

2nd Stage of Iranian Chemistry Olympiad 14th Edition



جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش
مرکز ملی پرورش استعداد های درخشان و دانش پژوهان جوان
معاونت دانش پژوهان جوان



مرکز ملی پرورش استعداد های درخشان
و دانش پژوهان جوان

مبارزه علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست و جو و کشف واقعیت هاست. «الم تمینی (ره)»

اینجانب (شرکت کننده) این دفترچه را به صورت کامل (۶ برگه (۱۲ صفحه با احتساب جلد)) دریافت نمودم. امضاء

اینجانب (منشی حوزه) تعداد برگه دریافت نمودم. امضاء

دفترچه سوالات چند گزینه‌ای بیست و هفتمین دوره المپیاد شیمی

تاریخ: ۱۳۹۶/۱/۳۰

مجموع زمان آزمون‌های چند گزینه‌ای و تشریحی: ۲۱۰ دقیقه

تعداد سوالات چند گزینه‌ای ۴۰



شماره صندلی

کد دفترچه

۱

استان:
منطقه:
پایه تحصیلی:

شماره پرونده:
کد ملی:
نام پدر:
نام مدرسه:



حوزه:

توضیحات مهم

استفاده از ماشین حساب مجاز است

- ۱- کد دفترچه شما یک است. این کد را با کدی که روی پاسخنامه نوشته شده است تطبیق دهید. در صورت وجود مغایرت، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید.
- ۲- بلافاصله پس از آغاز آزمون تعداد سوالات داخل دفترچه را بررسی نمایید و از وجود همه برگه‌های دفترچه سوالات مطمئن شوید. در صورت وجود هر گونه نقصی در دفترچه، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید.
- ۳- یک برگه پاسخنامه برای سوالات چند گزینه‌ای در اختیار شما قرار گرفته که مشخصات شما بر روی آن نوشته شده است. در صورت نادرست بودن آن، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید.
- ۴- کلیه جواب‌ها باید در پاسخنامه وارد شود. بدیهی است موارد مندرج در دفترچه سوالات تصحیح نشده و به آن‌ها هیچ امتیازی تعلق نخواهد گرفت.
- ۵- نام و نام خانوادگی خود را روی کلیه صفحات دفترچه سوالات و پاسخنامه بنویسید.
- ۶- برگه پاسخنامه شما را دستگاه تصحیح می‌کند. پس آن را تا تکنید و تمیز نگه دارید و علاوه پاسخ هر پرسش را با مداد مشکی نرم در محل مربوط علامت بزنید. لطفاً خانه مورد نظر را کاملاً سیاه کنید.
- ۷- همراه داشتن هرگونه کتاب، جدول تناوبی عناصر، جزوه، یادداشت و لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه، ساعت هوشمند، دستبند هوشمند و لپ تاپ ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد، تقلب محسوب خواهد شد.
- ۸- دفترچه سوالات باید همراه پاسخنامه به مسئولین جلسه تحویل شود.
- ۹- پاسخ درست به هر سوال ۳ امتیاز مثبت و پاسخ نادرست یک امتیاز منفی دارد.
- ۱۰- آزمون مرحله دوم برای دانش‌آموزان پایه دهم صرفاً جنبه آزمایشی و آمادگی دارد و شرکت کنندگان در دوره تالیفاتی از بین دانش‌آموزان پایه سوم دبیرستان انتخاب می‌شوند.

۱- فرض کنید گونه ای با عدد اتمی Z دارای یک الکترون است. اگر انرژی لازم برای جهش الکترون از حالت پایه به دومین حالت برانگیخته در این گونه ، ۳۲ برابر انرژی یونش اتم هیدروژن باشد، Z کدام است؟

- (۱) ۶ (۲) ۷ (۳) ۳۶ (۴) ۳۲

۲- فاصله بین هسته های دو اتم برم در یک مولکول کربن تترابرمید برحسب آنگستروم کدام است؟ (طول پیوند کربن-برم $1/94$ آنگستروم است)

- (۱) $2/24$ (۲) $1/58$ (۳) $2/37$ (۴) $3/17$

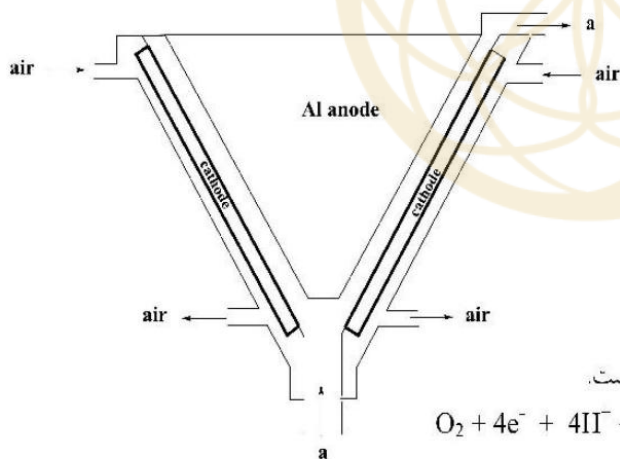
۳- تعداد برخورد های ذرات یک گاز در واحد حجم در واحد زمان (Z) از رابطه زیر محاسبه می شود. تعداد برخوردهای بین های گاز نئون در 1 سانتی متر مکعب در یک ثانیه ، در دمای 0°C و فشار 1 bar کدام است؟ جرم مولی نئون $20/2$ گرم بر مول و شعاع اتمی آن $1/20$ آنگستروم است. (تعداد ذره ها در یک سانتی متر مکعب = N' ، قطر هر ذره = σ ، جرم مولی = M ، $R = 0/08314\text{ barLmol}^{-1}\text{K}^{-1}$ ، $N_A = 6/02 \times 10^{23}$)

طلایی ها

$$Z = 2(N')^2 \sigma^2 \sqrt{\frac{\pi RT}{M}}$$

- (۱) $1/5 \times 10^{27}$ (۲) $4/8 \times 10^{26}$ (۳) $4/8 \times 10^{28}$ (۴) $1/5 \times 10^{25}$

۴- شکل زیر نمایش ساده ای از یک باتری آلومینیم- هوا را نشان می دهد که با تشکیل $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ و تبدیل آن به $\text{Al}(\text{OH})_3$ و سپس به Al ، می تواند در خودروها به کار گرفته شود. چه تعداد از عبارات های زیر درست است؟



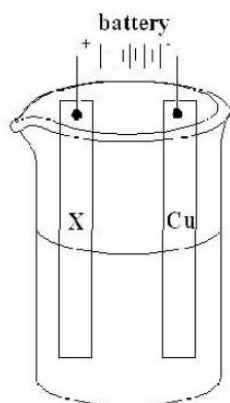
- a می تواند محلول NaOH باشد.

- این باتری نوعی سلول سوختی به شمار می آید.

- تعداد الکترون های رد و بدل شده در واکنش کلی آن ۱۲ است.

- نیم واکنش کاتدی آن به صورت مقابل است: $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 4\text{H}^+ \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

- (۱) ۴ (۲) ۳ (۳) ۲ (۴) ۱



۵- در شکل رویرو، اگر X هر یک از فلزات داده شده باشد، چه تعداد از عبارات های زیر درست است؟

$X = Cu$ ، از جرم تیغه در قطب منفی کم می شود.

$X = Pt$ ، فراورده آندی گاز اکسیژن خواهد بود.

$X = Pt$ ، با گذشت زمان pH محلول الکترولیت افزایش می یابد.

$X = Pt$ یا $X = Cu$ ، در هر دو صورت نیم واکنش کاتدی یکسان است.

۴ (۴)

۳ (۳)

۱ (۲)

۲ (۱)

۶- عنصر X را با انرژی های یونش متوالی زیر (برحسب کیلوژول بر مول) در نظر بگیرید. کدام عبارت در مورد آن همواره درست است؟

باشگاه طلایی‌ها

IE_1	IE_2	IE_3	IE_4	IE_5	IE_6
۱۰۱۲	۱۹۰۳	۲۹۱۰	۴۹۵۰	۶۲۷۸	۲۲۲۳۰

(۱) هیدریدی با فرمول XH_3 دارد که در آب خاصیت بازی دارد.

(۲) از انحلال یک مول اکسید آن با بالاترین ظرفیت X در آب، دو مول اسید تولید می شود.

(۳) کلریدی با فرمول XCl_3 دارد که ناقطبی است.

(۴) ترکیبی به فرمول $X(OH)_3$ دارد که خاصیت آمفوتری دارد.

۷- چه تعداد از گونه های زیر آمفوتر است؟

هیپوفسفیت، سدیم هیدروژن کربنات، آلومینیم اکسید، مونو هیدروژن فسفیت، گلیسین، تری اتیل آمونیم، هیدروژن سولفیت، تری فلئورواتانوات

۴ (۴)

۳ (۳)

۵ (۲)

۲ (۱)

۸- نمونه ای به جرم ۵۰ گرم از یک سنگ معدن Fe_2O_3 ناخالص را در مجاورت مقدار کافی کربن در دمای بالا قرار می دهیم تا بطور کامل با یکدیگر واکنش دهند. طی این عمل جرم نمونه به ۴۴ گرم کاهش می یابد. درصد خلوص نمونه کدام است؟ ناخالصی ها در واکنش شرکت نمی کنند. ($O = ۱۶$ ، $C = ۱۲$ ، $Fe = ۵۶$)

۸۵ (۴)

۸۰ (۳)

۴۰ (۲)

۶۰ (۱)

۹- آلیاژ موندل از آهن، مس، نیکل و سایر عناصر تشکیل شده است و در صنایع الکترونیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. از یک قطعه از این آلیاژ با چگالی $8/80 \text{ g/cm}^3$ که حاوی $0/022$ درصد وزنی سیلیسیم است جهت ساخت صفحه ای به طول 15 cm ، عرض $12/5 \text{ cm}$ و ضخامت 3 mm استفاده می‌شود. در مرکز این صفحه سوراخ گردی به قطر $2/5$ سانتی متر وجود دارد. چه تعداد اتم ^{30}Si در این صفحه یافت می‌شود؟ (جرم های اتمی ^{28}Si و ^{30}Si را به ترتیب ۲۸ و ۳۰ فرض کرده و فراوانی ^{30}Si را نیز $3/1$ درصد در نظر بگیرید)

- (۱) $6/2 \times 10^{19}$ (۲) $8/6 \times 10^{21}$ (۳) $7/1 \times 10^{19}$ (۴) $9/2 \times 10^{21}$

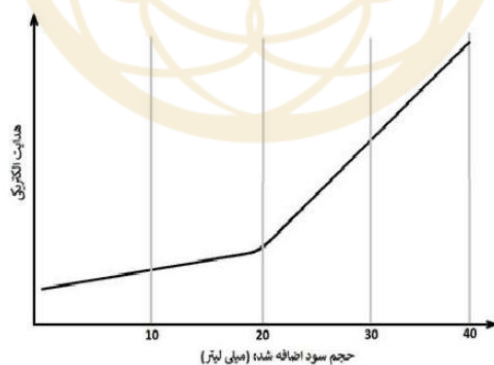
۱۰- از Na_2SO_4 بدون آب برای خشک کردن (آب زدایی) مایعاتی که در آنها نامحلول است استفاده می‌شود. در این صورت Na_2SO_4 به $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ تبدیل می‌شود و می‌توان آن را با صاف کردن جدا کرد. حداقل چند گرم Na_2SO_4 بدون آب برای حذف کردن ۱۹ گرم آب از یک مخزن پر از بنزین لازم است؟ ($\text{O} = 16, \text{S} = 32, \text{Na} = 23$)

- (۱) ۱۳ (۲) ۱۴ (۳) ۱۲ (۴) ۱۵

۱۱- یک نمونه به جرم $0/622$ گرم از یک اکسید فلزی با فرمول M_2O_3 به $0/685$ گرم سولفید این فلز به فرمول MS تبدیل می‌شود. جرم اتمی فلز M کدام است؟

- (۱) ۵۵ (۲) ۵۸ (۳) ۶۴ (۴) ۸۶

۱۲- تیتراسیون هدایت سنجی یکی از انواع تیتراسیون است که طی آن ماده‌ی تیتراکننده به صورت قطره‌قطره به محلول افزوده می‌شود و هدایت الکتریکی محلول در هنگام تیترا شدن اندازه‌گیری می‌شود. به 20 میلی‌لیتر محلول استیک اسید به صورت قطره‌قطره محلول $0/01$ مولار سدیم هیدروکسید اضافه می‌کنیم. اگر نمودار تیتراسیون مطابق شکل زیر باشد، غلظت اولیه‌ی محلول استیک اسید و pH نقطه‌ی پایانی تیتراسیون کدام است؟ ($\text{pK}_a = 4/75$ استیک اسید)



- (۱) $0/01$ مولار و $8/4$ (۲) $0/005$ مولار و $8/2$ (۳) $0/005$ مولار و $8/1$ (۴) $0/01$ مولار و $8/2$

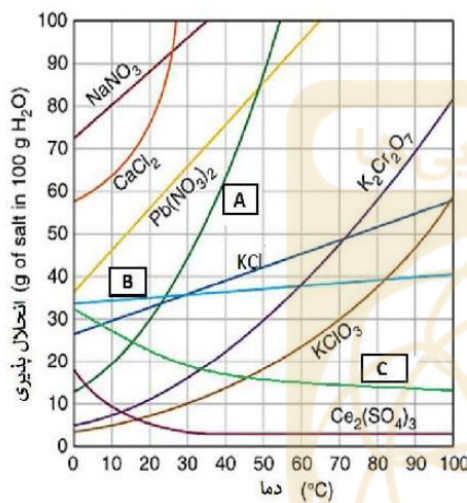
۱۳- تجزیه عنصری یک ترکیب سولفاتی مشخص کرده که شامل ۱۳/۷۸ درصد وزنی پتاسیم ، ۱۸/۳۷ درصد وزنی کروم و ۲۲/۶۱ درصد وزنی گوگرد می باشد. عدد اکسایش کروم در این ترکیب چند است؟

- (۱) ۲ (۲) ۴ (۳) ۳ (۴) ۶

۱۴- pH محلول آبی 10^{-8} مولار HCl کدام است؟

- (۱) ۶ (۲) ۶/۹۸ (۳) ۸ (۴) ۶/۹۵

۱۵- اگر آنتالپی انحلال NaCl ، Li_2SO_4 و KNO_3 به ترتیب $3/9$ ، $-30/5$ و $34/9$ کیلوژول بر مول باشد، با توجه به نمودار زیر، گونه‌های A ، B ، C به ترتیب از راست به چپ کدامند؟



- (۱) Li_2SO_4 , NaCl , KNO_3
 (۲) KNO_3 , Li_2SO_4 , NaCl
 (۳) KNO_3 , NaCl , Li_2SO_4
 (۴) NaCl , KNO_3 , Li_2SO_4

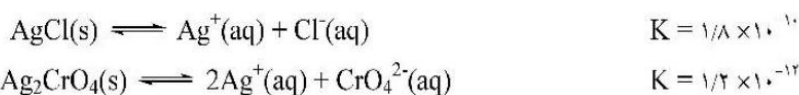
۱۶- با توجه به نمودار انحلال پذیری سؤال قبل، کدام گزینه جاهای خالی را به ترتیب درست نشان می دهد : اگر ۱۰۰ گرم آب که در دمای درجه سلسیوس از سیر شده است را به سرعت تا دمای درجه سلسیوس سرد کنیم و رسوب حاصل را جدا و خشک کنیم، مقدار گرم رسوب به دست می آید.

- (۱) ۴۰ ، پتاسیم کلرات، ۲۰ ، ۲۰
 (۲) ۹۰ ، پتاسیم کلرید، ۶۰ ، ۱۰
 (۳) ۸۰ ، سریم سولفات، ۴۰ ، ۴۰
 (۴) ۸۰ ، پتاسیم دی کرومات، ۱۰ ، ۵۰

۱۷- برای تهیه ۲۰/۹۶ گرم محلول ۱/۲ مولال سود، چند گرم NaOH با خلوص ۶۰ درصد لازم است؟
 (O = ۱۶ , H = ۱ , Na = ۲۳)

- (۱) ۱/۳۳ (۲) ۰/۹۶ (۳) ۱/۶ (۴) ۰/۵۸

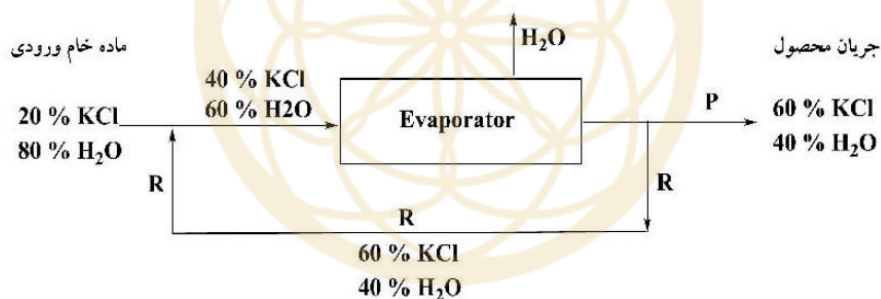
۱۸- تیتراسیون موهر روشی برای اندازه‌گیری یون‌های هالید است. در این روش یون X^- به کمک محلول نقره نیترات تیترو می‌شود. برای تشخیص پایان تیتراسیون مقدار کمی CrO_4^{2-} در محلول حاوی یون هالید اضافه شده است. با مشاهده‌ی رسوب سرخ رنگ تیتراسیون به پایان می‌رسد.



۱۰/۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۱۰ مولار NaCl که غلظت یون کرومات در آن $2/4 \times 10^{-4}$ مولار است را با نقره نیترات ۰/۱۰ مولار تیترو می‌کنیم، در لحظه‌ای که رسوب نقره دی کرومات شروع به تشکیل شدن می‌کند، غلظت Cl^- باقی مانده در محلول چند مولار است ؟

- (۱) $1/8 \times 10^{-6}$ (۲) $2/54 \times 10^{-6}$ (۳) $1/27 \times 10^{-6}$ (۴) ۰/۱۰

۱۹- در یک راکتور شیمیایی، محلول ۲۰٪ وزنی KCl به محلول ۶۰٪ وزنی KCl تبدیل می‌شود. در حین فرآیند، برای افزایش کارایی، بخشی از محلول تغلیظ شده KCl تحت عنوان جریان بازگشتی R با ماده خام ورودی مخلوط شده و مجدداً وارد قسمت تبخیر (Evaporator) می‌شود. فرض می‌کنیم راکتور در شرایط پایا قرار دارد. شرایط پایا، شرایطی است که دما، فشار و ترکیب درصد اجزا در هر نقطه از راکتور در طول زمان ثابت است. به عبارت دیگر می‌توان گفت مقدار ماده ورودی به هر قسمت از راکتور برابر مقدار ماده خروجی از همان قسمت است. با توجه به اطلاعات داده شده در شکل زیر، به ازای هر ۳۰۰ کیلوگرم جریان ماده خام ورودی، چند کیلوگرم ماده وارد جریان بازگشتی R می‌شود؟



- (۱) ۱۰۰ (۲) ۶۰۰ (۳) ۱۵۰ (۴) ۳۰۰

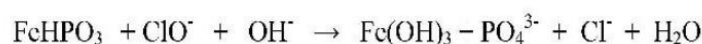
۲۰- pH محلول ۰/۰۱۰ مولار Na_3PO_4 کدام است؟ ($pK_a(H_3PO_4) = 2/1, 7/2, 12/0$)

- (۱) ۱۲/۰ (۲) ۱۱/۸ (۳) ۹/۶ (۴) ۱۲/۲

۲۱- اگر مخلوطی از FeO و Fe₂O₃ به جرم ۹/۵۰ گرم را به آهن خالص تبدیل کنیم ، ۷/۰۰ گرم آهن خالص به دست می آید. درصد جرمی FeO در مخلوط اولیه چقدر است؟ (Fe = ۵۵/۸ ، O = ۱۶)

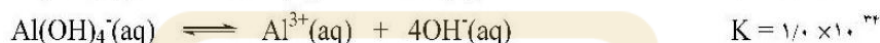
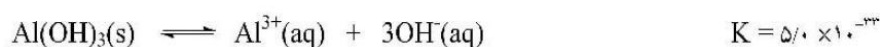
- (۱) ۶۹ (۲) ۵۲ (۳) ۳۱ (۴) ۴۸

۲۲- مجموع ضرایب استوکیومتری واکنش زیر پس از موازنه کدام است؟



- (۱) ۱۹ (۲) ۱۶ (۳) ۸ (۴) ۹

۲۳- حلالیت Al(OH)₃ (s) در یک محلول بافر با pH = ۱۰ چند مول بر لیتر است؟



- (۱) $5/0 \times 10^{-3}$ (۲) $5/0 \times 10^{-2}$ (۳) کمتر از 10^{-11} (۴) کاملاً محلول است

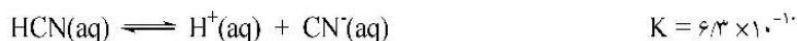
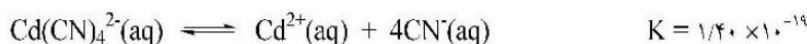
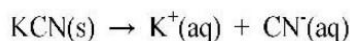
۲۴- اگر ۲۰۰/۰ گرم محلول ۱/۰ مولال NaCl را با ۲۰۰/۰ گرم محلول ۳/۰ مولال NaCl مخلوط کنیم، مولالیت محلول حاصل کدام است؟ (Na = ۲۳ ، Cl = ۳۵/۵)

- (۱) ۱/۷۵ (۲) ۲/۰۰ (۳) ۱/۹۵ (۴) ۱/۸۵

۲۵- ثابت تعادل واکنش $2\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{g}) + 2\text{D}(\text{g})$ در دمای ۲۵ درجه سلسیوس برابر با ۶۴/۰ است. اگر ۱/۰۰ مول A(g) و ۰/۵۰ مول B(g) در یک ظرف در بسته ۴۰/۰ لیتری با هم مخلوط شوند ، غلظت A(g) پس از برقراری تعادل چند مول بر لیتر است؟

- (۱) $5/0 \times 10^{-3}$ (۲) $2/5 \times 10^{-3}$ (۳) $1/0 \times 10^{-2}$ (۴) $2/0 \times 10^{-2}$

۲۶- به یک لیتر محلول KCN ، مقدار اضافی از جامد Cd(OH)₂ می افزاییم. اگر در هنگام برقراری تعادل ، pH محلول برابر با ۱۲/۰ و غلظت Cd(CN)₄²⁻ برابر ۰/۰۰۲۰ مول بر لیتر باشد، غلظت K⁺ در این محلول چند مول بر لیتر است؟ واکنش ها و ثابت های تعادل عبارتند از :

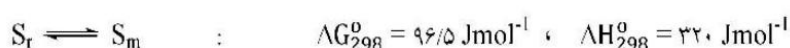


- (۱) $3/0 \times 10^{-3}$ (۲) $1/1 \times 10^{-3}$ (۳) $9/1 \times 10^{-3}$ (۴) $8/0 \times 10^{-3}$

۲۷- هرگاه ΔH_f° بر حسب کیلوژول بر مول در دمای ۲۹۸ K برای $C(g)$ ، $I(g)$ ، $H(g)$ و $CH_3I(g)$ به ترتیب برابر با ۷۱۷، ۱۰۷، ۲۱۸ و ۱۳ باشد و میانگین آنتالپی پیوند C-H در $CH_3I(g)$ هم برابر با ۴۱۴ کیلوژول بر مول باشد، آنگاه آنتالپی پیوند C-I در $CH_3I(g)$ در شرایط داده شده بر حسب کیلوژول بر مول کدام است؟

- ۲۳۶ (۱) ۲۲۳ (۲) ۲۴۰ (۳) ۲۵۰ (۴)

۲۸- قبلاً دمای $20^\circ C$ (۲۹۳ K) را به جای دمای $25^\circ C$ (۲۹۳ K) به عنوان دمای اتاق استاندارد به کار می بردند. مقدار ΔG_{293}° در تبدیل گوگرد رومبیک جامد، S_r ، به گوگرد منو کلینیک جامد، S_m ، با توجه به معلومات داده شده، بر حسب ژول کدام است؟



- ۱۰۰/۲۵ (۱) ۱۰۵/۵ (۲) ۱۰۷/۲ (۳) ۱۱۰/۱۱ (۴)

۲۹- $Na_2SO_4(s)$ دارای یک شکل پایدار، α ، و یک شکل شبه پایدار، β ، است. آنتروپی مطلق شکل پایدار در دمای صفر کلوین برابر با صفر است، اما آنتروپی مطلق شکل شبه پایدار صفر نیست. ΔS° در تبدیل شکل پایدار به شکل شبه پایدار در دمای صفر کلوین با توجه به معلومات داده شده بر حسب $\text{JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$ کدام است؟ معلومات: ΔH_{298}° در تبدیل شکل α به شکل β برابر 2980 Jmol^{-1} می باشد. ΔG_{298}° در تبدیل شکل α به شکل β را به طور تقریبی برابر صفر در نظر بگیرید. افزایش آنتروپی در گرم کردن هر یک از شکل های α و β از صفر کلوین تا ۲۹۸ کلوین در فشار ثابت به ترتیب برابر با $29/5 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$ و $55/0 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$ است.

- ۲/۵ (۱) ۳/۵ (۲) ۴/۵ (۳) ۱/۵ (۴)

۳۰- هرگاه فشار جزئی Cl_2 ، F_2 ، ClF در واکنش زیر:



به ترتیب برابر با $0/010 \text{ bar}$ ، $0/010 \text{ bar}$ و 20 bar باشد، آن گاه نسبت $\frac{K}{Q}$ واکنش در شرایط داده شده کدام است؟ گازهای شرکت کننده ایده آل فرض می شوند و ۱ bar به عنوان فشار استاندارد است. ($R = 8/314 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$)

- 5×10^{11} (۱) 1×10^{11} (۲) 5×10^{-10} (۳) 2×10^{11} (۴)

۳۱- یک مول گاز کامل با ظرفیت گرمایی $C_v = 12/5 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$ ، یک بار در حجم ثابت و یک بار در فشار ثابت از دمای ۳۰۰ K تا ۳۵۰ K گرم می شود. مقدار $(\Delta H - \Delta U)$ ، در آن بر حسب ژول کدام است؟

- ۳۱۵/۵ (۱) ۴۱۵/۷ (۲) ۱۰۰/۴ (۳) صفر (۴)

۳۲- برای واکنش زیر :



ثابت تعادل غلظتی، K_c ، در دمای 298 K ، برابر با $10^{16} \times 1/0$ به دست آمده است. اگر ΔG_{298}^0 واکنش داده شده برابر با $82589/4\text{ J}$ باشد، مطابق تعریف زیر ثابت K_γ برای این واکنش کدام است؟ (γ ضریب فعالیت را نشان می دهد).

$$K_\gamma = \frac{(\gamma_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}})(\gamma_{\text{H}_2\text{O}})}{(\gamma_{\text{CrO}_4^{2-}})^2 (\gamma_{\text{H}^+})^2} = \frac{K}{K_e}$$

- (۱) $0/010$ (۲) $0/020$ (۳) $0/030$ (۴) $0/050$

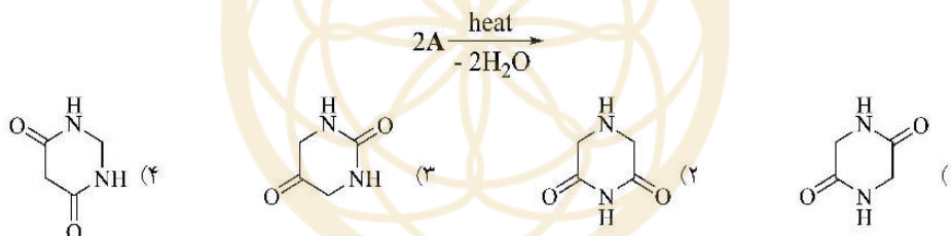
۳۳- براساس کارهای پژوهشی انجام شده بستگی ولتاژ استاندارد، E^0 ، واکنش $\text{Ag}(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{AgCl}(\text{s})$ برحسب دمای کلورین T ، از معادله زیر پیروی می کند:

$$x = (T - 728/2) \times 10^{-3} \quad ; \quad (E_T^0 / \text{ولت}) = 0/9079 - 0/280 \cdot x + 0/110 \cdot x^2$$

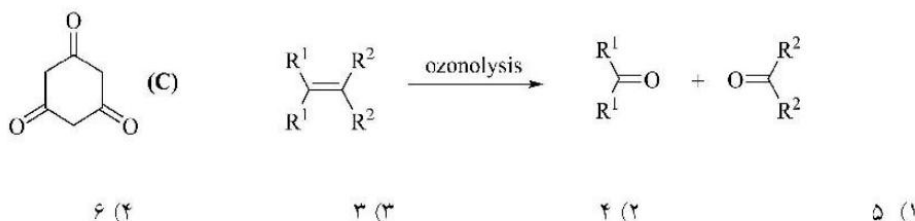
با توجه به آن، ΔG^0 واکنش داده شده در دمای 1000 K برحسب کیلوژول کدام است؟ ($F = 96485\text{ Cmol}^{-1}\text{ T}$)

(۱) $-180/06$ (۲) $-162/08$ (۳) $-170/09$ (۴) $-81/04$

۳۴- از حرارت دادن آمینو اسید **A** با فرمول بسته $\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2$ طبق واکنش زیر کدام محصول به دست می آید؟



۳۵- از ازنولیز **B** با فرمول بسته $\text{C}_{11}\text{H}_{16}$ در شرایط مناسب ترکیب **C** تهیه می شود. برای **B** چند ساختار با خواص فیزیکی متفاوت می توان در نظر گرفت؟



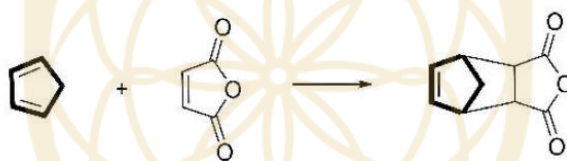
۳۶- آمیدها را می توان در شرایط مناسب به آمین ها احیا کرد:



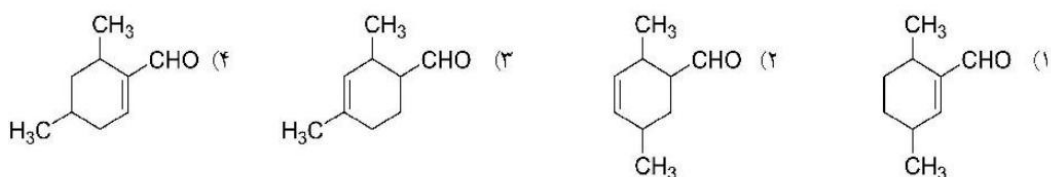
برای تهیه ترکیب زیر طی مراحل لازم و تحت شرایط مناسب کدام ماده اولیه مناسب است؟



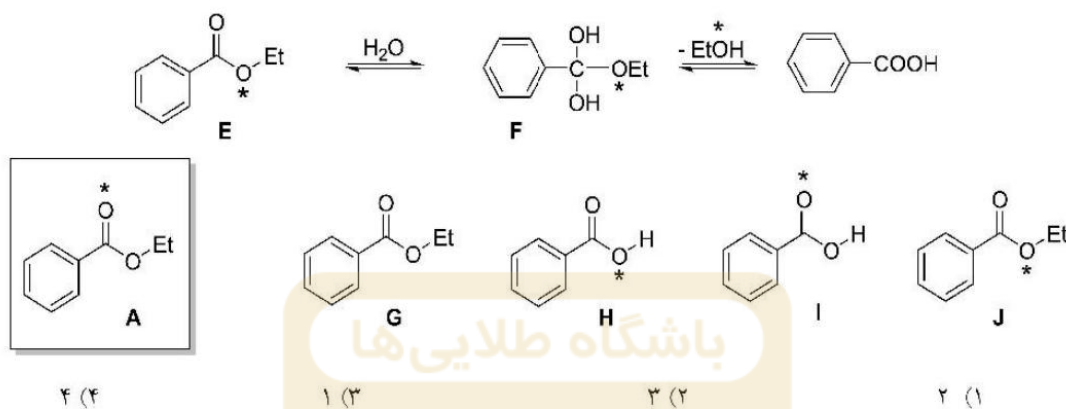
۳۷- به تشکیل پیوند ها در واکنش زیر که به واکنش دیلز-آلدر معروف است توجه کنید:



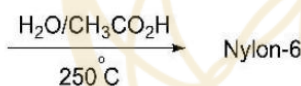
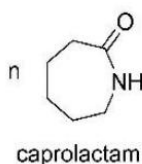
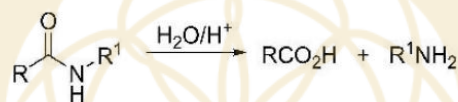
با استفاده از واکنش دیلز آلدر و در اختیار داشتن ۲،۴- هگزادی ان و آکریل آلدهید (C_3H_4O) کدام یک از ترکیب های زیر را می توان در یک مرحله تهیه کرد؟



۳۸- استرها در شرایط مناسب به اسیدهای کربوکسیلیک و الکل ها هیدرولیز می شوند. یکی از راه های بررسی مکانیسم واکنش، جایگزینی اتم ها با ایزوتوپ های آن ها و سپس مشاهده موقعیت ایزوتوپ ها در محصولات یا مواد اولیه است. اگر در واکنش هیدرولیز استر E، حدواسط F تشکیل شود، چه تعداد از ترکیبات I، H، G، J پس از هیدرولیز A در مجاورت H₂O در ظرف واکنش وجود خواهد داشت؟ (علامت ستاره موقعیت اکسیژن ۱۸ را نشان می دهد)

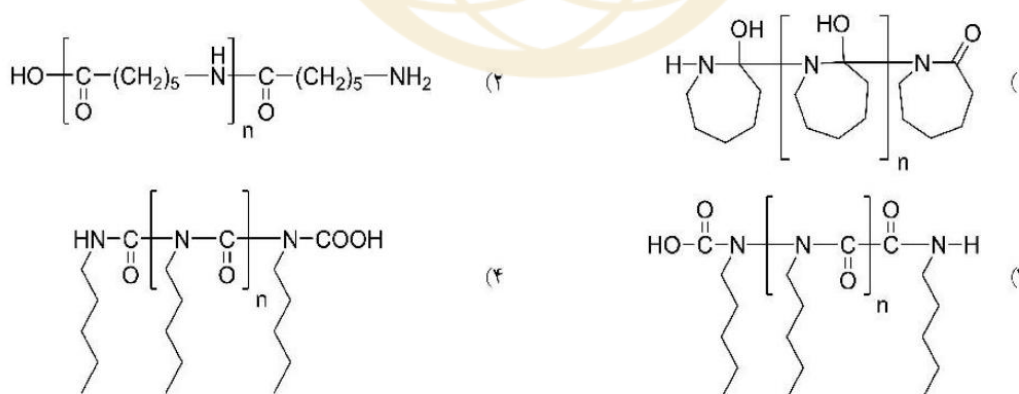


۳۹- آمید ها را می توان در شرایط مناسب به اسیدهای کربوکسیلیک و آمین ها هیدرولیز کرد:



نایلون-۶ نوعی پلیمر است که از کاپرولاکتام تهیه می شود:

ساختار نایلون-۶ کدام است؟





نام:
نام خانوادگی:
کد ملی:



توجه: پاسخ سوال ۱ را در انتهای سوال در بخش "پاسخ نامه سوال ۱" بنویسید. چنانچه پاسخ خود را در جایی غیر از محل تعیین شده بنویسید به آن نمره ای تعلق نخواهد گرفت)

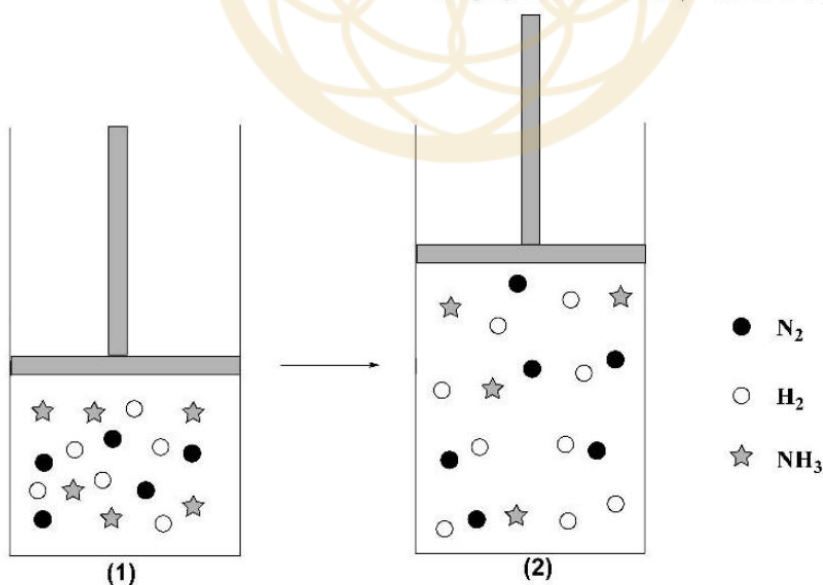
سوال ۱ -

- بخش اول (۴ امتیاز) - برای HNO_3 دو ایزومر ساختاری با نام های پراکسونیترو اسید (peroxonitrous acid) و نیتریک اسید (nitric acid) وجود دارد.

- ۱-۱- مدل لوویس پراکسونیترو اسید و همچنین پراکسونیتریک اسید را رسم کنید.
- ۲-۱- هیپونیترواسید (hyponitrous acid) که یک اسید دو پروتونه است با نیتراآمید (nitramid) به فرمول بسته NIH_2NO_2 ایزومر است. ساختار لوویس هر دو را رسم کنید.
- ۳-۱- مدل های لوویس هیپونیتریک اسید (hyponitric acid) و همچنین ارتونیتریک اسید با فرمول بسته H_3NO_4 را رسم کنید.
- ۴-۱- واکنش اکسایش و کاهش زیر را موازنه کنید و نسبت مولی اکسنده به کاهنده را در آن مشخص کنید.



- بخش دوم (۳ امتیاز) - مطابق شکل (۱) مخلوط تعادلی گازی: $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ در شرایط مناسب در زیر یک پیستون روان قرار دارد. با اعمات تغییرات نشان داده شده، پس از مدتی تعادل جدید مطابق شکل (۲) برقرار می شود. حجم ظرف آزمایش در تعادل جدید برابر ۳ لیتر و هر مهره هم ارز $1/10$ مول فرض می شود.





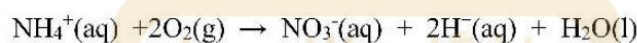
مرکز ملی پویا پیشرفته‌های دانش
دانش تهران



نام:
نام خانوادگی:
کد ملی:



- ۵-۱- حجم ظرف در شکل (۱) را به دست آورید.
- ۶-۱- خارج قسمت واکنش Q در لحظه اعمال تغییر نسبت به ثابت تعادل چند برابر می شود؟
- ۷-۱- اگر به ظرف (۲) گرما داده شود، در لحظه اعمال تغییر (افزایش دما)، خارج قسمت واکنش چه مقدار خواهد بود؟
- بخش سوم (۳ امتیاز) - نیتراته کردن (nitrification) یک فرایند زیست شناختی است که برای حذف آمونیاک از آب های آلوده به NH_4^+ به کار می رود:



در یک محدوده دمایی کوچک، ثابت سرعت واکنش مرتبه یک فوق را می توان از رابطه تجربی زیر به دست آورد. که در آن k ثابت سرعت بر حسب min^{-1} (روز) و θ دما بر حسب $^\circ\text{C}$ است:

$$k = 0.47 e^{0.095(0 - 15)}$$

- ۸-۱- اگر غلظت اولیه NH_4^+ برابر $4/0 \text{ mol.m}^{-3}$ باشد، چند روز طول می کشد تا:
- الف) در بهار $20^\circ\text{C} = \theta$ و ب) در زمستان $10^\circ\text{C} = \theta$ ، غلظت NH_4^+ به 0.21 mol.m^{-3} کاهش یابد.
- ۹-۱- انرژی فعال سازی این واکنش چند کیلوژول بر مول است؟ ($R = 8.314 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$)



مرکز ملی پرورش استعدادهای درخشان
دانش پژوهان جوان



نام:
نام خانوادگی:
کد ملی:



پاسخ نامه سوال ۱

- هرگونه اشتباه در رسم مدل های لوویس موجب کسر کامل نمره می گردد.
- به راه حل تنها در صورتی نمره داده می شود که جواب آخر درست باشد.

۱-۱ ➤

پراکسونیترواسید

پراکسونیتریک اسید

باشگاه طلایی‌ها

۲-۱ ➤

نیتروآمید

هیپونیترواسید

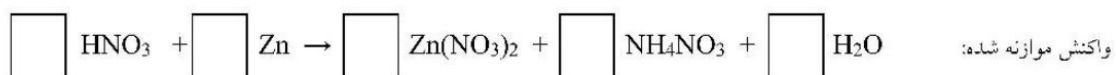
۳-۱ ➤

ارتونیتریک اسید

هیپونیتریک اسید

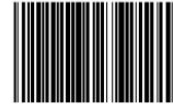
۴-۱ ➤

نسبت اکسنده به کاهنده:





نام:
نام خانوادگی:
کد ملی:



۵-۱ ➤

محل انجام محاسبات:

پاسخ نهایی ، حجم ظرف :

باشگاه طلایی‌ها

۶-۱ ➤

محل انجام محاسبات:

پاسخ نهایی:

۷-۱ ➤

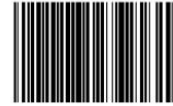
محل انجام محاسبات:

پاسخ نهایی:





نام:
نام خانوادگی:
کد ملی:



۸-۱ ➤

محل انجام محاسبات:

باشگاه طلایی‌ها

پاسخ نهایی: الف) در دمای ۲۰ درجه سلسیوس، روز $t =$ ب) در دمای ۱۰ درجه سلسیوس، روز $t =$

۹-۱ ➤

محل انجام محاسبات:

پاسخ نهایی: کیلوژول بر مول $E_a =$

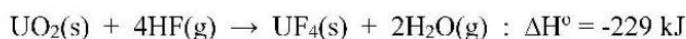




نام:
نام خانوادگی:
کد ملی:



سوال ۲ - واکنش زیر را در نظر بگیرید: (بخش ۲-۸ این سوال ۲ امتیاز و بقیه بخش ها هر یک ۱ امتیاز دارند)



➤ ۱-۲- با توجه به آن ΔH_f° مربوط به $\text{UF}_4(\text{s})$ را با در نظر گرفتن این که ΔH_f° مربوط به $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ، $\text{HF}(\text{g})$ و $\text{UO}_2(\text{s})$ بر حسب کیلوژول بر مول به ترتیب برابر با -۲۴۲ ، -۲۷۱ و -۱۰۸۵ می باشد، به دست آورید.

$\Delta H_f^\circ (\text{UF}_4(\text{s})) =$

➤ ۲-۲- واکنش: $\text{UF}_4(\text{s}) + \text{F}_2(\text{g}) \rightarrow \text{UF}_6(\text{s}) : \Delta H^\circ = -283 \text{ kJ}$ را در نظر بگیرید. با توجه به آن ΔH_f° مربوط به $\text{UF}_6(\text{s})$ را بر حسب کیلوژول بر مول به دست آورید.

$\Delta H_f^\circ (\text{UF}_6(\text{s})) =$

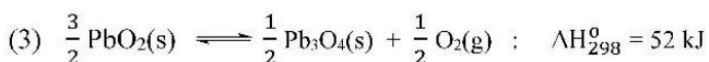
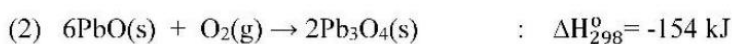
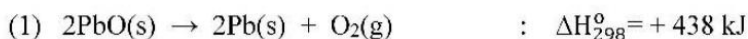
➤ ۳-۲- به فرض آنکه ΔH° تصعید $\text{UF}_6(\text{s})$ در شرایط این مسأله برابر با ۵۰ kJmol^{-1} باشد، ΔH_f° مربوط به $\text{UF}_6(\text{g})$ را بر حسب کیلوژول بر مول به دست آورید.

$\Delta H_f^\circ (\text{UF}_6(\text{g})) =$

➤ ۴-۲- به کمک معلومات داده شده، ΔH_f° مربوط به $\text{PbO}_2(\text{s})$ را بر حسب کیلوژول بر مول به دست آورید.

$\Delta H_f^\circ (\text{PbO}_2(\text{s})) =$

معلومات:





نام:
نام خانوادگی:
کد ملی:



➤ ۲-۵- هرگاه آنتروپی استاندارد، S_{298}° ، هر یک از $O_2(g)$ ، $Pb_3O_4(s)$ و $PbO_2(s)$ برحسب $Jmol^{-1}K^{-1}$ در دمای K ۲۹۸ به ترتیب برابر با ۲۰۵/۲، ۲۱۲ و ۶۹ در نظر گرفته شود، آن گاه ΔS_{298}° واکنش (۳) برحسب JK^{-1} کدام است؟

$\Delta S_{298}^{\circ} =$
واکنش (۳)

➤ ۲-۶- با فرض این که ΔH° و ΔS° واکنش (۳) مستقل از دما باشند، ΔG° آن در دمای K ۴۰۰ بر حسب کیلوژول کدام است؟

$\Delta G_{400}^{\circ} =$
واکنش (۳)

➤ ۲-۷- ارتباط میان ثابت تعادل، K_p ، واکنش (۳) با فشار تعادلی اکسیژن، P_{O_2} ، در آن کدام است؟

$K_p(3) =$ بر حسب فشار تعادلی O_2 در تعادل

➤ ۲-۸- فشار تعادلی O_2 در واکنش (۳) در موقع تعادل در دمای K ۴۰۰ برحسب اتمسفر کدام است؟ یک اتمسفر را به عنوان فشار استاندارد در نظر بگیرید.

P_{O_2}

➤ ۲-۹- محاسبه ΔH° واکنش در حالت کلی با استفاده از ΔH_f° ها دقیق تر است و یا به کمک آنتالپی استاندارد پیوندها و یا آنکه در هر دو یکسان است؟ فقط در یکی از خانه ها ضریب بزنید:

با استفاده از آنتالپی استاندارد پیوند ها

با استفاده از ΔH_f° ها

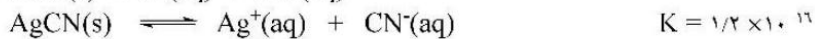
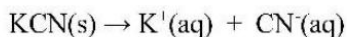
در هر دو یکسان است



نام:
نام خانوادگی:
کد ملی:



سوال ۳- واکنش های زیر را در نظر بگیرید:



فرض کنید هیچ واکنش دیگری در محلول وجود ندارد. مطابق جدول زیر، مقداری AgCN(s) خالص و یا مخلوطی از KCN(s) و AgCN(s) را به یک لیتر آب خالص می افزاییم و از تغییرات حجم محلول صرف نظر می کنیم. غلظت های تعادلی $\text{Ag}^+(\text{aq})$ ، $\text{CN}^-(\text{aq})$ و $\text{Ag(CN)}_2^-(\text{aq})$ را برای قسمت های الف، ب و پ بر حسب مول بر لیتر به دست آورید و جدول زیر را کامل کنید. پاسخ ها را با نماد علمی بنویسید. مثال: $1/0 \times 10^{-2}$

	الف (۳ امتیاز)	ب (۴ امتیاز)	پ (۳ امتیاز)
تعداد مول اولیه AgCN(s)	$1/00 \times 10^{-2}$	$1/00 \times 10^{-2}$	$1/00 \times 10^{-2}$
تعداد مول اولیه KCN(s)	صفر	$8/0 \times 10^{-3}$	$1/60 \times 10^{-2}$
$[\text{Ag}^+]$			
$[\text{CN}^-]$			
$[\text{Ag(CN)}_2^-]$			

(در صورتی امتیاز تعلق می گیرد که جواب های آخر و راه حل هر دو نوشته شده و درست باشند)

راه حل الف:



نام:
نام خانوادگی:
کد ملی:



راه حل ب:

باشگاه طلایی‌ها

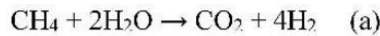
راه حل پ:



نام:
نام خانوادگی:
کد ملی:



سوال ۴- متانول به صورت صنعتی در راکتوری شبیه راکتور زیر تولید می‌شود. این راکتور در شرایط پایا قرار دارد یعنی دما، فشار و ترکیب درصد اجزا در هر نقطه از راکتور در طول زمان ثابت است. به عبارت دیگر می‌توان گفت مقدار ماده ورودی به هر قسمت از راکتور برابر مقدار ماده خروجی از آن قسمت است. در مبدل اولیه واکنش اصلی زیر اتفاق می‌افتد:



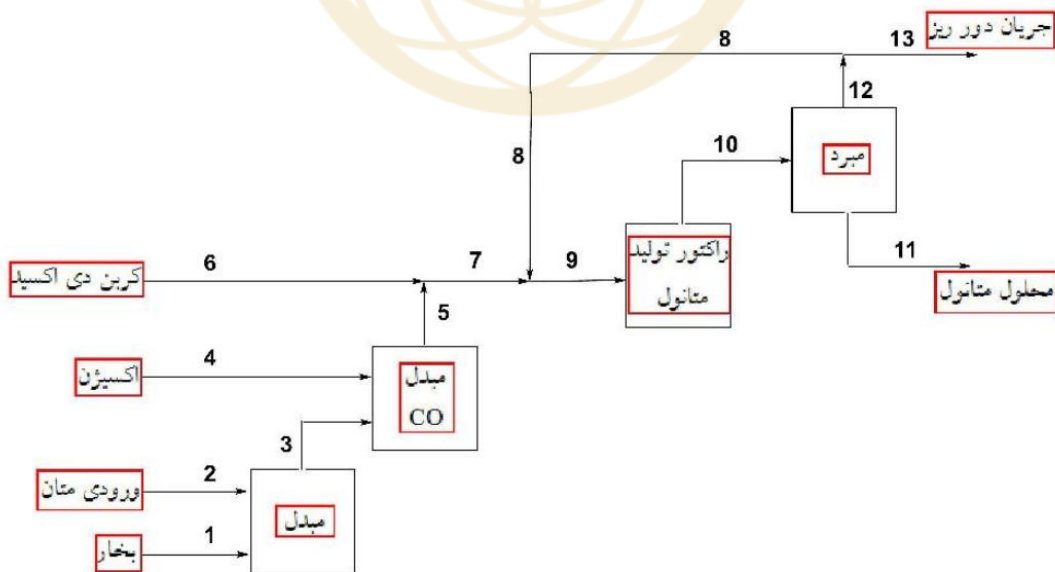
جریان ۱ آب مورد نیاز مبدل اولیه را تامین می‌کند. میزان آب ورودی بر اساس مقدار استوکیومتری مورد نیاز در واکنش (a) برای مصرف کل متان محاسبه می‌شود و به مقدار ۱۰٪ آب اضافه نیز به آن افزوده می‌شود. یعنی به ازای یک مول متان، ۲/۲ مول آب از طریق جریان ۱ وارد سیستم می‌شود. این میزان آب به صورت کامل متان را مصرف می‌کند. ۹۰٪ متان ورودی از طریق واکنش اصلی (a) مصرف می‌شود و در کنار آن واکنش جانبی زیر نیز انجام می‌شود که ۱۰٪ باقیمانده متان در واکنش (b) شرکت می‌کند.



در ادامه، جریان خروجی از مبدل اول (جریان ۳)، وارد مبدل CO می‌شود تا تمام کربن مونواکسید موجود در آن به کربن دی اکسید تبدیل شود. اکسیژن از طریق جریان ۴ به میزان استوکیومتری وارد مبدل CO می‌شود.

خروجی مبدل CO (جریان ۵) با مقدار اضافی از جریان CO₂ ترکیب می‌شود تا در جریان ۶ نسبت مولی کربن دی اکسید به هیدروژن یک به سه شود. پس از ورود مخلوط گازها به راکتور تولید متانول، ۵۵ درصد مواد اولیه به متانول و آب تبدیل می‌شود. خروجی راکتور (جریان ۱۰) وارد مبرد شده و سرد می‌شود تا کل متانول و آب موجود در آن به مایع تبدیل شده و از طریق جریان ۱۱ به عنوان محصول نهایی از سیستم خارج شود. در خروجی گازی مبرد (جریان ۱۲) نسبت مولی H₂ به CO₂ سه به یک باقی می‌ماند.

به دلیل وجود ۰/۹۹ درصد مولی نیتروژن همراه گاز متان ورودی (جریان ۲)، بخشی از جریان گازهای خروجی از مبرد دور ریخته می‌شود تا نیتروژن درون سیستم تجمع نکند (جریان ۱۳). جریان ۱۳ حاوی ۵٪ مولی نیتروژن می‌باشد و مابقی گازها به راکتور تولید متانول باز می‌گردد.





نام:
نام خانوادگی:
کد ملی:



به ازاء ۱۰۰ مول متان ورودی به سیستم موارد زیر را محاسبه کنید :
(راه حل در صورت درست بودن جواب آخر بررسی می شود.)

➤ ۴-۱- در صد مولی اجزاء جریان ۳ را به دست آورید . (۱ امتیاز)

جواب آخر
راه حل:

➤ ۴-۲- چند مول کربن دی اکسید از طریق جریان ۶ وارد سیستم می شود؟ (۱ امتیاز)

جواب آخر
راه حل:





نام:
نام خانوادگی:
کد ملی:



۴-۳- با توجه به اینکه ۵٪ مولی جریان دور ریز (جریان ۱۳) را نیتروژن تشکیل می‌دهد و راکتور در حالت پایا قرار دارد، کل جریان دور ریز چند مول است؟ (۳ امتیاز)

جواب آخر
راه حل

➤ ۴-۴- وزن محلول متانول نهایی (جریان ۱۱) چند کیلوگرم است و چند درصد جرمی آن از متانول تشکیل شده است؟ (۵ امتیاز)

جواب آخر
راه حل





نام:
نام خانوادگی:
کد ملی:



سوال ۵- (۱۰ امتیاز)

نمک قلیایی خاکی سفید رنگ **A** با کانی بور دار **B** که شامل $20/49$ درصد کلسیم، $22/13$ درصد بور و مابقی اکسیژن است، در حضور سولفوریک اسید غلیظ واکنش می‌دهد. جامد سفید رنگ **C** جدا و صاف می‌شود و گاز **D** خارج می‌شود. گاز **D** با آمونیاک ترکیب **E** با نسبت ۱:۱ تشکیل می‌دهد. وقتی ترکیب **A** به تنهایی با سولفوریک اسید غلیظ واکنش دهد جامد **C** تشکیل شده و گاز **F** آزاد می‌شود. گاز **F** با آمونیاک ترکیب **G** با نسبت ۱:۱ تشکیل می‌دهد. ترکیب **B** با سولفوریک اسید غلیظ واکنش داده و پس از جدا کردن **C** و تبخیر محلول، جامد **H** بدست می‌آید. ترکیب **H** با ترکیب **F** در آب واکنش می‌دهد و یک ترکیب اسیدی با ترکیب عنصری $87/56$ درصد فلور، $12/3$ درصد بور و $1/14$ درصد هیدروژن می‌دهد (**I**). ترکیبات **A** تا **I** را همراه با واکنش‌های موازنه شده هر مرحله بنویسید. ($B = 10/8$ ، $Ca = 40$ ، $F = 19$ ، $O = 16$)

A	B	C	D	E
F	G	H	I	

واکنش‌ها:



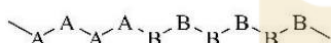
نام:
نام خانوادگی:
کد ملی:



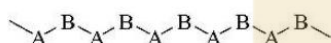
توجه: پاسخ سوال ۶ را در انتهای سوال در بخش "پاسخ نامه سوال ۶" بنویسید. چنانچه پاسخ خود را در جایی غیر از محل تعیین شده بنویسید به آن امتیازی تعلق نخواهد گرفت)

سوال ۶- مقدمه سوال :

- پلیمرهایی که در ساختار آن‌ها فقط یک نوع مونومر به کار گرفته شده باشد "هموپلیمر" و پلیمرهایی که در ساختار آن‌ها دو نوع مونومر شرکت داشته باشند "کوپلیمر" نامیده می‌شوند. کوپلیمرها بسته به نحوه کنار هم قرار گرفتن مونومرها به انواع کوپلیمرهای دسته ای، متناوب (یک در میان)، پیوندی و تصادفی تقسیم بندی می‌شوند. در زیر بخشی از ساختار کلی کوپلیمرهای دسته ای و متناوب (یک در میان) نمایش داده شده است. مونومرها با استفاده از حروف A و B نمایش داده شده اند.



کوپلیمر دسته ای (block copolymer) :

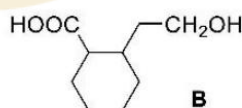
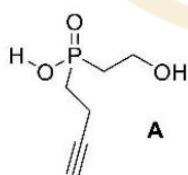


کوپلیمر متناوب یا یک در میان (alternating copolymer) :

- از واکنش الکل‌ها و فسفریک اسید، فسفات استرها تهیه می‌شوند. به عنوان مثال از واکنش یک مول فسفریک اسید با یک، دو و سه مول متانول، به ترتیب مونو، دی و تری متیل فسفات به دست می‌آیند. به عنوان مثال تهیه مونومتیل فسفات در پایین نشان داده شده است:



با در اختیار داشتن مونومرهای زیر:



- ۱-۶- یک هموپلیمر رسم کنید که در آن فقط از مونومر **A** استفاده شده باشد. برای نمایش ساختار آن از تعداد ۳ مونومر استفاده کنید. از الگوی داده شده در بخش پاسخنامه پیروی کنید. (۱ امتیاز- پاسخ خود را در انتهای سوال در بخش "پاسخ نامه سوال ۶" داخل کادر مربوطه بنویسید.)
- ۲-۶- یک هموپلیمر رسم کنید که در آن فقط از مونومر **B** استفاده شده باشد. برای نمایش ساختار آن از تعداد ۳ مونومر استفاده کنید. از الگوی داده شده در بخش پاسخنامه پیروی کنید. (۱ امتیاز- پاسخ خود را در انتهای سوال در بخش "پاسخ نامه سوال ۶" داخل کادر مربوطه بنویسید.)

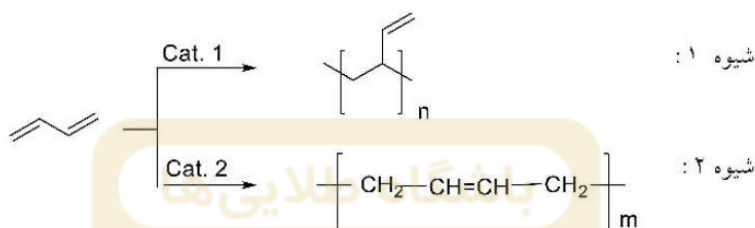


نام:
نام خانوادگی:
کد ملی:

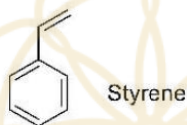


➤ ۳-۶- ساختار یک کوپلیمر متناوب از **A** و **B** را رسم کنید. برای نمایش ساختار آن از تعداد ۴ مونومر استفاده کنید. از الگوی داده شده در بخش پاسخنامه پیروی کنید. (۱ امتیاز- پاسخ خود را در انتهای سوال در بخش "پاسخ نامه سوال ۶" داخل کادر مربوطه بنویسید)

- بوتادی آن در مجاورت کاتالیزور های مختلف **Cat. 1** و **Cat. 2** به صورت های متفاوت پلیمریزه می شود:



با در اختیار داشتن استایرن و بوتادی آن در شرایط مناسب می توان یک کوپلیمر دسته ای تهیه کرد که در آن بوتادی آن به هر دو شیوه فوق در واکنش پلیمریزاسیون شرکت کرده باشد.



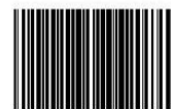
➤ ۴-۶- اگر در این کوپلیمر به تعداد **p** مونومر استایرن، به تعداد **n** مونومر بوتادی آن به شیوه ۱ و به تعداد **m** مونومر بوتادی آن به شیوه ۲ پلیمریزه شده باشد، یک ساختار برای این کوپلیمر رسم کنید. برای نمایش ساختار آن از الگوی استفاده شده در شیوه های ۱ و ۲ استفاده کنید. (۱ امتیاز- پاسخ خود را در انتهای سوال در بخش "پاسخ نامه سوال ۶" داخل کادر مربوطه بنویسید)

- یکی از روش های شناسایی ترکیبات آلی استفاده از تکنیک **NMR** می باشد. با استفاده از این روش دستگاهی می توان اطلاعاتی راجع به انواع هیدروژن ها و همچنین نسبت آن ها در یک ترکیب به دست آورد.

➤ ۵-۶- در کوپلیمر فوق (بخش ۴-۶) با استفاده از تکنیک **NMR**، نسبت تعداد انواع هیدروژن ها به صورت زیر مشخص شده است: تعداد هیدروژن های حلقه بنزنی به هیدروژن های کربن های sp^2 غیر بنزنی به هیدروژن های کربن های sp^3 ، به نسبت ۱ به $1/32$ به $2/52$ می باشد. نسبت $\frac{m}{p}$ و $\frac{n}{p}$ را در این کوپلیمر به دست آورید. (۶ امتیاز- پاسخ خود را در انتهای سوال در بخش "پاسخ نامه سوال ۶" داخل کادر مربوطه بنویسید)

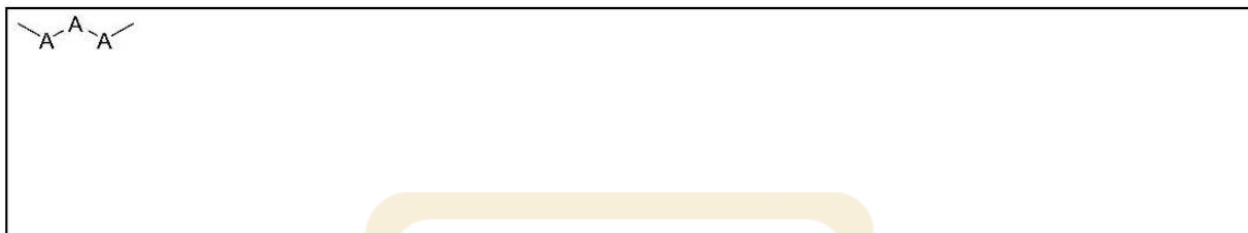


نام:
نام خانوادگی:
کد ملی:

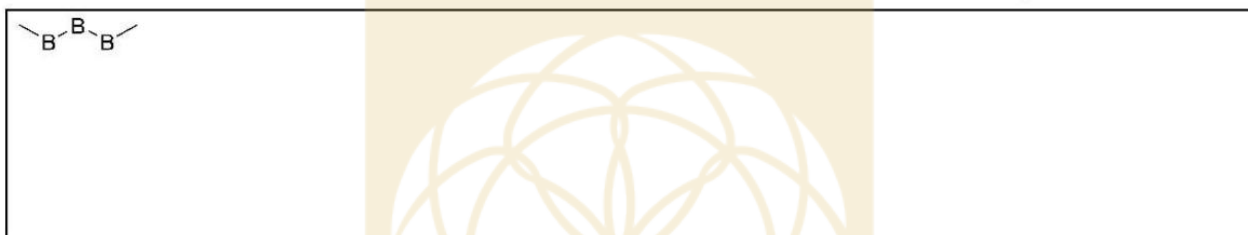


پاسخ نامه سوال ۶

۱-۶- یک همو پلیمر رسم کنید که در آن فقط از مونومر **A** استفاده شده باشد. (۱ امتیاز)



۲-۶- یک همو پلیمر رسم کنید که در آن فقط از مونومر **B** استفاده شده باشد. (۱ امتیاز)



۳-۶- ساختار یک کوپلیمر متناوب را با استفاده از مونومر های **A** و **B** رسم کنید. (۱ امتیاز)



۴-۶- یک ساختار برای کوپلیمر مورد نظر رسم کنید. (۱ امتیاز)





مرکز ملی پژوهش‌های پلیمری
دانشگاه تهران



نام:

نام خانوادگی:

کد ملی:



$$\frac{m}{p} = \boxed{}$$

$$\frac{n}{p} = \boxed{}$$

۵-۶- نسبت $\frac{m}{p}$ و $\frac{n}{p}$ را در این کوپلیمر به دست آورید.

(۶ امتیاز، در صورتی امتیاز تعلق می‌گیرد که جواب‌های آخر و راه حل هر دو نوشته شده و درست باشند. راه حل در صورتی بررسی می‌شود که جواب آخر درست باشد.)

راه حل:

باشگاه طلایی‌ها

