ \text{ mL محلول}}{۱/۱۸ \text{ g محلول}}\right) \times \left(\frac{۳۶/۵ \text{ g HCl}}{۱ \text{ mol HCl}}\right) \times ۱۰۰\,\% = ۳۷/۱۲\,\%$$

۲۶ **گزینهٔ «۴»**

$$\text{ظرفیت گرمایی مولی } (\text{J·mol}^{-۱}\text{·°C}^{-۱}) = \text{ظرفیت گرمایی ویژه } (\text{J·g}^{-۱}\text{·°C}^{-۱}) \times \text{جرم مولی } (\text{g·mol}^{-۱})$$

$$\Rightarrow \text{جرم مولی} = \frac{۱۴۸/۳۴ \text{ J·mol}^{-۱}\text{·°C}^{-۱}}{۲/۳۹ \text{ J·g}^{-۱}\text{·°C}^{-۱}} = ۶۲/۰۷ \text{ g·mol}^{-۱}$$

فقط جرم مولی گزینهٔ ۴ برابر این مقدار است ولی می‌توان فرمول مولکولی ترکیب را هم به‌دست آورد.

فرض می‌کنیم ۱۰۰ گرم از ترکیب داریم:

$$? \text{ mol C}: ۳۸/۷۱ \text{ g C} \times \left(\frac{۱ \text{ mol C}}{۱۲ \text{ g C}}\right) = ۳/۲۳ \text{ mol C} \xrightarrow{\div ۳/۲۳} ۱ \text{ mol C}$$

$$? \text{ mol H}: ۹/۶۸ \text{ g H} \times \left(\frac{۱ \text{ mol H}}{۱ \text{ g H}}\right) = ۹/۶۸ \text{ mol H} \xrightarrow{\div ۳/۲۳} ۳ \text{ mol H}$$

$$? \text{ mol O}: ۵۱/۶۱ \text{ g O} \times \left(\frac{۱ \text{ mol O}}{۱۶ \text{ g O}}\right) = ۳/۲۳ \text{ mol O} \xrightarrow{\div ۳/۲۳} ۱ \text{ mol O}$$

$$\Rightarrow \text{فرمول تجربی: } CH_2O \rightarrow n = \frac{\text{جرم مولی ترکیب}}{\text{جرم مولی فرمول تجربی}} = \frac{۶۲}{۳۱} = ۲$$

$$\Rightarrow \text{فرمول مولکولی: } C_2H_6O_2$$

۲۷ **گزینهٔ «۴»**

$$d = \frac{PM}{RT} \Rightarrow M = \frac{dRT}{P} = \frac{۵/۶۶ \text{ g·L}^{-۱} \times ۰/۰۸۲۱ \frac{\text{atm·L}}{\text{mol·K}} \times ۳۰۸ \text{ K}}{۷۴۵ \text{ mmHg} \times \frac{۱ \text{ atm}}{۷۶۰ \text{ mmHg}}} = ۱۴۶/۰۱ \text{ g·mol}^{-۱}$$

www.ShimiPedia.ir

۲۸ **گزینهٔ «۱»**

$$MnO_{۲(s)} + ۴\,HCl_{(aq)} \longrightarrow MnCl_{۲(aq)} + Cl_{۲(g)} + ۲\,H_۲O_{(l)}$$

$$?\,g \text{ ناخالصی}: ۳۵/۵\,g\,Cl_۲ \times \left(\frac{۱\,mol\,Cl_۲}{۷۱\,g\,Cl_۲}\right) \times \left(\frac{۱\,mol\,MnO_۲}{۱\,mol\,Cl_۲}\right) \times \left(\frac{۸۷\,g\,MnO_۲}{۱\,mol\,MnO_۲}\right)$$
$$\times \left(\frac{۲۰\,g \text{ ناخالصی}}{۸۰\,g\,MnO_۲}\right) = ۱۰/۸۷۵\,g \text{ ناخالصی}$$

۲۹ **گزینهٔ «۴»**

$$\Delta E = q + w \xrightarrow{\text{در فشار ثابت}} \Delta E = q_P + w = \Delta H + w \Rightarrow w = \Delta E - \Delta H$$
$$= -۱۰۳۲ - (-۱۰۳۷) = ۵\,kJ = +۵۰۰۰\,J$$

۳۰ **گزینهٔ «۲»**

$$N_{۲(g)} + \frac{۵}{۲}\,O_{۲(g)} \longrightarrow N_۲O_{۵(g)} \quad : \Delta H^\circ = \Delta H^\circ_{f\,(N_۲O_{۵(g)})} = +۱۱/۳ kJ\cdot mol^{-۱}$$

ابتدا واکنش دهندهٔ محدودکننده را می‌یابیم:

$$?\,mol\,N_۲: \; ۹\,L\,N_۲ \times \left(\frac{۱\,mol\,N_۲}{۲۴/۲\,L\,N_۲}\right) = ۰/۳۷۱۹\,mol\,N_۲$$

$$?\,mol\,O_۲: \; ۱۸\,L\,O_۲ \times \left(\frac{۱\,mol\,O_۲}{۲۴/۲\,L\,O_۲}\right) = ۰/۷۴۳۸\,mol\,O_۲$$

$$\frac{۰/۷۴۳۸\,mol\,O_۲}{۲/۵} < \frac{۰/۳۷۱۹\,mol\,N_۲}{۱} \Rightarrow O_۲ \text{ محدود کننده}$$

$$?\,kJ: \; ۰/۷۴۳۸\,mol\,O_۲ \times \left(\frac{۱\,mol\,N_۲O_۵}{۲/۵\,mol\,O_۲}\right) \times \left(\frac{۱۱/۳\,kJ}{۱\,mol\,N_۲O_۵}\right) = ۳/۳۶\,kJ$$

۳۱ **گزینهٔ «۱»**

در ابتدا بالون در شرایط STP (۲۷۳ K و ۱ atm) قرار دارد.

می‌دانیم که $C_{v,m} = C_{p,m} - R$

$$\Delta E = nC_{v,m}\Delta T = ۳۹/۱\,mol \times (۲۰/۸ - ۸/۳۱۴)\,J\cdot mol^{-۱}\cdot K^{-۱} \times (۲۷۳ + ۳۸ - ۲۷۳)\,K$$
$$= +۱۸۵۵۲J = +۱۸/۵۵\,kJ$$

۳۲ **گزینهٔ «۲»**

$$CH_۳OH_{(l)} + \frac{۳}{۲}\,O_{۲(g)} \longrightarrow CO_{۲(g)} + ۲\,H_۲O_{(l)}$$

$$\Delta H^\circ = \sum \Delta H^\circ_{f\,\text{فراورده}} - \sum \Delta H^\circ_{f\,\text{واکنش‌دهنده}} = \Delta H^\circ_{f(CO_{۲(g)})} + ۲\Delta H^\circ_{f(H_۲O_{(l)})}$$

www.ShimiPedia.ir

$$-\Delta H^{\circ}_{f_{(CH_3OH_{(l)})}} = -۳۹۴ + ۲(-۲۸۶) - (-۲۳۹) = -۷۲۷\ kJ\cdot mol^{-۱}$$

$$?\ kJ: ۵۷/۶\ g\ CH_3OH \times \left(\frac{۱\ mol\ CH_3OH}{۳۲\ g\ CH_3OH}\right) \times \left(\frac{-۷۲۷\ kJ}{۱\ mol\ CH_3OH}\right) = -۱۳۰۸/۶\ kJ$$

۳۳ **گزینهٔ «۳»**

این واکنش با افزایش مول گازی همراه است بنابراین ΔS واکنش مثبت است (ΔH واکنش هم مثبت است بنابراین واکنش در دماهای پایین (حدود دمای اتاق) غیر خودبه‌خودی است و ΔG واکنش در این دما مثبت است.)

۳۴ **گزینهٔ «۳»**

واکنش‌هایی که در دمای اتاق به‌راحتی و بدون نیاز به انرژی انجام می‌شوند، انرژی فعال‌سازی ندارند (یا انرژی فعال‌سازی ناچیزی دارند).

هنگام مجاورت گاز هیدروژن کلرید با آمونیاک، این دو ماده با هم واکنش می‌دهند و جامد سفید رنگ آمونیوم کلرید تولید می‌شود.

با ریختن پتاسیم در آب، پتاسیم با آب به‌شدت واکنش می‌دهد.

با قرار دادن فسفر سفید (P_4) در هوای آزاد، P_4 آتش می‌گیرد و اکسید می‌شود (به همین دلیل P_4 را زیر آب نگهداری می‌کنند).

ولی گوگرد را می‌توان مدت‌ها در هوای آزاد قرار داد و تا آن‌را گرم نکنیم، نمی‌سوزد. پس واکنش سوختن گوگرد انرژی فعال‌سازی بیشتری دارد.

۳۵ **گزینهٔ «۲»**

به‌دلیل وجود پیوند هیدروژنی در اتانول، نیروهای بین مولکولی آن قوی‌تر از دی‌اتیل اتر است و برای تبخیر اتانول انرژی بیشتری لازم است (با اینکه جرم مولی دی‌اتیل اتر بیشتر است) بنابراین آنتالپی استاندارد تبخیر اتانول از دی‌اتیل اتر بیشتر است.

حالت استاندارد کربن، گرافیت است، بنابراین آنتالپی استاندارد تشکیل آن صفر است و آنتالپی استاندارد تشکیل الماس مثبت در نظر گرفته می‌شود.

انرژی لازم برای شکستن اولین پیوند $C-H$ در متان از انرژی لازم برای شکستن بقیه‌ی پیوندها بیشتر است (به‌دلیل پایداری بیشتر متان نسبت به رادیکال‌های CH_3، CH_2 و CH) و ما از آنتالپی متوسط استاندارد پیوند استفاده می‌کنیم.

آنتالپی تشکیل اتن و اتین مثبت و آنتالپی تشکیل اتان منفی است.

www.ShimiPedia.ir

۳۶ **گزینهٔ «۳»**

در محلول‌هایی که حلال و حل‌شونده هر دو مایع هستند، ترکیبی که مقدار (مول) بیشتری داشته باشد، حلال است.

$$?\ \text{mol EtOH}:\ ۱۱/۵\ \text{g EtOH} \times \left(\frac{۱\ \text{mol EtOH}}{۴۶\ \text{g EtOH}}\right) = ۰/۲۵\ \text{mol EtOH}$$

$$?\ \text{mol MeOH}:\ ۹/۶\ \text{g MeOH} \times \left(\frac{۱\ \text{mol MeOH}}{۳۲\ \text{g MeOH}}\right) = ۰/۳\ \text{mol MeOH}$$

$\Rightarrow$ متانول حلال است

$$\text{درصد حجمی حل شونده} = \frac{\text{حجم حل شونده}}{\text{حجم محلول}} \times ۱۰۰\,\%$$

$$= \frac{۱۱/۵\ \text{g EtOH} \times \left(\frac{۱\ \text{mL EtOH}}{۰/۷۸۹\ \text{g EtOH}}\right)}{۱۱/۵\ \text{g EtOH} \times \left(\frac{۱\ \text{mL EtOH}}{۰/۷۸۹\ \text{g EtOH}}\right) + ۹/۶\ \text{g MeOH} \times \left(\frac{۱\ \text{mL MeOH}}{۰/۷۹۳\ \text{g MeOH}}\right)} \times ۱۰۰\,\%$$

$$= \frac{۱۴/۵۸}{۱۴/۵۸ + ۱۲/۱۱} \times ۱۰۰\,\% = ۵۴/۶۳\,\%$$

۳۷ **گزینهٔ «۲»**

شکر به‌صورت مولکولی حل می‌شود.

$$\Delta t_b = mK_b \quad \text{و} \quad \Delta t_f = mK_f \qquad (m \text{ مولالیته ذرات})$$

$$\frac{(\Delta t_b)_{\text{شکر}}}{(\Delta t_b)_{\text{CuSO}_۴}} = \frac{m_{\text{شکر}}}{m_{\text{CuSO}_۴}} \Rightarrow \frac{۱/۰۴}{(\Delta t_b)_{\text{CuSO}_۴}} = \frac{۲}{۱/۵ \times ۲}$$

$$\Rightarrow (\Delta t_b)_{\text{CuSO}_۴} = ۱/۵۶\ ^\circ\text{C} \Rightarrow (t_b)_{\text{CuSO}_۴} = ۱۰۱/۵۶\ ^\circ\text{C}$$

$$\frac{(\Delta t_f)_{\text{شکر}}}{(\Delta t_f)_{\text{Na}_۲\text{SO}_۴}} = \frac{m_{\text{شکر}}}{m_{\text{Na}_۲\text{SO}_۴}} \Rightarrow \frac{-۳/۷۱}{(\Delta t_f)_{\text{Na}_۲\text{SO}_۴}} = \frac{۲}{۰/۵ \times ۳}$$

$$\Rightarrow (\Delta t_f)_{\text{Na}_۲\text{SO}_۴} = -۲/۷۸\ ^\circ\text{C} \Rightarrow (t_f)_{\text{Na}_۲\text{SO}_۴} = -۲/۷۸\ ^\circ\text{C}$$

۳۸ **گزینهٔ «۳»**

$\text{HCl}_{(g)}$ وقتی در آب حل می شود به‌طور کامل تفکیک می‌گردد و محلول $\text{HCl}_{(aq)}$ را تولید می‌کند. در حالی که آمونیاک در آب به‌طور جزئی تفکیک می‌شود و محلول آمونیاک را تولید می‌کند. بنابراین انحلال‌پذیری HCl بیشتر از آمونیاک است. بین سه گاز دیگر، $CO_۲$ وقتی در آب حل می‌شود، به‌عنوان اسید ضعیف عمل می‌کند و محلول کربنیک اسید را تولید می‌کند و بیشتر از دو گاز $O_۲$ و $N_۲$ (که به‌طور مولکولی در آب حل می‌شوند) در آب حل می‌شود.

www.ShimiPedia.ir

۳۹ **گزینهٔ «۲»**

با تعداد کربن برابر، اسیدهای آلی (به دلیل پیوند هیدروژنی قوی و جرم مولی بالا) نقطهٔ جوش بیشتری از الکل‌ها (با پیوند هیدروژنی کمی ضعیف‌تر و جرم مولی کمتر) دارند. آلدهیدها نیز به‌خاطر عدم وجود پیوند هیدروژنی، نقطهٔ جوش کمتری از الکل‌های هم‌کربن دارد و اترها هم به‌دلیل قطبیت کم، نقطهٔ جوش پایینی (حتی نسبت به اسیدها و الکل‌های با یک یا دو کربن کمتر) دارند. بین گزینه‌ها، اتانوییک اسید بیشترین نقطهٔ جوش را دارد. هر چه نقطهٔ جوش بیشتر باشد، فشار بخار کمتر است؛ بنابراین اتانوییک اسید کمترین فشار بخار را دارد.

۴۰ **گزینهٔ «۳»**

از روی نمودار، در محلول سیر شدهٔ $KClO_3$ در دمای $70\,^\circ C$، ۳۰ گرم $KClO_3$ در ۱۰۰ گرم آب حل می‌شود.

$$\text{مولالیته} = \frac{\text{مول حل شونده}}{\text{کیلوگرم حلال}} = \frac{\frac{30\ g\ KClO_3}{122/5\ g\cdot mol^{-1}\ KClO_3}}{0/1\ kg\ H_2O} = 2/448\ m\ KClO_3$$

۴۱ **گزینهٔ «۴»**

یون‌های Ca^{2+}، Mg^{2+} و Fe^{2+} عامل سختی دائم و یون‌های Al^{3+} و Fe^{3+} عامل خنثی کننده بار الکتریکی کلوئیدها هستند.

۴۲ **گزینهٔ «۱»**

اوزون تروپوسفری بر اثر تابش پرتوهای خورشیدی بر مولکول‌های NO_2 به‌وجود می‌آید:

$$NO_2 \longrightarrow NO + O$$
$$O \longrightarrow O_2 + O_3$$

۴۳ **گزینهٔ «۲»**

هیدروکربن‌های راست‌زنجیر، در ماشین به آسانی می‌سوزند و موجب کوبش موتور می‌شوند. در صورتی که آلکان‌های شاخه‌دار بهتر می‌سوزند و ایزواکتان بسیار خوش‌سوز است.

۴۴ **گزینهٔ «۳»**

$$NaO_2:\ Na = +1 \ \text{و}\ 2O = -1 \Rightarrow O = -\frac{1}{2}$$

ولی می‌دانیم که عدد اکسایش کسری نداریم و عدد به‌دست آمده در واقع میانگین عدد اکسایش دو اکسیژن است. برای محاسبهٔ دقیق عدد اکسایش، ساختار لوئیس را رسم می‌کنیم:

عدد اکسایش $= 6 - 6 = 0$

$$O_2^-:\quad [:\ddot{O}-\ddot{O}:]^-$$

عدد اکسایش $= 6 - 7 = -1$

www.ShimiPedia.ir

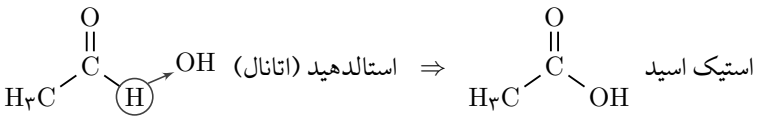
پس در یون سوپراکسید دو اکسیژن با عدد اکسایش‌های -۱ و ۰ داریم.

$BaO_۲$: $Ba = +۲$ و $۲O = -۲ \Rightarrow O = -۱$

$K_۲O$: $K = +۱$ و $O = -۲$

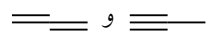
$CaH_۲$: $Ca = +۲$ و $۲H = -۲ \Rightarrow H = -۱$

۴۵ **گزینهٔ «۳»**



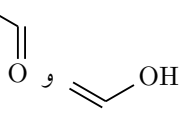
۴۶ **گزینهٔ «۴»**

$C_۳H_۴$: درجهٔ غیراشباع $= \frac{۲C + ۲ - H}{۲} = ۲ \rightarrow$ یک پیوند پای و یک حلقه یا دو پیوند پای



$\Leftarrow$ ۳ ایزومر

$C_۲H_۴O$: درجهٔ غیراشباع $= \frac{۲C + ۲ - H}{۲} = ۱ \rightarrow$ یک حلقه یا یک پیوند پای

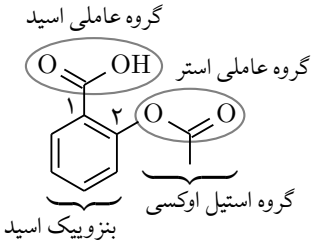


$\Leftarrow$ ۳ ایزومر

۴۷ **گزینهٔ «۳»**

فرمول مولکولی: $C_۹H_۸O_۴$

نام علمی این ترکیب، ۲ـ(استیل اوکسی) بنزوییک اسید است.



۴۸ **گزینهٔ «۲»**

$\text{درجهٔ غیراشباع} = \frac{۲C + ۲ - H}{۲} = ۱ \Rightarrow$ یک حلقه یا یک پیوند پای

چون در صورت سؤال ساختارهای سیر نشده خواسته شده است فقط حالت یک پیوند پای را درنظر می‌گیریم.

www.ShimiPedia.ir

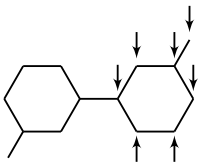
ایزومرهای ساختاری $C_۴H_۸$ را رسم می‌کنیم:

ایزومر هندسی ندارد
$(R_۱ = R_۲ = H)$

ایزومر هندسی دارد

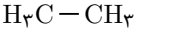
ایزومر هندسی ندارد
$(R_۱ = R_۲ = H)$

۴۹ **گزینهٔ «۲»**



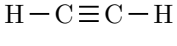
حالت‌های مختلف قرار گرفتن کلر با فلش نشان داده شده‌اند.
سایر حالت‌ها مشابه حالت‌های نشان داده شده هستند.

۵۰ **گزینهٔ «۲»**



اتان: غیرمسطح و ناقطبی

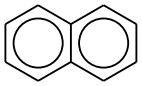
بنزن: مسطح و غیرقطبی



استیلن: مسطح و ناقطبی

سیکلوهگزان: غیرمسطح و ناقطبی

پروپن: غیرمسطح و قطبی



نفتالن: مسطح و ناقطبی

پروپن به‌دلیل بیشتر بودن الکترونگاتیوی کربن‌های $sp^۲$ نسبت به کربن‌های $sp^۳$، کمی قطبی است.

www.ShimiPedia.ir