



برگی از درخت امید شیمی

مسائل پیشرفته برای امید شیمی

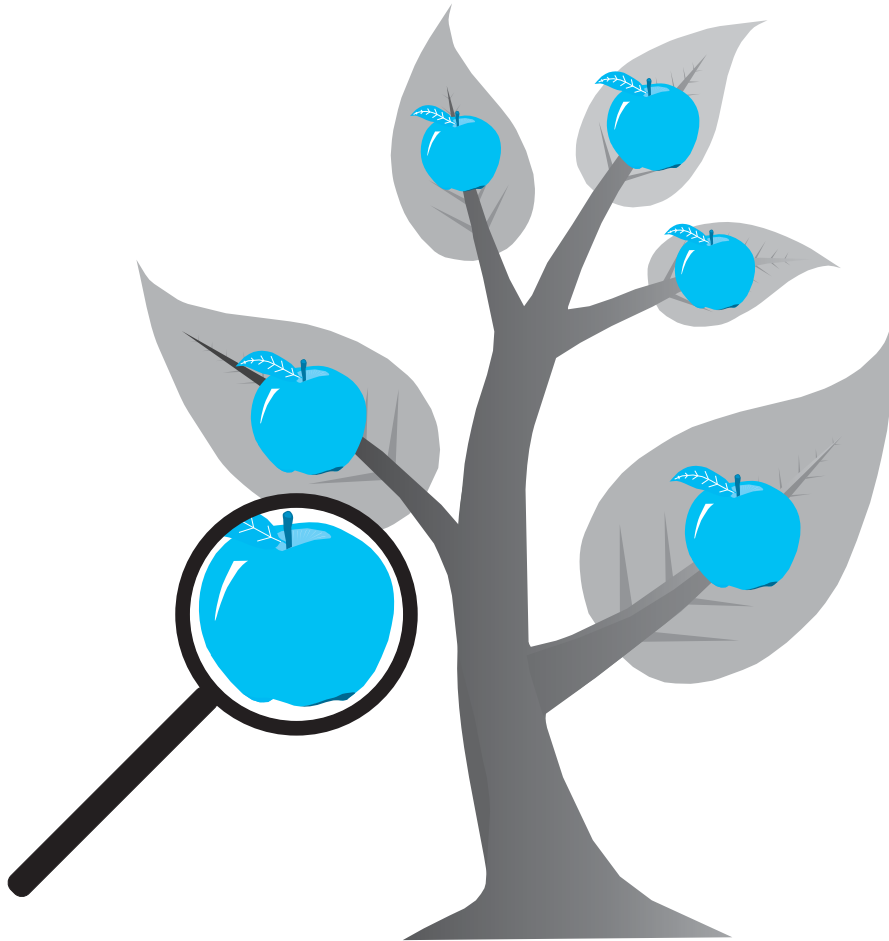
مؤلفین

ممدرضا امیرمشیری (دارنده مدال نقره جهانی)

امیرمسین ناصری (دارنده مدال طلای جهانی)



انستیتوت خورشید



درخت المپیاد درختی است که توسط انتشارات خوشخوان کاشته شده و هریک از کتابهای این پروژه برگگی از آن است. وظیفه‌ی ما نگهداری و آبیاری این درخت است. امیدواریم با عنایات حضرت حق این درخت، تنومند شده و به بار واقعی بنشیند. فراموش نکنید که بار و میوه‌ی این درخت شما عزیزان می‌باشید.

التماس دعا



پروژه‌ی درخت المپیاد

اعتقاد بر این است که شروع فعالیت‌های المپیاد به صورت حرفه‌ای، باید از ابتدای دوره‌ی دبیرستان شروع شود. اکثر المپیادهای علمی در زمستان سال سوم دبیرستان تعیین تکلیف می‌شوند. بنابراین از شروع دبیرستان تا اواسط سال سوم حدوداً ۸ ترم تحصیلی می‌شود (با احتساب فصل و ترم تابستان) که لازم است برنامه‌ریزی دقیقی برای این چند ترم انجام شود.

انتشارات خوشخوان این برنامه‌ریزی را در قالب پروژه‌ی درخت المپیاد انجام داده است که هر شاخه از درخت، مبحثی از آن المپیاد و هر برگ از آن شاخه شماره‌ای از آن مبحث می‌باشد.

به عنوان مثال اپتیک (۱) کتابی است که در یک ترم تحصیلی در یک کلاس ممتاز می‌توان برای داوطلبان المپیاد فیزیک تدریس کرد.

با عنایات حضرت حق و با کمک تنی چند از همکاران گرامی کتب مربوط به این درخت در هر رشته‌ای از المپیاد معرفی خواهد شد.

منتظر پیشنهادات و نظرات شما سروران هستیم.

گروه المپیاد

انتشارات خوشخوان



مسابقه‌ها، کنکورها و المپیادهای علمی همایش‌هایی هستند که کم‌وبیش در سرتاسر دنیای پهناور به صورت داخلی و بین‌المللی برگزار می‌شود و سال به سال به تنوع، جذبه و عظمت آن‌ها افزوده می‌شود. یکی از این همایش‌های باشکوه که هر سال در چندین رشته در سطح دانش‌آموزان سنوات آخر دوره متوسطه برگزار می‌شود المپیادهای علمی می‌باشد که قدیمی‌ترین آن المپیاد ریاضی بوده و از سال ۱۹۵۹ آغاز و تا به حال ادامه داشته است.


در حال حاضر نتیجه‌ی کسب شده در المپیادهای علمی برای هر کشوری یکی از شاخص‌های قدرت علمی آن کشور محسوب شده و نفرات ممتاز این المپیادها به راحتی جذب دانشگاه‌ها و آکادمی‌های ممتاز جهان شده و پس از گذشت سنواتی چند به موفقیت‌های چشم‌گیری نایل می‌شوند چنانچه بسیاری از دانشمندان حال حاضر در رشته‌های مختلف از جمله شیمی، فیزیک، IT و ... در سال‌های نه چندان دور از مدال‌آوران این المپیادها بوده‌اند.


جمهوری اسلامی ایران برای اولین بار در سال ۱۳۶۶ در المپیاد ریاضی جهان که در کشور کوبا برگزار می‌شد شرکت کرده و با کسب یک مدال برنز به مقام ۲۶ جهان نائل آمد که تعجب همگان را برانگیخت چرا که در آن سال ایران درگیر جنگ تحمیلی بوده و جهانیان به غیر از جنگ و درگیری چیزی از ایران سراغ نداشتند و درخشش دانش‌آموزان ایران در آن سال و سنوات بعد نگاه‌ها را به سمت ایران معطوف کرده و چشم‌خفته آن‌ها را تا حدود زیادی بیدار کرد. همانطور که از رسانه‌های گروهی مطلع شده‌اید در تمام المپیادهای علمی تیم اعزامی کشور عزیزمان در سنوات گذشته جزء کشورهای برتر بوده و ضمن کسب مدال‌های رنگارنگ رتبه‌های بسیار درخشانی از جمله رتبه اول را حائز شده‌اند.

نحوه‌گزینش نفرات اعزامی به المپیادهای جهانی تا حدود زیادی مشابه یکدیگرند به این صورت که در ابتدا در مسابقه‌ای سراسری تحت عنوان مرحله اول که معمولاً به صورت پرسش‌های چندگزینه‌ای مطرح می‌شود حدوداً هزار نفر پذیرفته شده و در رقابتی معمولاً تشریحی که مرحله‌ی دوم نامیده می‌شود شرکت می‌کنند. در این مرحله در هر رشته حدوداً چهل نفر پذیرفته شده و در دوره‌ی تابستانی در باشگاه دانش‌پژوهان جوان که متولنی برگزاری تمام المپیادهای علمی می‌باشد شرکت کرده و پس از گذراندن این دوره مرحله‌ی سوم آزمون برگزار شده و عده‌ای (در حدود ده نفر) مدال طلا، عده‌ای مدال نقره و عده‌ای دیگر مدال برنز

کسب می‌کنند (در این مرحله معمولاً هم‌ه‌ای افراد شرکت‌کننده در دوره مدال کسب می‌کنند) دارندگان مدال طلا حدود یک سال در آن باشگاه آموزش دیده و پس از آن اعضای تیم اعزامی شناسایی می‌شوند. دارندگان مدال طلا همگی بدون کنکور و در رشته و دانشگاه دلخواه خود پذیرفته شده و ادامه‌ی تحصیل می‌دهند اما دارندگان مدال‌های نقره و برنز همانند سایر داوطلبان در کنکور سراسری شرکت کرده و برای کسب رتبه دلخواه جهت پذیرفته شدن در رشته و دانشگاه مورد علاقه خود در رقابت می‌کنند با این تفاوت که این افراد سهمیه‌ی ویژه‌ای در پذیرفته شدن در رشته و دانشگاه مورد علاقه‌ی خود دارند که جزئیات آن در سایت باشگاه دانش‌پژوهان جوان تشریح شده است.

متأسفانه در سال‌های اخیر در بعضی از مدارس افرادی مثلاً لباس کارشناسی به تن کرده و علیه فعالیت‌های المپیاد جبهه می‌گیرند و ادعا می‌کنند فعالیت برای المپیادهای علمی مانع موفقیت در کنکور سراسری بوده و هرچه دانش‌آموز به سمت المپیاد سوق پیدا کند از کنکور فاصله گرفته و در صورت عدم کسب مدال طلا (که بسیار محتمل است) آینده‌ی خود را تیره کرده است در حالی که با تحقیقی که در سال‌های گذشته انجام شده است فعالیت در زمینه المپیادهای علمی نه تنها مانع فعالیت برای کنکور نیست بلکه مسیر فعالیت برای کسب رتبه مناسب در کنکور را بسیار هموارتر می‌سازد به عنوان مثال می‌توانید تمام مدال‌آوران نقره و برنز و یا حتی آن‌هایی که در مرحله اول پذیرفته شده ولی به دوره تابستانی راه پیدا نکرده‌اند را در یک رشته شناسایی کرده و موفقیت‌های تحصیلی آن‌ها را در دانشگاه‌ها جویا شوید که نگارنده‌ی این متن بارها این تحقیق را انجام داده و به مثبت بودن آن یقین پیدا کرده است.

 به هر حال ادعا این است که فعالیت دانش‌آموز در یک رشته از رشته‌های المپیاد فواید بسیاری دارد که به تعدادی از آن‌ها به صورت گذرا اشاره می‌شود:

۱.  همان‌طور که خداوند به بشرتن سالم داده و انتظار می‌رود با ورزش‌ها و نرمش‌های مناسب از این نعمت خدادادی محافظت شود به هر دانش‌آموزی نیز استعدادی داده است که باید شکوفا و بهره‌ور شود. اغلب باشگاه‌های کشور اعم از خصوصی و دولتی داوطلب زیادی در رشته‌های متفاوت ورزشی دارند که مشغول فعالیت در یکی از رشته‌های ورزشی مانند کشتی، تکواندو، بدن‌سازی و ... می‌باشند که وقتی از آن افراد راجع به اهدافشان از این فعالیت سؤال می‌شود سالم‌نگه داشتن بدن را عنوان داشته و انتخاب شدن در تیم ملی را در نهایت عنوان می‌کنند. چه بسا افرادی که در این رشته‌ها فعالیت می‌کنند و هرگز به تیم ملی راه پیدا

نمی‌کنند که وقتی از این افراد راجع به موفقیت‌هایشان سؤال می‌شود هرگز خود را ناموفق معرفی نمی‌کنند و همین‌که توانسته‌اند از بدن سالم خود به روش مناسب محافظت کنند را پیروزی بزرگی می‌دانند بنابراین فعالیت‌های از زمینه‌های المپیاد چه در نهایت به کسب مدال منجر شود و یا نشود همین‌که استعداد خدادادی پرورش می‌یابد موفقیتی است بس بزرگ.

۲. ❖ کتب درسی به اذعان اکثر کارشناس‌ها و اساتید سال به سال ساده‌تر شده و برای عموم دانش‌آموزان دلچسب هستند ولی برای دانش‌آموزان ممتاز و تیزهوش به هیچ‌عنوان اغناکننده نمی‌باشند لذا لازم است این سری از دانش‌آموزان فعالیت ویژه‌ای را در رشته‌ی مورد علاقه‌ی خود داشته باشند تا احساس کنند این فعالیت‌ها برای آن‌ها اغناکننده است.

۳. ❖ فعالیت‌های المپیادی که در نهایت به حل سوالات پیچیده و عمیق در رشته‌ی مربوطه می‌شود باعث می‌شود تا فرد به تمام مسائل جامعه و پیش‌آمده در زندگی به دید یک مسأله‌ی المپیاد نگاه کرده و در حل آن نسبت به سایر رقبا موفق‌تر باشند. تحقیقات نشان می‌دهد افرادی که با علاقه و اشتیاق حداقل یکی از شاخه‌های المپیاد را دنبال می‌کنند (نه به نیت کسب مدال بلکه به نیت پرورش ذهن) نسبت به سایر افراد در زندگی موفق‌ترند.

۴. ❖ زیربنای اکثر دروس پیش‌دانشگاهی در دروس المپیاد بنا نهاده می‌شود بنابراین افرادی که به سبک المپیادی دروس خود را مطالعه می‌کنند در دوره پیش‌دانشگاهی با پایه‌ی بسیار قوی‌تری با دروس مواجه می‌شوند و نسبت به رقبا خود راحت‌تر از عهده آن‌ها برمی‌آیند.

۵. ❖ با توجه به مصوبه‌های موجود، کسب مدال در یکی از المپیاد‌های علمی (حتی مدال برتر) باعث اعطای امتیازهای ویژه‌ای برای داوطلبان کنکور در ورود به دانشگاه‌های سراسری می‌شود که جزئیات آن در سایت‌های معتبر مخصوصاً سایت باشگاه دانش‌پژوهان جوان موجود است.

۶. ❖ همچنین با توجه به مصوبه‌های موجود اکثر داوطلبان المپیادها به عضویت نهادهای مختلف از جمله بنیاد ملی نخبگان در می‌آیند که با رجوع به سایت‌های مرتبط با این نهادها و بنیادها امتیازات تعلق یافته به اعضا، را مشاهده خواهید کرد.

انتشارات خوشخوان مفتخر است از بدو تأسیس به فکر تدوین و تألیف منابعی مناسب برای دانش آموزان ممتاز و داوطلبان المپیاد بوده است که خوشبختانه با یاری خداوند متعال و با بهره گیری از اساتید مجربی که خود در سنواتی نه چندان دور مدال آوری یکی از المپیادهای علمی بوده اند، کتب متعددی به بازار عرضه شده است که مورد توجه داوطلبان قرار گرفته است. بعد از کسب تجربیات لازم به این نتیجه رسیده ایم که لازم است کتبی به صورت کار تدوین و تألیف شود که در آن هر کتاب مخصوص یک ترم تحصیلی باشد. این پروژه به نام درخت المپیاد نام گرفته است و هر کتاب از این پروژه که در اختیار دارید برگی از آن درخت خواهد بود.

بدیهی است انجام چنین پروژه‌ی عظیمی نظر و همت دسته جمعی می طلبد لذا لازم است از تمام دوستان و همکارانی که ما را در انجام این پروژه یاری نموده اند، تشکر و قدردانی می نمایم و در نهایت نیز از عوامل زحمت کش انتشارات اعم از مشاورین، حروف چین ها، طراحان و کارمندان و کارگران عزیز کمال امتنان را دارم.



با تشکر

رسول حاجی زاده مدیر انتشارات خوشخوان



خداوند متعال را سپاس می‌گوییم که توفیق تالیف این کتاب را به ما عنایت فرمود.

شاید برای برخی از دانش‌آموزان مقطع متوسطه، مطالعه کتب درسی در پاره‌ای از مواقع کسل‌کننده باشد، لذا تعدادی مسابقات علمی در این مقطع هر ساله برگزار می‌گردد که آزمون المپیاد در این بین به دلیل امتیازات آن از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. این آزمون نه تنها در کشور عزیزمان، که در بیش از ۱۰۰ کشور جهان برگزار شده و هر کشور نفرات برتر خود را هر ساله به مسابقات جهانی اعزام می‌کند.

ما نیز در ۴۲امین المپیاد جهانی شیمی (IChO) در کشور ژاپن، افتخار نمایندگی ایران را داشته‌ایم و با توجه به تجارب خود چه در آن مقطع و چه در کسوت تدریس، همت به تالیف این کتاب گماشته‌ایم.

فقدان چنین کتابی، مربوط به مقاطع بالاتر المپیاد شیمی (مرحله‌ی دوم و دوره تابستانه)، بیش از پیش در بین دانش‌آموزان عزیز احساس می‌گردد. لذا بر آن شدیم که آزمون‌های ملی کشورهای مختلف همچون روسیه، آلمان، مجارستان، انگلیس و همچنین سوالات آماده‌سازی المپیادهای جهانی را بررسی کرده و ضمن ادغام آن‌ها با سوالات تالیفی خود، مجموعه‌ای متناسب با آزمون‌های برگزار شده در ایران تهیه کنیم.

این کتاب شامل دو بخش مربوط به مرحله دوم (سطح یک) و مرحله کشوری (سطح دو) می‌باشد که سوالات مربوط به هر بخش به ۴ دسته شیمی آلی، شیمی تجزیه، شیمی فیزیک و شیمی معدنی تقسیم شده است. تمامی سوالات به صورت تشریحی بوده و پاسخ‌های آنها به ترتیب به صورت تشریحی و جواب کوتاه برای سطح یک و سطح دو ارائه شده است.

در اینجا بر خود لازم می‌دانیم که از دوست عزیزمان، جناب آقای احمدزاده، که در گردآوری سوالات کشورهای مختلف کمک شایانی نموده‌اند و همچنین جناب آقای حاجی‌زاده، ناشر محترم، به پاس حمایت‌های ایشان در این راه، تشکر ویژه‌ای داشته باشیم.




از آنجایی که تالیف و چاپ کتاب مبرا از اشتباه نمی‌باشد، از شما اساتید و دانش‌آموزان عزیزمان، خواهشمندیم تا با ارسال نظرات خود به آدرس Moshiri91@gmail.com و یا دفتر انتشارات خوشخوان، ما را در بهبود این اثر یاری فرمایید.

محمد رضا امیرمشیری

سید امیر حسین ناصری

پاییز ۱۳۹۲

فهرست مطالب

| | | | |
|-----|---------------------------------|-------|---|
| ۱ | سؤالات سطح یک (مرحله اول و دوم) | فصل ۱ |  |
| ۵۷ | پاسخ سؤالات سطح یک | فصل ۲ |  |
| ۱۱۳ | سؤالات سطح دو (دوره تابستانه) | فصل ۳ |  |
| ۱۷۹ | پاسخ سؤالات سطح دو | فصل ۴ |  |



سوالات سطح يك (مرحله اول و دوم)

۱. هیدروکربن‌هایی با فرمول تجربی $(CH)_n$ جذابیت‌های خاصی برای شیمی‌دانان دارند. برای کامل شدن ظرفیت تمام اتم‌ها در این ترکیبات، پیوندهای چندگانه $C - C$ یا حلقوی شدن ایجاد می‌شود. مثال‌های مهمی از هیدروکربن‌های $(CH)_n$ عبارتند از:

$n = 2$: اتین (استیلن)

$n = 6$: بنزن

$n = 8$: کوبان

$n = 20$: دودکاهدران

دو ترکیب سیکلوبوتادی‌ن و بوتتری‌ن را در نظر بگیرید که مثال‌هایی از این ترکیبات با $n = 4$ می‌باشند:

(الف) ساختار این دو ایزومر C_4H_4 را رسم کنید.

(ب) پیوند $C = C$ مرکزی در بوتتری‌ن از لحاظ طول پیوند با دو پیوند $C = C$ دیگر در این مولکول متفاوت است. علت را توضیح دهید.

آیا پیوند $C = C$ مرکزی در بوتتری‌ن کوتاه‌تر از پیوندهای $C = C$ دیگر است یا بلندتر؟

(ج) تمامی اتم‌های کربن در سیکلوبوتادی‌ن هم‌ارزند (یکسانند). یک هیدروکربن C_4H_4 دیگر

می‌تواند وجود داشته باشد که در آن تمامی اتم‌های کربن از قاعده‌ی اوکتت پیروی می‌کنند و همچنین هر چهار اتم کربن در آن یکسان‌اند، اما علی‌رغم تلاش زیاد، این ترکیب در آزمایشگاه سنتز نشده است. ساختار این ترتیب را رسم کنید و در صورت امکان نام آن را بنویسید.

(د) چه تعداد ایزومر مونوکلرو برای هریک از ترکیبات زیر می‌تواند وجود داشته باشد؟

I. سیکلوتادین

II. بوتانین

III. ترکیبی که جواب قسمت (ج) است.

(ه) چه تعداد ایزومر دی‌کلرو برای هریک از ترکیبات زیر محتمل است؟

I. سیکلوتادین

II. بوتانین

III. ترکیبی که جواب قسمت (ج) است.

(و) بر اساس نقاط ذوب، چگونه می‌توان ایزومرهای دی‌کلروتاتری‌ان را از یکدیگر جدا کرد؟

«آماده‌سازی استرالیا - ۱۹۹۸»

۲. ۶ ایزومر متفاوت با فرمول $C_4H_8O_2$ وجود دارد که هریک از آن‌ها شامل یک گروه $-C(=O)-O-$

می‌باشد. در هنگام اضافه شدن به آب، دو ترکیب از این ۶ ترکیب انحلال‌پذیری بیشتری نسبت به ۴ ترکیب دیگر نشان می‌دهند.

(الف) فرمول ساختاری دو ترکیب انحلال‌پذیر در آب را رسم کرده و توضیح دهید که چرا این دو ترکیب انحلال‌پذیری بیشتری نسبت به چهار ترکیب دیگر دارند.

(ب) فرمول ساختاری دو ترکیب از چهار ترکیب با انحلال‌پذیری کمتر را رسم کرده و نام آیوپاک آن‌ها را نیز بنویسید.

(ج) واکنشی برای سنتز آزمایشگاهی یکی از این چهار ترکیب را نوشته و دو ترکیب آلی واکنش‌دهنده را نامگذاری کنید.

«آماده‌سازی استرالیا - ۱۹۹۸»

۳. ترکیب آلی X شامل ۶۵٫۲٪ جرمی کربن و ۸٫۷۵٪ جرمی هیدروژن بوده و هیچ عنصر دیگری به غیر از اکسیژن در ساختار آن وجود ندارد.

X دارای خصلت اسیدی بوده و ۴۳٫۷ میلی‌گرم از این ترکیب به طور کامل با ۲۳٫۷ میلی‌لیتر از محلول سدیم هیدروکسید ۱/۰^o مولار خنثی می‌شود.

تعیین شده است که وزن مولکولی X کمتر از ۲۰۰ g/mol بوده و هیچ حلقه‌ای در ساختار آن وجود



ندارد. فرمول مولکولی X را تعیین کنید. چه نوع گروه عاملی مسئول خصلت اسیدی در این ترکیب است؟

«المپیاد ملی آلمان - ۲۰۰۶»

۴. ترکیب آلی A شامل ۳ نوع اتم کربن، هیدروژن و اکسیژن می‌باشد. در اثر سوختن 0.749 گرم از ترکیب A، 1.124 گرم CO_2 و 0.306 گرم H_2O بدست می‌آید. جرم مولکولی این ترکیب برابر 176.1 گرم بر مول می‌باشد.

(الف) فرمول مولکولی این ترکیب را بدست آورید.

مطالعات طیف‌سنجی اطاعات زیر را در مورد ساختار ترکیب A بدست می‌دهد.

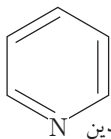
- ترکیب A دارای یک حلقوی پنج عضوی است.
- یک پل اکسیژن بین دو اتم کربن در ساختار حلقه وجود دارد.
- بین دو اتم کربن دیگر در حلقه، یک پیوند دوگانه وجود دارد.
- یک اتم اکسیژن با یک اتم کربن حلقه، پیوند دوگانه تشکیل داده است.
- ترکیب A شامل ۴ گروه هیدروکسیل متصل به اتم کربن می‌باشد.
- تنها دو گروه هیدروکسیل متصل به حلقه، با اتم‌های کربن پیوند دوگانه، تشکیل پیوند داده‌اند.
- خارج حلقه، دو اتم کربن متصل به هم وجود دارد.

(ب) ساختار ترکیب A را رسم کنید.

(ج) چه نوع ایزومری برای این ترکیب امکان‌پذیر است؟ (ایزومر ساختاری یا ایزومر هندسی و یا ایزومر نوری؟)

«المپیاد ملی آلمان - ۲۰۰۳»

۵. ترکیبات هتروسیکلیک، ترکیباتی حلقوی می‌باشند که حداقل یکی از اعضای حلقه، اتمی غیر از کربن، مانند نیتروژن یا اکسیژن است. پیریدین مثالی از این ترکیبات است:

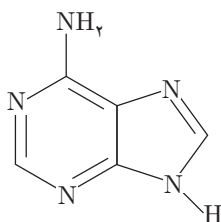


پیریدین یک حلقه‌ی شش عضوی مانند بنزن است که دارای یک اتم نیتروژن می‌باشد.

(الف) سه ایزومر برای ترکیبات مربوطه با دو اتم نیتروژن وجود دارد. ساختار آن‌ها را رسم کنید.

(ب) چه تعداد ایزومر برای ترکیباتی با سه اتم نیتروژن وجود دارد؟ ساختار آن‌ها را نیز رسم کنید.

یکی از ترکیبات هتروسیکل مهم آدنین، با ساختار روبرو است:

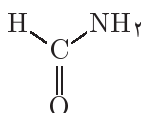


(ج) فرمول مولکولی آدنین را بنویسید.

(د) آدنین می‌تواند از هیدروژن سیانید تشکیل شود. چه تعداد مولکول HCN برای تشکیل آدنین

لازم است؟

(ه) آدنین همچنین می‌تواند با بازده بالا، از متامید (فرآمید) نیز تشکیل شود:



محصول جانبی دیگر این واکنش، چه خواهد بود؟

(و) معادله‌ی موازنه شده‌ای برای واکنش تشکیل آدنین از متامید بنویسید.

((المپیاد ملی نیوزلند - ۲۰۰۹))

۶. آلکن‌ها در اثر محلول‌های پرمنگنات داغ، دچار اکسایش شده و به نمک‌های کربوکسیلیک اسید شکسته می‌شوند.



در اثر هیدروژن دار شدن آلکن A، آلکانی بدست می‌آید که شامل ۸۳/۶۲٪ کربن است.

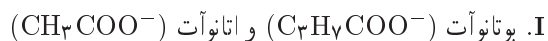
(الف) فرمول آلکن A را تعیین کنید.

فرض کنید که تنها یک پیوند دوگانه در ساختار آلکن وجود دارد.

(ب) ساختار یا ساختارهای ممکن برای آلکن A را رسم کنید، در صورتی که بدانیم در اثر واکنش

آلکن با محلول پرمنگنات، بیش از یک نوع کربوکسیلیک تشکیل می‌شود.

(ج) چه ترکیباتی در اثر واکنش با پرمنگنات داغ، محصولات زیر را تولید خواهند کرد؟

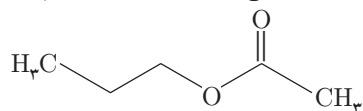


((المپیاد ملی نیوزلند - ۲۰۰۶))

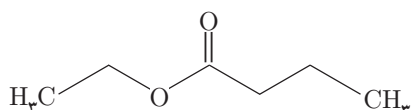


۷. استرها ($\text{RCO}_2\text{R}'$) ترکیبات فرار بامزه‌ی شیرین می‌باشند که از واکنش یک کربوکسیلیک اسید (RCO_2H) و یک الکل ($\text{R}'\text{OH}$) تشکیل می‌شوند.

(الف) ساختار اسید و الکل‌های سازنده‌ی طعم‌دهنده‌های زیر را رسم کنید.

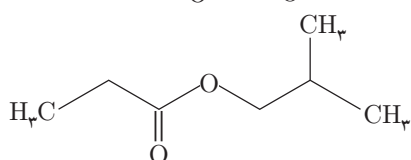
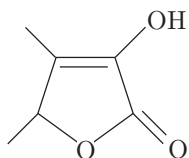
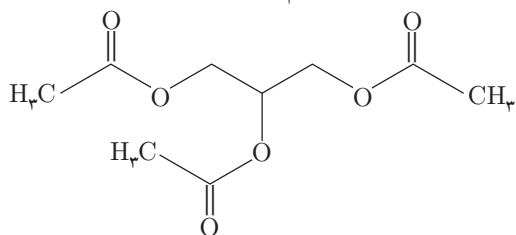


گلادی

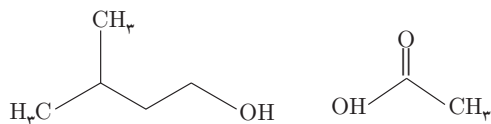


آناناس

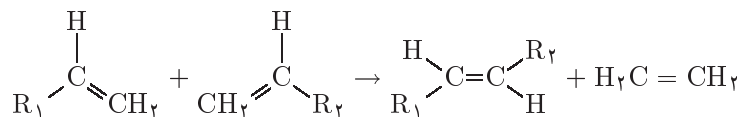
(ب) استرها در اثر هیدرولیز به اسیدها و الکل‌های سازنده‌ی خود تبدیل می‌گردند. ساختار محصولات بدست آمده از هیدرولیز ترکیبات زیر را رسم کنید.



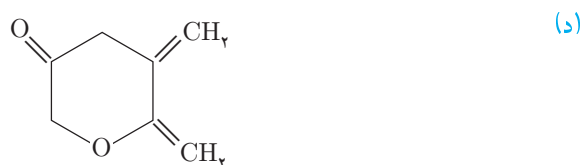
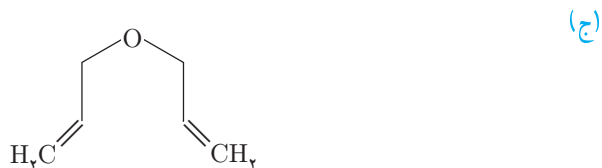
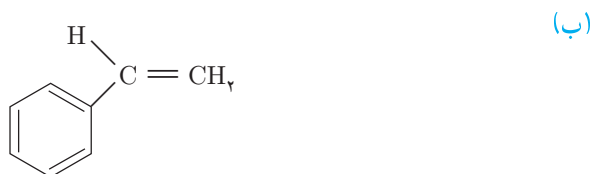
(ج) هیدرولیز یک استر دو ترکیب نشان داده شده در زیر را تولید می‌کند، ساختار استر را رسم کرده و نام آیوپاک آن را بنویسید.



۸. در اکتبر سال ۲۰۰۵، شیمی‌دان آمریکایی، "باب گرابس"، به خاطر انجام تحقیقات خود در مورد سنتز آلکن‌ها، موفق به کسب جایزه‌ی نوبل شیمی گردید. او کاتالیزگری پیدا کرد که واکنش عمومی نشان داده شده در زیر را با سرعت خوبی انجام می‌دهد:

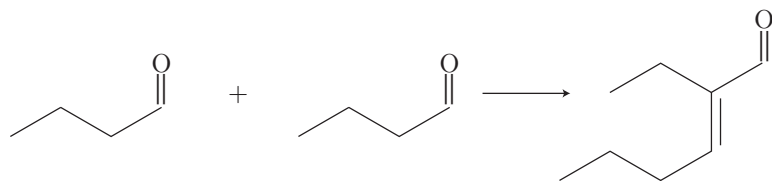


اگر این واکنش بر روی هر کدام از ترکیبات آلی نشان داده شده در زیر رخ دهد، چه محصولاتی به وجود می‌آید؟ فرمول ساختاری آن‌ها را رسم کنید:



((المپیاد ملی نیوزلند - ۲۰۰۷))

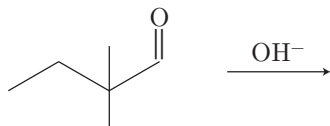
۹. واکنش آلدول، واکنشی است که طبق فرمول زیر با حضور کاتالیزگر اسید یا باز انجام می‌شود:



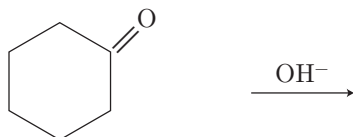


با توجه به مطالب فوق محصول (محصولات) واکنش‌های زیر را بنویسید.

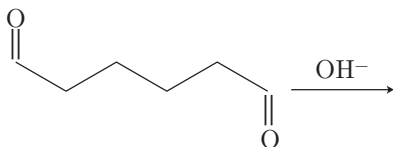
(الف)



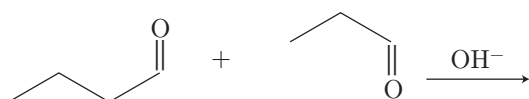
(ب)



(ج)



(د)



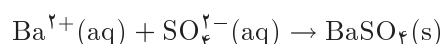
«المپیاد ملی نیوزلند - ۲۰۰۷»

۱۰. ترکیب A به فرمول $C_5H_{12}O$ ، در اثر واکنش با سولفوریک اسید غلیظ، دو ترکیب B و C را تولید می‌کند که هر کدام دارای فرمول مولکولی C_5H_{10} می‌باشند. هیچ یک از ترکیبات B یا C، ایزومری هندسی نشان نمی‌دهند. واکنش هر کدام از ترکیبات B و C با HBr تولید ترکیب مشابه D به فرمول مولکولی $C_5H_{11}Br$ می‌کند.

ترکیب دیگر E، ایزومر ساختاری A می‌باشد. از واکنش E با سولفوریک اسید غلیظ، دو ترکیب F و G با فرمول مولکولی C_5H_{10} بدست می‌آید. تنها ترکیب F ایزومری هندسی نشان می‌دهد. ساختار ترکیبات A تا G را رسم کنید.

«المپیاد ملی آلمان - ۲۰۰۸»

۱۱. یک مخلوط همگن خشک شامل ۳ نوع نمک می‌باشد: باریم کلرید، منیزیم کلرید و باریم نیترات. دو نمونه‌ی کاملاً مشابه ۵ گرمی از مخلوط را وزن می‌کنیم. نمونه‌ی اول در آب مقطر حل و به آن مقدار اضافی از محلول رقیق سولفوریک اسید اضافه شد. رسوب ایجاد شده، جدا، شسته و خشک گردید. وزن آن ۳/۹۲۷ gr بود. یون‌های باریم با یون‌های سولفات به صورت زیر واکنش می‌دهند:



نمونه‌ی دوم در آب مقطر حل و حجم آن به 25 cm^3 رسید. ۲۵ سانتی‌متر مکعب از محلول تهیه شده با ۲۱/۲۴ سانتی‌متر مکعب از محلول 0.2312 M مولار نقره نیترات به طور کامل واکنش داد. یون‌های نقره با یون‌های کلرید به صورت زیر واکنش می‌دهند:



ترکیب درصد جرمی مخلوط را محاسبه کنید.

«المپیاد ملی نیوزلند - ۲۰۰۷»

۱۲. یک ترکیب شیمیایی شامل ۱۴/۲۹٪ کربن، ۵۷/۱۴٪ اکسیژن، ۱۰/۱۹٪ هیدروژن و یک عنصر دیگر است که تعداد مول‌های آن عنصر برابر تعداد مول‌های کربن است. فرمول شیمیایی این ترکیب را مشخص کنید.

«المپیاد ملی نیوزلند - ۲۰۰۷»

۱۳. ۴ بطری بدون برچسب شامل محلول‌های رقیق HCl ، Na_2CO_3 ، NaOH و H_2SO_4 می‌باشند. روشی پیشنهاد کنید به طوری که بتوان به کمک آن و تنها به وسیله‌ی این ۴ محلول، پودر Mg و $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ، این محلول‌ها را شناسایی کرد. روش شما نبایستی بیش از ۴ مرحله داشته باشد. اضافه کردن یک محلول به هر کدام از بطری‌ها، یک مرحله محسوب می‌گردد. معادلات موازنه شده برای هر واکنش که رخ می‌دهد، بنویسید.

«المپیاد ملی نیوزلند - ۲۰۰۷»

۱۴. هنگامی که آمونیوم دی کرومات به تدریج به آمونیوم سیانات مذاب اضافه شود، "نمک راینک" تشکیل می‌شود. این نمک دارای فرمول $\text{NH}_4[\text{Cr}(\text{SCN})_x(\text{NH}_3)_y]$ و ترکیب درصد جرمی زیر می‌باشد:

$$|\text{Cr } 15.5\%| \quad |\text{S } 38.15\%| \quad |\text{N } 29.2\%|$$

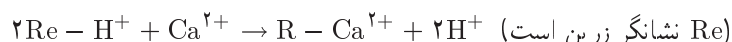


(الف) مقادیر x و y در فرمول بالا را بدست آورید.

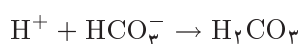
(ب) عدد اکسایش کروم در ترکیب بالا چقدر است؟

((المپیاد ملی نیوزلند - ۲۰۰۶))

۱۵. هنگامی که آب سخت، شامل یون های Ca^{2+} ، از درون یک تبادله‌گر یونی عبور می‌کند، یون های Ca^{2+} به شکل زیر جایگزین یون های H^+ ستون می‌گردند:



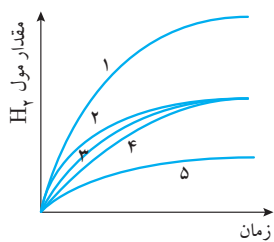
یون های HCO_3^- موجود در آب، بر طبق واکنش زیر، با یون های H^+ آزاد شده واکنش می‌دهند:



هنگامی که 100 ml آب عبور داده شده از ستون، با محلول 0.1 M NaOH تیترو می‌شود، 5 ml از این محلول جهت رسیدن به نقطه‌ی پایانی، لازم خواهد بود. هنگامی که 100 ml از نمونه‌ی اصلی با محلول 0.1 M HCl تیترو می‌شود، 10 ml از HCl برای رسیدن به نقطه‌ی پایانی مصرف می‌گردد. غلظت Ca^{2+} در نمونه‌ی آب را برحسب الف) ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ و ب) ppm (هم‌ارز با mg/L) محاسبه کنید.

((المپیاد ملی نیوزلند - ۲۰۰۷))

۱۶. منحنی‌های نشان داده شده در شکل زیر، از واکنش مقدار اضافی روی با محلول‌های هیدروکلریک اسید داده شده در زیر، بدست آمده‌اند. این منحنی‌ها براساس اندازه‌گیری مقدار حجم گاز H_2 آزاد شده، ترسیم شده‌اند: هر کدام از منحنی‌ها را به آزمایش مربوطه اختصاص دهید. در هر مورد علت را توضیح دهید.



۵° میلی‌لیتر هیدروکلریک اسید 0.1 M در دمای 25°C

۵° میلی‌لیتر هیدروکلریک اسید 0.2 M در دمای 25°C

۱۰° میلی‌لیتر هیدروکلریک اسید 0.1 M در دمای 15°C

۱۰° میلی‌لیتر هیدروکلریک اسید 0.2 M در دمای 25°C

۱۰° میلی‌لیتر هیدروکلریک اسید 0.1 M در حضور کاتالیزگر در دمای 25°C

((المپیاد ملی نیوزلند - ۲۰۰۷))

۱۷. خمیردندان «فلوئوردار» شامل سدیم فلوئورو فسفات و سدیم فلوئورید می‌باشد. مقدار کل فلوئور (1.1% جرمی) یک خمیردندان مشخص، متشکل از 0.5% از هر یک از ترکیبات است.

(الف) نسبت جرمی این دو ترکیب را محاسبه کنید.

(ب) یک ساختار سه بعدی از یون فلوتورو فسفات رسم کنید.

(ج) به کمک مدل VSEPR، یک ساختار سه بعدی برای هریک از ترکیبات XeO_4 ، XeF_4 ،

SF_6 ، XeF_2 و SnCl_2 رسم کنید.

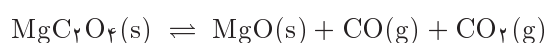
«المپیاد ملی آلمان - ۲۰۰۵»

۱۸. ترموگراویمتری روشی برای تعیین ترکیب درصد مواد جامدی است که در اثر حرارت تجزیه می‌گردند.

مخلوطی از کلسیم اکسالات و منیزیم اکسالات تا 900°C حرارت داده شد. در طی این فرآید

جرم مخلوط به طور مرتب اندازه‌گیری گردید. مشخص شده است که دو واکنش تجزیه‌ای در حدود

400°C اتفاق می‌افتد:



در 700°C ، واکنش تجزیه‌ای سوم نیز اتفاق می‌افتد:

(الف) معادله‌ای برای واکنش تجزیه‌ی سوم بنویسید.

در 500°C جرم نمونه برابر 3.6 gr و در 900°C برابر 2.3 gr می‌باشد.

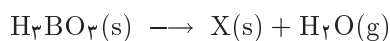
(ب) ترکیب درصد نمونه‌ی اولیه، قبل از انجام حرارت، را محاسبه کنید.

گاهی روش وزن‌سنجی منجر به کشف ترکیبات جدیدی می‌گردد. برای مثال در ترموگراویمتری

بوریک اسید وجود ترکیب X مشخص گردید. فرآیند حرارت دادن H_2BO_3 طی مرحله کاهش

جرم جسم جامد انجام گرفت.

معادلات موازنه شده نیستند و نتایج آزمایش به شرح زیر است:



| دما ($^\circ\text{C}$) | ۴۰ | ۱۰۰ | ۲۵۰ |
|--------------------------|-----|-----|-----|
| جرم (g) | ۶٫۲ | ۴٫۴ | ۳٫۵ |

(ج) فرمول تجربی X را به دست آورید.

«المپیاد ملی آلمان - ۲۰۰۵»

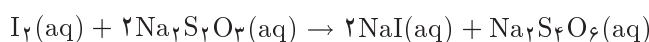
۱۹. I_2O_5 ، پودر کریستالی سفیدی است که خاصیت مفید آن، واکنش کمی با کربن مونوکسید می‌باشد

که موجب تولید یو و یک ترکیب دیگر می‌شود.

(الف) معادله‌ای برای واکنش بین I_2O_5 و کربن مونوکسید پیشنهاد کنید.



یک نمونه‌ی گازی به حجم 15 cm^3 (در دما و فشار اتاق) که شامل کربن مونوکسید می‌باشد، به طور مکرر از روی مقدار اضافی I_2O_5 در دمای 170°C عبور داده می‌شود. I_2O_5 در اثر تشکیل ید، رنگی می‌گردد. ید آزاد شده، دقیقاً به ۸ میلی‌لیتر محلول $1/1^\circ$ مولار سدیم تیوسولفات نیازمند است تا به طور کامل با آن واکنش دهد. این واکنش به صورت زیر می‌باشد:



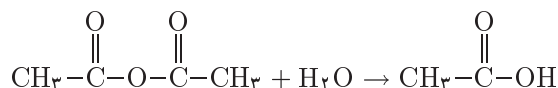
(ب) درصد حجمی کربن مونوکسید حاضر در نمونه‌ی گازی را محاسبه کنید. (فرض کنید که ۱ مول

از هرگازی حجمی معادل ۲۴ Lit را در دما و فشار اتاق اشغال می‌کند)

I_2O_5 به سرعت آب جذب کرده و گاهی به شکل آب‌دار تبدیل می‌شود. $(\text{H}_x\text{I}_y\text{O}_z)$. اگر این ترکیب تا 200°C حرارت داده شود، $1/766\%$ از جرم خود را از دست داده و تشکیل I_2O_5 خالص می‌کند.

(ج) فرمول تجربی شکل ناخالص را بدست آورده و معادله‌ای برای واکنش آزدایی آن بنویسید.

I_2O_5 یک نوع اسید انیدرید می‌باشد که با مقدار اضافی آب واکنش داده و تولید اسید می‌کند. واکنش زیر، واکنش اتانویک انیدرید و آب برای تولید اتانویک اسید است.



(د) فرمولی برای اسید مربوطه‌ی I_2O_5 پیشنهاد کرده و معادله‌ی تشکیل آن از I_2O_5 را بنویسید

حالت اکسایش ید در I_2O_5 چیست؟

(ه) ساختاری برای اسید مادر و در نتیجه ساختاری برای I_2O_5 پیشنهاد کنید.

(و) اسید مادر I_2O_5 می‌تواند از واکنش ید، کلر و آب نیز تشکیل شود. برای این واکنش معادله‌ی

موازنه شده‌ای پیشنهاد کنید.

«المپیاد ملی انگلیس - ۲۰۰۵»

۲۰. ساده‌ترین کربوکسیلیک اسید، متانویک اسید با فرمول HCOOH می‌باشد. این اسید به صورت

طبیعی در مورچه‌ها یافت می‌شود و از طریق تقطیر آن‌ها تهیه می‌گردد!

به همین دلیل نام لاتین فورمیک اسید برای متانویک اسید، برگرفته از واژه‌ی فرمیکا به معنای مورچه

می‌باشد. یک مورچه در هنگام نیش زدن، محلولی با 50% حجمی متانویک اسید تزریق می‌کند.

یک مورچه معمولی می‌تواند در حدود $10^{-3} \text{ cm}^3 \times 6$ از این محلول تزریق کند.

(الف) هنگامی که یک مورچه شما را نیش می‌زند، تمام متانویک اسید خود را تزریق نمی‌کند، بلکه

مقداری از آن را نگه می‌دارد. با فرض این که مورچه 80% از متانویک اسید خود را تزریق

کند، حجم کل متانویک اسید خالص در یک مورچه‌ی معمولی را حساب کنید.

چه تعداد مورچه معمولی بایستی نقطیر شود تا معادل ۱ Lit از متانویک اسید خالص تولید گردد؟ سدیم هیدروژن کربنات اغلب برای مقابله با زخم نیش مورچه‌ها استفاده می‌گردد.

(ب) معادله‌ای برای واکنش سدیم هیدروژن کربنات با متانویک اسید بنویسید.

با فرض این که چگالی متانویک اسید، $1.2 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ باشد، یک مورچه‌ی معمولی چند مول متانویک اسید تولید می‌کند؟

چه جرمی از سدیم هیدروژن کربنات لازم است تا به طور کامل زخم نیش این مورچه را خنثی کند؟

(ج) به محض این‌که متانویک اسید تزریق شود، به سرعت در آب بدن حل شده و تولید محلول

متانویک اسید می‌کند. با فرض این‌که این اسید، به سرعت در 1 cm^3 از آب بدن حل شود، غلظت محلول متانویک اسید تولید شده را حساب کنید. (می‌توانید از حجم خود متانویک اسید در حین محاسبه صرف نظر کنید)

pH یک محلول به صورت زیر به غلظت یون‌های $[\text{H}^+]$ در آن محلول مرتبط می‌شود:

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

که در آن $[\text{H}^+]$ ، غلظت یون‌های هیدروژن در محلول بر حسب مول بر لیتر است.

متانویک اسید، اسیدی ضعیف بوده و در نتیجه به صورت جزئی در آب تفکیک می‌شود.

(د) pH محلول متانویک اسید تولید شده در بالا، 2.43 می‌باشد، غلظت یون‌های هیدروژن در

این محلول چقدر است؟

(ه) درصد مولکول‌های متانویک اسید یونیزه شده در این محلول را محاسبه کنید.

ثابت یونش اسید، معیاری از چگونگی یونیزه شدن یک اسید ضعیف است. برای متانویک

اسید، این ثابت به صورت زیر تعریف می‌گردد:

$$K_a = \frac{[\text{HCOO}^-][\text{H}^+]}{[\text{HCOOH}]}$$

(و) ثابت تفکیک اسیدی برای متانویک اسید را محاسبه کنید.

(المپیاد ملی انگلیس - ۲۰۰۵)

۲۱. نشاسته‌ی تجاری از ذرت ساخته می‌شود. در مراحل پایانی این فرآیند، نشاسته‌ی شامل ۴۴% آب

می‌باشد. بعد از خشک شدن، ۷۳% از آب اولیه خارج می‌شود. محصول بدست آمده به صورت

نشاسته‌ی سفید فروخته می‌شود.

(الف) وزن آب خارج شده به ازای یک کیلوگرم از نشاسته‌ی مرطوب را محاسبه کنید.

(ب) ترکیب درصد نشاسته‌ی سفید را تعیین کنید.



۲۲. یک راه برای باد کردن کیسه‌های هوا در ماشین‌ها به وسیله‌ی گاز نیتروژن است که به صورت شیمیایی سدیم آزید بدست می‌آید:



سدیم تشکیل شده با پتاسیم نیترات برای تولید نیتروژن بیشتر، واکنش می‌دهد:



(الف) سدیم آزید و پتاسیم نیترات با چه نسبت جرمی مخلوط شوند تا این‌که بعد از واکنش هیچ فلز سدیمی باقی نماند؟

(ب) جرم کل مخلوط جامد برای پرکردن ۶۰ لیتر کیسه‌ی هوا در دما اتاق و فشار اتمسفری را حساب کنید.

سدیم آزید به صورت تجاری از واکنش دی نیتروژن مونوکسید و سدیم آمید تهیه می‌شود:



(ج) ساختار لوویس دی نیتروژن مونوکسید و آنیون آزید رسم کنید.

(د) به کمک اطلاعات زیر، ΔH واکنش را برای واکنش الف در بالا (تجزیه‌ی سدیم زید) حساب کنید.

| ترکیب | $\Delta H_f / \text{kJ mol}^{-1}$ |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| $\text{N}_2\text{O}(\text{g})$ | +۸۲ |
| $\text{NaNH}_2(\text{s})$ | -۱۲۳٫۷ |
| $\text{NaOH}(\text{s})$ | -۴۲۵٫۲ |
| $\text{NH}_3(\text{g})$ | -۴۶٫۱ |

دمای اتاق: ۲۹۸ K فشار اتمسفر: ۱۰۱۳۲۵ Pa

$$R = 8.314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

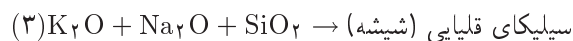
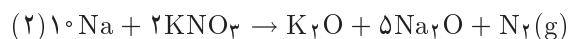
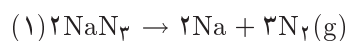
حجم مولی یک گاز ایده‌آل در دمای ۲۹۸ کلوین برابر ۲۴ لیتر می‌باشد.

«المپیاد ملی انگلیس - ۲۰۰۵»

۲۳. ۸ gr از هیدروکسید یک فلز نامعلوم با فرمول شیمیایی $\text{Me}(\text{OH})_2$ به یک لیتر آب اضافه گردید. پس از انحلال جزئی ۶٫۵۲ gr جامد حل نشده باقی می‌ماند. در اثر افزودن ۵۱٫۶۶ gr از $\text{Me}(\text{NO}_3)_2$ به این سیستم، جرم فاز جامد به ۷٫۶۳ گرم افزایش یافت. فلز را شناسایی کنید. (فرض کنید حجم محلول ثابت می‌ماند و مواد حل شده به طور کامل تفکیک می‌شوند)

«المپیاد ملی انگلیس - ۲۰۰۵»

۲۴. واکنش‌های شیمیایی معینی می‌توانند ما را از مرگ یا آسیب جدی محافظت کنند. واکنش‌های شیمیایی زیر، برای تولید مقدار زیادی گاز نیتروژن درون کیسه‌ی هوای یک اتومبیل استفاده می‌شود:



(الف) ساختار لوئیس آنیون آزید و مولکول نیتروژن را بنویسید.

(ب) چند گرم سدیم آزید و پتاسیم نیترات نیاز است تا مقدار کافی نیتروژن برای پرکردن یک کیسه‌ی هوای ۱۵ لیتری در ۵۰°C و $۱/۲۵\text{ atm}$ به دست آید؟

(ج) یک معادله موازنه شده برای واکنش سدیم آزید با سولفوریک اسید برای تشکیل HN_3 و سدیم سولفات بنویسید.

(د) وقتی ۶۰ گرم سدیم آزید با ۱۰ ml ۱۰° سولفوریک اسید ۳ مولار واکنش می‌دهد، چند گرم NH_3 تشکیل می‌شود؟

۲۵. سرب یدید، رسوب زردی است که از واکنش $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ و KI در محلول آبی به وجود می‌آید. در یک سری از آزمایش‌ها، جرم واکنش‌گرها ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, KI) تغییر می‌کند اما مجموع جرم آن‌ها برابر با ۵ g ثابت نگاه داشته شده سرب یدید تشکیل شده به وسیله کاغذ صافی از محلول جدا شد و خشک شد.

معادله‌ی موازنه شده‌ی واکنش را بنویسید و با استفاده از آن پیشینه‌ی جرم PbI_2 و جرم $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ متناظر با آن را حساب کنید.

۲۶. اژدهاها، می‌توانند از دهانشان آتش بدمند. به این علت که باکتری‌های انگلی که در مجاری تنفسی آن‌ها زندگی می‌کنند گازهای قابل اشتعال تولید می‌کنند. اگر یک اژدها با سرعت، تنفس خود را بیرون دهد گاز به علت اصطکاک با دیواره‌های سخت حنجره مشتعل می‌شود. گونه‌های مختلفی از اژدها وجود دارد که هر کدام میزبان گونه‌های مختلف باکتری‌های انگل هستند. گاز بازدم اژدهای سیاه شامل $۲۵\% \text{H}_2$ است، گاز بازدم اژدهای قرمز شامل $۳۰\% \text{CH}_4$ است و گاز بازدم اژدهای طلایی شامل $۲۰\% \text{H}_2\text{S}$ می‌باشد همچنین گاز بازدم همه‌ی اژدهاها ۱۵% مولی O_2 دارد. میانگین حجم شش‌های اژدها $۵/۱\text{ dm}^3$ است و به علت فشار بالای بازدم اژدها، حجم مولی گاز ذخیره شده در شش آن‌ها $۱۵\text{ dm}^3/\text{mol}$ است.





- (الف) مقدار کل گاز داخل شش یک اژدها را حساب کنید.
 (ب) مقدار اکسیژن داخل شش یک اژدها را حساب کنید.
 (ج) معادلاتی برای واکنش سوختن گاز بازدم هریک از سه اژدها بنویسید.
 (د) مقدار اکسیژن اضافی مورد نیاز برای سوختن کامل گاز بازدم هریک از سه اژدها را حساب کنید.
 (ه) مقدار انرژی آزاد شده در سوختن یک بازدم هریک از سه اژدها را حساب کنید.

«المپیاد ملی انگلستان - ۲۰۰۰»

۲۷. نمونه‌ای از کلسیم کلرید خشک بدون آب در یک ظرف بسته‌ی نامناسب نگهداری شده است. در نتیجه این نمونه مجدداً آب دار شده است. یک نمونه‌ی 15°C گرمی از این ماده به طور کامل در 8°C گرم آب داغ حل شد و سپس این محلول تا 20°C خنک گردید و در نتیجه $74/9$ گرم از $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ رسوب کرد. انحلال پذیری کلسیم کلرید در 20°C برابر آب $100\text{ g CaCl}_2 / 74/5\text{ g}$ است. محتوای آب کلسیم کلرید در نمونه‌ی 15°C گرمی را محاسبه کنید (تعداد مول آب به ازای یک مول از CaCl_2)

«المپیاد ملی آلمان - ۲۰۰۰»

۲۸. متانول مایع بطری 500 ml ریخته شده و به شدت هم زده می‌شود تا هوای بطری از بخار متانول اشباع گردد. متانول اضافی بیرون ریخته شده و پس از محکم کردن بطری، مخلوط آتش زده می‌شود. (الف) معادله‌ی موازنه شده‌ی برای این واکنش بنویسید.

(ب) مقدار ΔH واکنش قسمت (الف) را محاسبه کنید. (مقادیر ΔH_f در انتهای سوال) فرض کنید که دما برابر 25°C و فشار برابر 10^5 Pa می‌باشد. فشار بخار متانول در 25°C برابر $10^5 \times 165/1$ پاسکال و هوا شامل 20% اکسیژن و 80% نیتروژن می‌باشد.

- (ج) واکنشگر محدود کننده بطری 500 ml را مشخص کنید.
 (د) مقدار گرمای آزاد شده در اثر واکنش در بطری 500 ml را محاسبه کنید.
 (ه) نشان دهید که بعد از انجام واکنش یک مقدار کمی برابر با $10^{-3} \times 23/44\text{ mol}$ از n_{tot} از مواد در بطری موجود است.

(و) فرض کنید که 500 J از گرمای تولید شده در اثر احتراق، صرف گرم کردن گاز می‌شود. دمای گاز داخل بطری را محاسبه کنید. فشار مربوط به این دما چقدر است؟

| ماده | $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ | $\text{CO}_2(\text{g})$ | $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ |
|-----------------------------|----------------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| $\Delta H_f(\text{kJ/mol})$ | $-201/5$ | $-393/5$ | $-241/5$ |

چگالی مخلوط پس از احتراق برابر $1/3\text{ g/L}$ و ظرفیت گرمایی مخلوط برابر $1/1\text{ J/g.K}$ است.

«المپیاد ملی آلمان - ۲۰۰۷»

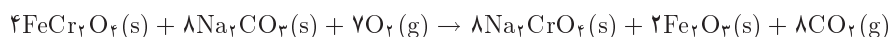
۲۹. در اثر اضافه شدن سدیم هیدروکسید به محلول مس (II) سولفات، رسوب $\text{Cu}_m(\text{OH})_n(\text{SO}_4)_p$ تشکیل می‌شود. برای رسوب کردن کامل یون‌های مس در ۲۵ میلی‌لیتر از محلول مس (II) سولفات ۰/۱ مولار، ۱۸/۷۵ میلی‌لیتر از محلول سدیم هیدروکسید ۰/۲ مولار مورد نیاز است.

(الف) نسبت مولی $\text{Cu}^{2+}/\text{OH}^-$ در رسوب چقدر است؟

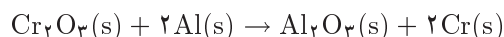
(ب) فرمول ترکیب $\text{Cu}_m(\text{OH})_n(\text{SO}_4)_p$ را محاسبه کنید و معادله‌ی این واکنش شیمیایی را بنویسید.

«المپیاد ملی اکراین - ۱۹۹۹»

۳۰. کروم یکی از عناصر فراوان در پوسته‌ی زمین می‌باشد که به صورت کرومیت معدنی، FeCr_2O_4 ، در معدن یافت می‌شود. برای تهیه‌ی کروم خالص، آهن بایستی طی دو مرحله‌ی برشته کردن و صاف کردن، از سنگ معدن جدا گردد:

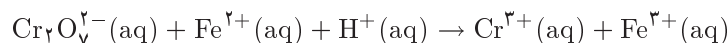
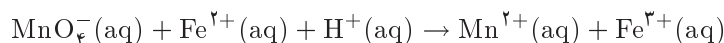


دی کرومات به وسیله‌ی کاهش از طریق کربن، به کروم (III) اکسید تبدیل شده و سپس در طی واکنش با آلومینوم به کروم تبدیل می‌گردد:



(الف) جرم کرومی را که می‌تواند به صورت نظری از ۲/۱ تن از سنگ معدن بدست آید، حساب کنید. سنگ معدن شامل ۷۲٪ FeCr_2O_4 می‌باشد.

(ب) نمونه‌ای از استیل برای تعیین مقدار Mn و Cr در آن، مورد تجزیه قرار گرفت. یک نمونه‌ی ۵ گرمی از استیل به MnO_4^- و $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ اکسید شد. طی این مرحله، حجم محلول به ۱۰۰ میلی‌لیتر رسید. یک قسمت ۵۰ میلی‌لیتری از این محلول با باریم کلرید اضافه گردید و پس از تنظیم pH، کروم به‌طور کامل به صورت ۵/۸۲ گرم BaCrO_4 ته‌نشین شد. نمونه‌ی ۵۰ ml دوم برای تیتراسیون در محلول اسیدی، دقیقاً ۴۳/۵ میلی‌لیتر از محلول ۱/۶ M Fe^{2+} نیاز دارد. معادله‌های موازنه نشده برای واکنش‌های تیتراسیون در زیر داده شده است.



I. معادله‌های تیتراسیون را موازنه کنید.

II. درصد Mn و Cr در نمونه‌ی استیل را تعیین کنید. «آماده‌سازی ترکیب - ۲۰۱۱»

۳۱. آهک خشک (CaO) در صنعت از حرارت دادن کلسیم کربنات در دمای $900^{\circ}\text{C} - 1000^{\circ}\text{C}$ تهیه می‌گردد.

(الف) معادله‌ی شیمیایی برای این واکنش را بنویسید.

ثابت تعادل واکنش برابر $K = 1/34$ می‌باشد (در دمای 920°C). واکنش در ظرفی با فشار ثابت $10^5 \times 1/5$ پاسکال انجام می‌شود.

(ب) فشار جزئی کربن دی‌اکسید در حالت تعادل با هر دو ماده‌ی جامد در دمای 920°C را حساب کنید.

(ج) معادله‌ی شیمیایی این واکنش را بنویسید.

کلسیم هیدروکسید به صورت جزئی در آب انحلال‌پذیر است. با انحلال‌پذیری برابر با $1/26 \text{ g/L}$ در 20°C .

(د) غلظت یون‌های کلسیم و pH محلول اشباع از کلسیم هیدروکسید را در دمای 20°C بدست آورید. در اثر عبور کربن دی‌اکسید از محلول کلسیم هیدروکسید، در ابتدا رسوبی تشکیل می‌شود.

(ه) معادله‌ی موازنه شده برای تمام واکنش‌های انجام شده در این فرآیند را بنویسید.

هنگامی که کربن دی‌اکسید از محلول کلسیم کلرید عبور داده شود، هیچ رسوبی ته‌نشین نمی‌شود.

(و) علت را توضیح دهید.

توضیح: $\text{pH} = -\log C_{\text{H}^+}$ ، غلظت مولار $C_{\text{H}^+} = \text{H}^+$ و در شرایط معمولی:

$C_{\text{H}^+} \cdot C_{\text{OH}^-} = 10^{-14}$ و برای واکنش تجزیه‌ی کلسیم کربنات ثابت تعادل برابر است با:

$$K = P_{\text{CO}_2}$$

((المپیاد ملی آلمان - ۲۰۰۳))

۳۲. در یک محفظه، ۸ شمع ساخته شده از استئاریک اسید، هریک به وزن ۵۸ گرم وجود دارد. محفظه

شامل 197 m^3 هوای 19°C باشد. جدول زیر ترکیب درصد حجمی اولیه برای هولی داخل محفظه را

نشان می‌دهد. دما و فشار اولیه به ترتیب برابر 21°C و 987 kPa می‌باشد.

شمع‌ها در محفظه، بدون هیچ‌گونه مباله‌ی گاز با محیط اطراف می‌سوزند.

| اکسیژن | نیتروژن | آرگون |
|--------|----------|---------|
| 21% | 78.1% | 0.9% |

استئاریک اسید $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$

(الف) معادله‌ی موازنه شده‌ای برای سوختن کامل شمع‌های ساخته شده از استئاریک اسید بنویسید.

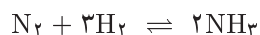
(ب) ترکیب درصد حجمی اکسیژن و کربن دی‌اکسید را بعد از عمل سوختن محاسبه کنید.

((المپیاد ملی آلمان - ۲۰۰۳))

شیمی فیزیک

۳-۱

۳۳. آمونیاک یک ماده‌ی شیمیایی مهم است که برای تولید کود اوره و بسیاری محصولات دیگر استفاده می‌شود. در تولید آمونیاک از تعادل زیر استفاده می‌شود:



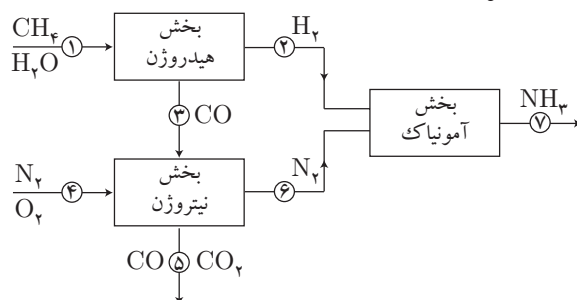
هیدروژن مورد استفاده در این واکنش از واکنش متان با آب به دست می‌آید:



نیتروژن مورد استفاده از هوا گرفته می‌شود، اکسیژن هوا در واکنش با CO مصرف می‌شود:



درصد نیتروژن در هوا ۸٪ است. واکنش‌ها در حضور کاتالیست انجام می‌شوند که نمودار زیر نشان‌دهنده‌ی آن است هر لوله با شماره نشان داده شده است.



فرض کنید که تمام واکنش‌ها کامل هستند و جریان آمونیاک در لوله‌ی شماره ۸ به قرار زیر است:

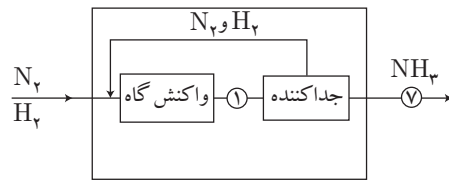
$$n[\text{NH}_3, 8] = 1000 \text{ mol s}^{-1}$$

(الف) جریان‌های زیر را برحسب واحد mol s^{-1} حساب کنید.

$$n[\text{H}_2, 2], n[\text{N}_2, 6], n[\text{CH}_4, 1], n[\text{H}_2\text{O}, 1]$$

$$n[\text{CO}, 3], n[\text{O}_2, 4], n[\text{CO}_2, 5]$$

در واقع تشکیل آمونیاک یک واکنش تعادلی است و فقط قسمتی از واکنش‌گرها تبدیل به آمونیاک می‌شوند. بنابراین قسمت آمونیاک باید شامل یک جداکننده و یک جریان بازیافت باشد:



فرض کنید که مقدار $N_2 + H_2$ که جداکننده را ترک می‌کند دو برابر جریان NH_3 باشد.

(ب) جریان N_2 و H_2 را در محل V حساب کنید.

در دمای $T = 800 \text{ K}$ انرژی گیبس گازها از قرار زیرند:

$$G(N_2) = -8.3 \times 10^3 \text{ J. mol}^{-1}$$

$$G(H_2) = -8.3 \times 10^3 \text{ J. mol}^{-1}$$

$$G(NH_3) = 24.4 \times 10^3 \text{ J. mol}^{-1}$$

(ج) تغییر انرژی گیبس را برای واکنش تولید آمونیاک حاصل از یک مول N_2 حساب کنید.

(د) مقدار ثابت تعادل را برای واکنش تولید آمونیاک حساب کنید.

ثابت‌های تعادل همچنین می‌توانند به وسیله‌ی فشار جزئی واکنش‌گرها تعریف شوند:

$$K_r = \frac{P_{NH_3}^2 P_0}{P_{N_2} P_{H_2}^3}$$

فشار جزئی آمونیاک در محل V جزئی از فشار کل است:

$$P_{NH_3} = X P_{tot}$$

که X این‌گونه تعریف می‌شود: $X = n_{NH_3} / n_{tot}$

(ه) معادله‌ای برای فشار جزئی نیتروژن و هیدروژن، P_{N_2} و P_{H_2} در محل V به دست بیاورید و X

را با این فرض‌ها به دست بیاورید: $P_0 = 0.1 \text{ mPa}$ و $P_{tot} = 30 \text{ mPa}$

(آماده‌سازی هلند - ۲۰۰۲)

۳۴

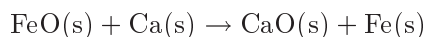
| | | | |
|---|-----------|--|----------|
| آنتالپی اتمی شدن Ca | $= +178$ | آنتالپی تشکیل CaO | $= -635$ |
| آنتالپی اتمی شدن Fe | $= +416$ | آنتالپی تشکیل FeO | $= -278$ |
| آنتالپی یونیزاسیون دوم Ca | $= +1145$ | آنتالپی یونیزاسیون اول Ca | $= +590$ |
| آنتالپی یونیزاسیون دوم Fe | $= +1561$ | آنتالپی یونیزاسیون اول Fe | $= +759$ |
| آنتالپی استاندارد اتمی شدن O_2 به اتم‌های O | $= +249$ | مجموع الکترون خواهی اول و دوم اتم‌های اکسیژن | $= +657$ |

تمام انرژی‌ها برحسب کیلو ژول بر مول می‌باشند.

۱) به کمک اطلاعات بالا، انرژی شبکه برای آهن (II) اکسید و کلسیم اکسید را محاسبه کنید.

۲) کدام اکسید فلزی، شبکه‌ی قوی‌تر دارد؟

۳) تغییر آنتالپی برای واکنش زیر را محاسبه کنید:



۴) توضیح دهید که آیا این واکنش می‌تواند در مقیاس صنعتی مورد استفاده قرار بگیرد یا خیر.

آهن (II) اکسید در اثر گرم کردن در مجاورت اکسیژن، می‌تواند به سرعت به آهن (III) اکسید تبدیل شود. در حالی که کلسیم (III) اکسید هیچ‌گاه تشکیل نمی‌شود.

۵) توضیح دهید که چرا دو اکسید فلزی، آهن (II) اکسید و کلسیم اکسید، رفتار متفاوتی دارند؟

«المپیاد ملی انگلیس - ۲۰۰۲»

۳۵. فرمول شیمیایی میانگین برای سوخت دیزل $\text{C}_{12}\text{H}_{26}$ است. آنتالپی سوختن برای دودکان ($\text{C}_{12}\text{H}_{26}$)

برابر -۸۰۷۲ kJ/mol و چگالی آن برابر ۰.۷۴۵ g/cm^3 بر سانتی‌متر مکعب است.

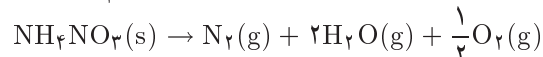
(الف) معادله‌ی موازنه شده‌ی برای سوختن دودکان بنویسید.

(ب) چگالی انرژی برای دودکان را به صورت kJ/g گرمای آزاد شده از سوختن یک لیتر ماده‌ی

سوختنی، بدست آورید.

۳۶. در آوریل سال ۱۹۴۷، ۲۳۰۰ تن آمریکایی آمونیوم نیترات (با حجمی در حدود ۱۳۵ m^3)، در

یک قابق در شهر تگزاس آمریکا منفجر شد. وامش تجزیه‌ی آمونیوم نیترات به شرح زیر است:



حجم گاز تشکیل شده در اثر انفجار را در دمای ۲۵°C و فشار ۱۰° kPa محاسبه کنید.

فرض کنید که آمونیوم نیترات موجود در قابق ۱۰% خالص باشد.

(در دمای ۲۵°C و فشار ۱۰° kPa ، یک مول گاز حجمی برابر ۲۴۷۹ m^3 اشغال می‌کند.)

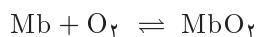
$$۱ \text{ تن آمریکایی} \quad M_{(\text{NH}_4\text{NO}_3)} = 80 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

«المپیاد ملی نیوزلند - ۲۰۰۹»

۳۷. میوگلوبین (Mb) یک پروتئین است که دارای گروه هم (آهن) است. میوگلوبین آنزیمی است که توسط

آن اکسیژن ذخیره می‌شود. هر گروه میوگلوبین به صورت برگشت‌پذیر با یک مولکول اکسیژن پیوند

برقرار کند:



این ذخیره‌ی اکسیژن برای حیواناتی چون وال‌ها که مدت زیادی زیر سطح آب می‌مانند بسیار مهم است.

کسری از Mb که به O_2 چسبیده است با زیاد شدن غلظت O_2 زیاد می‌شود:

$$Y = \frac{C_{O_2}}{C_{O_2} + K_C}$$

که K_C یک ثابت است.

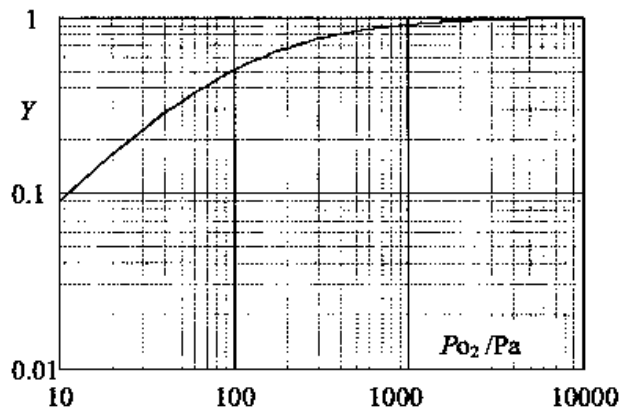
اکسیژن فقط به مقدار کمی آب حل می‌شود و مقدار حل شده با فشار اکسیژن متناسب است:

$$C_{O_2} \propto P_{O_2}$$

بنابراین کسر Mb پیوندی به فشار اکسیژن هم مربوط می‌شود (k_P یک ثابت است):

$$Y = \frac{P_{O_2}}{P_{O_2} + K_P}$$

نمودار زیر نشان‌دهنده‌ی این ارتباط است (مقایسه نمودار لگاریتمی است):



(الف) مقدار و واحد ثابت K_P را از روی نمودار بدست آورید.

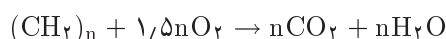
ابعاد مولکول Mb $4.5 \times 3.5 \times 2.5$ nm است. یعنی Mb در جعبه‌ای به این ابعاد جا می‌شود. به علت اینکه مولکول بیضوی است حجم مولکول تقریباً نصف حجم جعبه است. پروتئین‌ها دارای چگالی تقریبی 1.4×10^3 kg m⁻³ هستند عدد آووگادرو $N_A = 6.02 \times 10^{23}$ است.

(ب) وزن مولی Mb را تخمین بزنید.

وال‌ها اکسیژن مورد نیازشان را از تنفس هوا بدست می‌آورند و با استفاده از این اکسیژن می‌توانند مدت زیادی در زیر آب بمانند. فرض کنید که ۲۰٪ جرم بافت شش‌های آن‌ها Mb است.

(ج) حساب کنید که یک وال چند مول اکسیژن به ازای هر کیلوگرم بافت شش خود ذخیره می‌کند؟

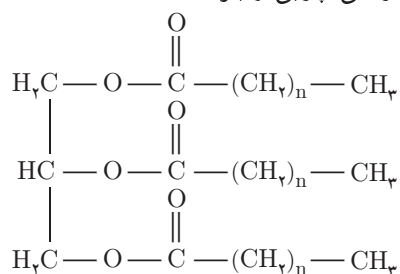
اکسیژن برای تولید انرژی استفاده می‌شود. این انرژی (گرما و حرکت) از سوختن چربی بدست می‌آید معادله‌ی کلی می‌تواند به وسیله‌ی معادله‌ی زیر تقریب زده شود:



انرژی آزاد شده از این واکنش حدود 4000 kJ به ازای یک مول O_2 . یک حیوان بزرگ مثل وال نیازمند 5 W توان به ازای یک کیلوگرم از وزن بافت‌های شش خود است تا بتواند گرم بماند و حرکت کند.

(د) حساب کنید که وال چقدر می‌تواند زیر آب بماند.

(ه) معادله‌ی سوختن مولکول واقعی چربی را بنویسید:



(آماده‌سازی هلند - ۲۰۰۲)

۳۸. هنگامی که مخلوطی 57000 گرمی از $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ، CaCO_3 ، CaCl_2 و $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2$ در دمای بالا حرارت داده شود، CO_2 ، H_2O و O_2 گازی آزاد می‌شود. گازهای آزاد شده در دمای 400 کلوین در یک سیلندر 17000 لیتری تحت خلاء، فشاری برابر 17312 اتمسفر وارد می‌کنند. هنگامی که دمای داخل سیلندر تا 300 K کاهش یابد، فشار تا 7897 اتمسفر افت می‌کند. فشار بخار آب در این دما برابر 277 torr است. گاز داخل سیلندر برای مشتعل ساختن مقدار نامشخصی از استیلن استفاده می‌شود. تغییر آنتالپی در طی فرآیند احتراق، به کمک کالری‌متر، برابر -7796 کیلوژول تعیین گردید.

$$\Delta_f H^\circ (\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})) = 226.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\Delta_f H^\circ (\text{CO}_2(\text{g})) = -393.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\Delta_f H^\circ (\text{H}_2\text{O}(\text{g})) = -241.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\Delta_{\text{vap}} H_{298}^\circ (\text{H}_2\text{O}(\text{l})) = 44.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

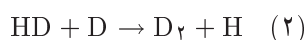
(الف) برای واکنش‌های تجزیه‌ای محتمل که تولید گاز می‌کنند، معادله‌های موازنه شده‌ای بنویسید.



- (ب) برای احتراق C_2H_2 ، معادله‌ی موازنه شده‌ای بنویسید.
 (ج) تعداد کل مول‌های گازی تولید شده در سیلندر را محاسبه کنید.
 (د) تعداد مول‌های O_2 حاضر در سیلندر را محاسبه کنید.
 (ه) تعداد مول‌های CO_2 و H_2O تولیدی را محاسبه کنید.
 (و) درصد وزنی $CaCO_3$ و $CaCl_2$ در مخلوط اولیه را تعیین کنید.

«آماده‌سازی ترکیه - ۲۰۱۱»

۳۹. دو واکنش زیر در فضای سرد بین ستاره‌ای اتفاق می‌افتند:



پارامترهای ترموشیمیایی مرتبط به واکنش (۱) در زیر آمده است:

$$\Delta H_f^\circ(H_2(g)) = 0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\Delta H_f^\circ(HD(g)) = 0,33 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\Delta H_f^\circ(H(g)) = 216,00 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\Delta H_f^\circ(D(g)) = 219,76 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$S^\circ(H_2(g)) = 130,57 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$S^\circ(HD(g)) = 143,69 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$S^\circ(H(g)) = 114,60 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$S^\circ(D(g)) = 123,24 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

فرض کنید که آنتالپی‌های تشکیل مربوط به دمای صفر کلوین و آنتروپی‌ها مستقل از دما می‌باشند.
 (الف) ΔG° واکنش (۱) را در دمای $T = 20 \text{ K}$ و دمای $T = 1000 \text{ K}$ محاسبه کنید.
 اگر غلظت‌های اولیه تمام واکنش‌دهنده‌ها و محصولات برابر باشند، واکنش در کدام جهت خودبه‌خودی خواهد بود؟

(ب) علامت ΔH° (برای مثال مثبت یا منفی) چه چیزی را در مورد قدرت پیوندهای H_2 و HD نشان می‌دهد؟ علامت ΔS° چه چیزی را در مورد واکنش (۱) در جهت رفت به ما می‌گوید؟
 و مبنای فیزیکی علامت ΔS° چیست؟

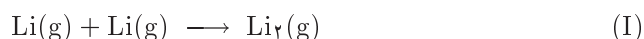
(ج) حال واکنش (۲) را در نظر بگیرید. علامت ΔH° و ΔS° را برای این واکنش در جهت رفت تعیین کنید (مثبت یا منفی). با فرض این که تغییرات آنتالپی و آنتروپی، از نظر اندازه، برابر مقادیر

قسمت الف باشند، تغییر انرژی آزاد واکنش را در دمای 2°K و 1000°K محاسبه کرده و جهت خودبه‌خودی بدون واکنش در هریک از دماها را تعیین کنید.

(د) هیدروژن مولکولی (در فرم رایج ایزوتروپی خود) با غلظت بسیار بالایی نسبت به هیدروژن اتمی (و دوتریم اتمی) در فضای بین ستاره‌ای موجود است. با فرض دمای 2°K ، فرم غالب دوتریم (مثلاً D ، HD یا D_2) را در فضای بین ستاره‌ای تعیین کنید.

«آماده‌سازی استرالیا - ۱۹۹۸»

♦ ۴. دی لیتیم از برخورد دو اتم لیتیم در فاز گازی بوجود می‌آید:



(الف) آنتالپی تشکیل دی لیتیم به طور مستقیم قابل اندازه‌گیری نمی‌باشد. هرچند پارامترهای ترموشیمیایی

زیر در دسترس می‌باشند:

$$\Delta H_f^\circ(\text{Li(g)}) = 159.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\text{IE}(\text{Li(g)}) = 5.392 \text{ eV} [1 \text{ eV} = 96.486 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}]$$

$$D^\circ(\text{Li}_2^+(\text{g})) = 129.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \quad (\text{D}^\circ \text{ انرژی پیوندی می‌باشد})$$

$$\text{IE}(\text{Li}_2(\text{g})) = 5.113 \text{ eV}$$

به کمک اطلاعات بالا $\Delta H_f^\circ(\text{Li}_2(\text{g}))$ و $D^\circ(\text{Li}_2(\text{g}))$ را تعیین کنید.

(ب) در زیر آزمایش 122.45°K گرم از لیتیم خالص در یک محفظه‌ی واکنش تخلیه شده، قرار داده

شد. حجم محفظه‌ی واکنش 10^5 m^3 و دمای عملیاتی در مقدار 610.25 K ثابت می‌باشد. یک سنسور حساس به فشار، نشان می‌دهد که فشار محفظه‌ی واکنش در مقدار 9.462×10^{-4} تور ($1 \text{ Torr} = 0.13332 \text{ kPa}$) ثابت می‌باشد. با فرض این‌که تمام محتویات لیتیم در داخل محفظه، بخار شده باشد، غلظت لیتیم گازی و دی لیتیم گازی در ظرف واکنش را تعیین کنید.

ثابت تعادل برای واکنش (I) در این دما چقدر است؟ (K_C)

$$R = 8.31447 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$M_w(\text{Li}) = 6.941 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

(ج) در آزمایش دیگری، این بار 265.384 gr از لیتیم در همان محفظه‌ی واکنش و با همان شرایط

رار داده شده. فشار خوانده شده از محفظه‌ی واکنش $1.455 \times 10^{-3} \text{ Torr}$ می‌باشد. فشار

بخار دی لیتیم چقدر است؟ «آماده‌سازی استرالیا - ۱۹۹۸»

بخار دی لیتیم چقدر است؟

۴۱. حالت پایه‌ی الکترونی اتم هیدروژن (پایین‌ترین حالت الکترونی) به صورت $1s^1$ نوشته می‌شود که نشان می‌دهد که تک الکترون، اوربیتال $1s$ را اشغال می‌کند. اگر انرژی کافی به اتم داده شود، الکترون می‌تواند از اوربیتال $1s$ به اوربیتال‌های بالاتر مانند $2p$ و یا حتی $3p$ برانگیخته شود. انرژی الکترون در اتم هیدروژن (یا هر اتم یونیده شده با بار هسته‌ی Z و تنها با یک الکترون) با معادله‌ی روبرو داده می‌شود:

$$E_n = -R_H \frac{Z^2}{n^2}$$

در معادله Z تعداد پروتون‌ها در هسته می‌باشد ($Z = 1$ برای هیدروژن)، n عدد کوانتومی اصلی بوده و R_H ثابت ریدبرگ می‌باشد که مقداری برابر با انرژی یونش اتم هیدروژن دارد:

$$R_H = 2,179 \times 10^{-18} \text{ J}$$

(الف) انرژی یک الکترون در اوربیتال $2p$ را در اتم هیدروژن برانگیخته محاسبه کنید.

(ب) مقدار انرژی مورد نیاز برای برانگیختن یک الکترون از اوربیتال $1s$ را محاسبه کنید.

(ج) انرژی یونش یک یون هلیوم (He^+) را محاسبه کنید.

هنگامی که الکترون از یک اوربیتال با انرژی بالاتر به یک اوربیتال پایین‌تر باز می‌گردد، انرژی را به صورت نور آزاد می‌کند. فرکانس نور، f ، برحسب هرتز (Hz) با معادله‌ی زیر به انرژی انتقال، ΔE ، مربوط می‌شود:

$$\Delta E = hf$$

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J s} \quad (\text{ثابت پلانک})$$

(د) فرکانس نور آزاد شده در اثر انتقال الکترون در اتم هیدروژن از اوربیتال $2p$ به اوربیتال $1s$ را محاسبه کنید (معروف به خط α - لیمان اتم هیدروژن).

ابرنواختر E0102-72، شامل میلیون‌ها برابر اکسیژن موجود در سطح زمین می‌باشد، به دلیل دمای فوق‌العاده زیاد در ابرنواختر، اتم‌های اکسیژن به گونه‌های الکترونی O^{7+} یونیزه شده‌اند. اکسیژن به کمک فرکانس ویژه‌ی خط α - لیمان شناسایی شده است.

(ه) فرکانس خط α - لیمان O^{7+} را محاسبه کنید.

(و) عنصر دیگری که علاوه بر اکسیژن به مقدار زیاد در ابرنواختر وجود دارد، خط α - لیمان با فرکانس $2,471 \times 10^{17}$ هرتز تولید می‌کند. این عنصر را به کمک جدول تناوبی شناسایی کنید.

۴۲. یک شرکت تولید قهوه اخیراً نوعی قوطی قهوه به بازار عرضه کرده است که قابلیت این را دارد که خودش را گرم کند! جهت گرم کردن قهوه، دکمه‌ای فشار داده می‌شود که ترکیبات گرم‌کننده را با هم مخلوط می‌کند: محلول رقیقی از سدیم / پتاسیم هیدروکسید و کلسیم اکسید. بدین ترتیب ۲۱۰ ml از قهوه تا حدود 40°C گرم می‌شود.

(الف) معادله‌ای برای واکنش کلسیم اکسید با آب بنویسید.

(ب) سرعت گرم شدن می‌تواند با تغییر pH محلول تغییر کند. انتظار دارید که سرعت واکنش در محبظ‌های اسیدی، بازی و خنثی چگونه تغییر کند، توضیح دهید. (به ترتیب افزایش سرعت مرتب کنید)

(ج) با استفاده از مقادیر آنتالپی‌های تشکیل برای کلسیم هیدروکسید، کلسیم اکسید و آب که به ترتیب برابر 3100 ، -636 و -286 کیلوژول بر مول می‌باشد، تغییر آنتالپی استاندارد مولی برای واکنش قسمت (الف) را محاسبه کنید.

(د) با فرض این که ظرفیت گرمایی ویژه برای قهوه مانند ظرفیت گرمایی ویژه برای آب باشد $(4.18 \text{ J}^{-1} \text{ kg}^{-1})$ مقدار انرژی مورد نیاز برای گرم کردن ۲۱۰ ml قهوه به اندازه‌ی 40°C را محاسبه کنید.

(ه) در نهایت مقدار مینیمم کلسیم اکسید مورد نیاز برای قرار دادن در قوطی را محاسبه کنید.

«المپیاد ملی انگلیس - ۲۰۰۴»

۴۳. دو واکنش جایشینی زیر در یک کالریمتر با ظرفیت گرمایی $2000 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$ انجام شده‌اند. در آزمایش اول، مقدار اضافی پودر منیزیم به 10°C سانتی‌مترمکعب از محلول ۱ مولار مس (II) سولفات اضافه شد. دما از 19.5°C به 41.2°C افزایش یافت.

در آزمایش دوم، مقدار اضافی از پودر مس به 10°C از محلول ۰/۵ مولار نقره نیترات اضافه شد، دما از 14.5°C به 20.9°C افزایش یافت.

ظرفیت گرمایی ویژه‌ی محلول‌های مس (II) سولفات و نقره نیترات را برابر $4.2 \text{ J K}^{-1} \text{ cm}^{-3}$ در نظر بگیرید. می‌توان فرض کرد که جرم فلز اضافی در هر واکنش قابل صرف‌نظر است.

(الف) تغییر آنتالپی واکنش برای هر دو آزمایش را محاسبه کنید.

(ب) تغییر آنتالپی به ازای یک مول مس، برای واکنش اتم‌های مس با نقره نیترات را محاسبه کنید.

«المپیاد ملی انگلیس - ۲۰۰۴»

۴۴. هنگامی که مقدار مشخصی از یک سوخت، در یک کالریمتر در مجاورت اکسیژن بسوزد، می‌توان به کمک اندازه‌گیری تغییر دما در کالریمتر، آنتالپی احتراق و همچنین آنتالپی استاندارد تشکیل را تعیین کرد.