جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش
مرکز ملی پرورش استعدادهای درخشان و دانش پژوهان جوان
معاونت دانش‌پژوهان جوان

مرکز ملی پرورش استعدادهای درخشان و دانش‌پژوهان جوان

ماخ

مبارزهٔ علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست و جو و کشف واقعیت هاست. «امام خمینی (ره)»

اینجانب ..... (شرکت کننده) این دفترچه را به صورت کامل (۱۰ برگه با احتساب جلد) دریافت نمودم امضاء

اینجانب ..... (منشی حوزه) تعداد ..... برگه (با احتساب جلد) دریافت نمودم امضاء

دفترچه سوالات تشریحی بیست و هفتمین دوره المپیاد شیمی

تاریخ: ۱۳۹۶/۱/۳۰ - ساعت: ۸:۳۰، مجموع زمان آزمونهای چند گزینه‌ای و تشریحی: ۲۱۰ دقیقه

دفترچه‌های سوالات چند گزینه‌ای و تشریحی به صورت همزمان در اختیار شرکت کننده قرار می گیرد.

آزمون تشریحی شامل ۶ سوال و ارزش آن ۶۰ امتیاز است. آزمون چند گزینه‌ای شامل ۴۰ سوال و ارزش آن ۱۲۰ امتیاز است.

شماره پرونده: **استان:**

کد ملی: **منطقه:**

نام پدر: **پایه تحصیلی:**

نام مدرسه:

حوزه:

شماره صندلی

توضیحات مهم

استفاده از ماشین حساب مجاز است

۱- این پاسخ نامه به صورت نیمه کامپیوتری تصحیح می شود، بنابراین از مچاله و کثیف کردن آن جداً خودداری نمایید.

۲- مشخصات خود را با اطلاعات بالای هر صفحه تطبیق دهید. در صورتی که حتی یکی از صفحات پاسخ نامه با مشخصات شما همخوانی ندارد، بلافاصله مراقبین را مطلع نمایید.

۳- پاسخ هر سوال را در محل تعیین شده خود بنویسید. چنانچه همه یا قسمتی از جواب سوال را در محل پاسخ سوال دیگری بنویسید، به شما امتیازی تعلق نمی گیرد.

۴- با توجه به آنکه برگه‌های پاسخ نامه به نام شما صادر شده است، امکان ارائه هیچگونه برگه اضافه وجود نخواهد داشت. لذا توصیه می شود ابتدا سوالات را در برگه چرک نویس ، حل کرده و آنگاه در پاسخنامه در کادرهای مربوطه پاکنویس نمایید.

۵- عملیات تصحیح توسط مصححین، پس از قطع سربرگ، به صورت ناشناس انجام خواهد شد. لذا از درج هرگونه نوشته یا علامت مشخصه که نشان دهنده صاحب برگه باشد، خودداری نمایید. در غیر این صورت تقلب محسوب شده و در هر مرحله ای که باشید از ادامه حضور در المپیاد محروم خواهید شد.

۶- از مخدوش کردن دایره ها در چهار گوشه صفحه و بارکدها خودداری کنید، در غیر این صورت برگه شما تصحیح نخواهد شد.

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- آزمون مرحله دوم برای دانش‌آموزان پایه دهم صرفاً جنبه آزمایشی و آمادگی دارد و شرکت کنندگان در دوره تابستانی از بین دانش‌آموزان پایه سوم دبیرستان انتخاب می شوند.

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 (٤ 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 پراکسو نیترو اسید و همچنین پراکسونیتریک اسید را رسم کنید.

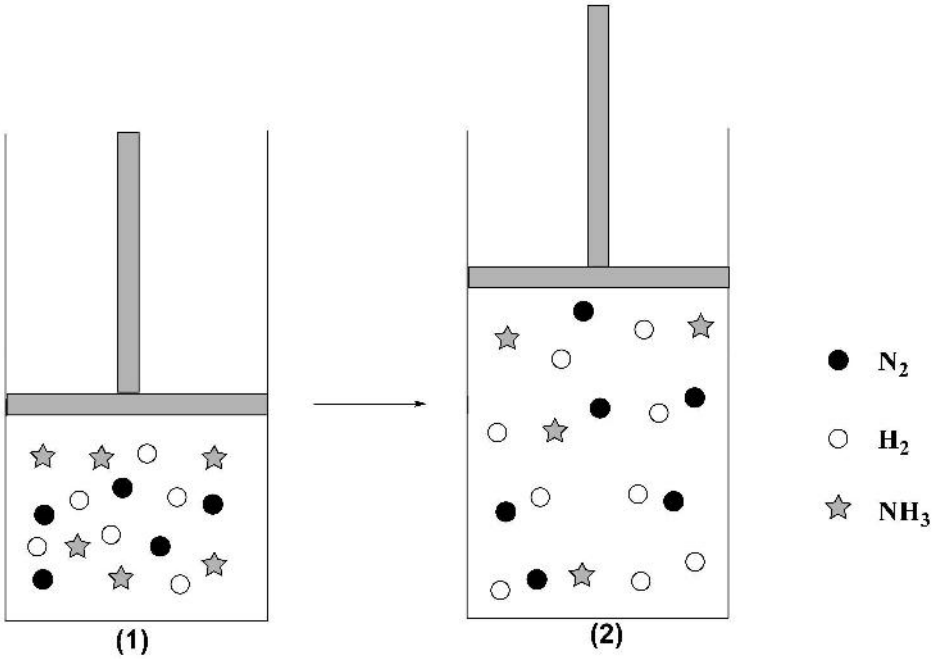
➢ ۱-۲- هیپونیترواسید (hyponitrous acid) که یک اسید دو پروتونه است با نیترآمید (nitramid) به فرمول بسته NH_2NO_2 ایزومر است. ساختار لوویس هر دو را رسم کنید.

➢ ۱-۳- مدل های لوویس هیپونیتریک اسید (hyponitric acid) و همچنین ارتونیتریک اسید با فرمول بسته H_3NO_4 را رسم کنید.

➢ ۱-٤- واکنش اکسایش و کاهش زیر را موازنه کنید و نسبت مولی اکسنده به کاهنده را در آن مشخص کنید.

$$HNO_3 + Zn \rightarrow Zn(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + H_2O$$

- بخش دوم (۳ امتیاز)- مطابق شکل (۱) مخلوط تعادلی گازی : $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ در شرایط مناسب در زیر یک پیستون روان قرار دارد. با اعمال 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 ۰/۱۰ مول فرض می شود.



نام:
نام خانوادگی:
کد ملی:

- ۱-۵- حجم ظرف در شکل (۱) را به دست آورید.
- ۱-٦- خارج قسمت واکنش Q در لحظه اعمال تغییر نسبت به ثابت تعادل چند برابر می شود؟
- ۱-۷- 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:

$$NH_4^+(aq) + 2O_2(g) \rightarrow NO_3^-(aq) + 2H^-(aq) + H_2O(l)$$

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 $^{-1}$(روز) و θ دما برحسب °C است:

$$k = 0.47\, e^{0.095\,(\theta - 15)}$$

- ۱-۸ – اگر غلظت اولیه NH_4^+ برابر $٤/٠\ mol.m^{-3}$ باشد، چند روز طول می کشد تا :

الف) در بهار $\theta = ٢٠\ °C$ و ب) در زمستان $\theta = ١٠\ °C$ ، غلظت NH_4^+ به $٠/٢١\ mol.m^{-3}$ کاهش یابد.

- ۱-۹- انرژی فعال سازی این واکنش چند کیلوژول بر مول است؟ ($R = ٨/٣١٤\ JK^{-1}mol^{-1}$)

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

پراکسونیتریک اسید

پراکسونیترواسید

۱-۲

هیپونیترواسید

نیترآمید

۱-۳

هیپوونیتریک اسید

ارتونیتریک اسید

۱-٤

نسبت اکسنده به کاهنده :

واکنش موازنه شده: $\square\ HNO_3 + \square\ Zn \rightarrow \square\ Zn(NO_3)_2 + \square\ NH_4NO_3 + \square\ H_2O$

نام:

نام خانوادگی:

کد ملی:

۱-۵

محل انجام محاسبات:

پاسخ نهایی ، حجم ظرف :

۱-۶

محل انجام محاسبات:

پاسخ نهایی:

۱-۷

محل انجام محاسبات:

پاسخ نهایی:

نام:
نام خانوادگی:
کد ملی:

۸-۱

محل انجام محاسبات:

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 هریک ۱ امتیاز دارند)

$$UO_2(s) + 4HF(g) \rightarrow UF_4(s) + 2H_2O(g) \; : \; \Delta H^o = -229 \text{ kJ}$$

- ۲-۱- با توجه به آن ΔH_f^o مربوط به $UF_4(s)$ را با در نظر گرفتن این که ΔH_f^o مربوط به $H_2O(g)$ ، $HF(g)$ و $UO_2(s)$ بر حسب کیلوژول بر مول به ترتیب برابر با ۲۴۲- ، ۲۷۱- و ۱۰۸۵- می باشد، به دست آورید.

$\Delta H_f^o\ (UF_4(s))=$

- ۲-۲- واکنش : $UF_4(s) + F_2(g) \rightarrow UF_6(s) \; : \; \Delta H^o = -283 \text{ kJ}$ را در نظر بگیرید. با توجه به آن ΔH_f^o مربوط به $UF_6(s)$ را بر حسب کیلوژول بر مول به دست آورید.

$\Delta H_f^o\ (UF_6(s))=$

- ۲-۳- به فرض آنکه ΔH^o تصعید $UF_6(s)$ در شرایط این مساله برابر با $50\ kJmol^{-1}$ باشد، ΔH_f^o مربوط به $UF_6(g)$ را بر حسب کیلوژول بر مول به دست آورید.

$\Delta H_f^o\ (UF_6(g))=$

- ۲-۴- به کمک معلومات داده شده، ΔH_f^o مربوط به $PbO_2(s)$ را بر حسب کیلوژول بر مول به دست آورید.

$\Delta H_f^o\ (PbO_2(s))=$

معلومات:

(1) $2PbO(s) \rightarrow 2Pb(s) + O_2(g) \quad : \quad \Delta H_{298}^o = +438 \text{ kJ}$

(2) $6PbO(s) + O_2(g) \rightarrow 2Pb_3O_4(s) \quad : \quad \Delta H_{298}^o = -154 \text{ kJ}$

(3) $\frac{3}{2} PbO_2(s) \rightleftharpoons \frac{1}{2} Pb_3O_4(s) + \frac{1}{2} O_2(g) \; : \; \Delta H_{298}^o = 52 \text{ kJ}$

نام:
نام خانوادگی:
کد ملی:

➢ ۲-۵- هرگاه آنتروپی استاندارد ، S^o_{298} ، هر یک از $O_2(g)$ ، $Pb_3O_4(s)$ و $PbO_2(s)$ برحسب $Jmol^{-1}K^{-1}$ در دمای ۲۹۸ K به ترتیب برابر با ۲۰۵/۲ ، ۲۱۲ و ٦۹ در نظر گرفته شود، آن گاه ΔS^o_{298} واکنش (۳) برحسب JK^{-1} کدام است؟

ΔS^o_{298} =

واکنش (۳)

➢ ۲-٦- با فرض این که ΔH^o و ΔS^o واکنش (۳) مستقل از دما باشند، ΔG^o آن در دمای ٤۰۰ K بر حسب کیلوژول کدام است؟

ΔG^o_{400} =

واکنش (۳)

➢ ۲-۷- ارتباط میان ثابت تعادل ، K_p ، واکنش (۳) با فشار تعادلی اکسیژن ، P_{O2} ، 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 ٤۰۰K برحسب اتمسفر کدام است؟ یک اتمسفر را به عنوان فشار استاندارد در نظر بگیرید.

P_{O2}

➢ ۲-۹- محاسبه ΔH^o واکنش در حالت کلی با استفاده از ΔH^o_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 ضربدر بزنید:

با استفاده از آنتالپی استاندارد پیوند ها ☐

با استفاده از ΔH^o_f ها ☐

در هر دو یکسان است ☐

نام:
نام خانوادگی:
کد ملی:

سوال ۳- واکنش های زیر را در نظر بگیرید:

$KCN(s) \rightarrow K^{+}(aq) + CN^{-}(aq)$

$AgCN(s) \rightleftharpoons Ag^{+}(aq) + CN^{-}(aq) \qquad K = ۱/۲ \times ۱۰^{-۱۶}$

$Ag^{+}(aq) + 2CN^{-}(aq) \rightleftharpoons Ag(CN)_2^{-}(aq) \qquad K = ۵/۶ \times ۱۰^{+۱۸}$

فرض کنید هیچ واکنش دیگری در محلول وجود ندارد. مطابق جدول زیر ، مقداری $AgCN(s)$ خالص و یا مخلوطی از $AgCN(s)$ و $KCN(s)$ را به یک لیتر آب خالص می افزاییم و از تغییرات حجم محلول صرف نظر می کنیم. غلظت های تعادلی $Ag^{+}(aq)$ ، $CN^{-}(aq)$ و $Ag(CN)_2^{-}(aq)$ 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: $۱/۰ \times ۱۰^{-۳}$

	الف (۳ امتیاز)	**ب** (٤ امتیاز)	**پ** (۳ امتیاز)
تعداد مول اولیه $AgCN(s)$	$۱/۰۰ \times ۱۰^{-۲}$	$۱/۰۰ \times ۱۰^{-۲}$	$۱/۰۰ \times ۱۰^{-۲}$
تعداد مول اولیه $KCN(s)$	صفر	$۸/۰ \times ۱۰^{-۳}$	$۱/۶۰ \times ۱۰^{-۲}$
$[Ag^{+}]$			
$[CN^{-}]$			
$[Ag(CN)_2^{-}]$			

(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:

راه حل پ:

نام:
نام خانوادگی:
کد ملی:

سوال ٤- 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:

$$CH_4 + 2H_2O \rightarrow CO_2 + 4H_2 \quad (a)$$

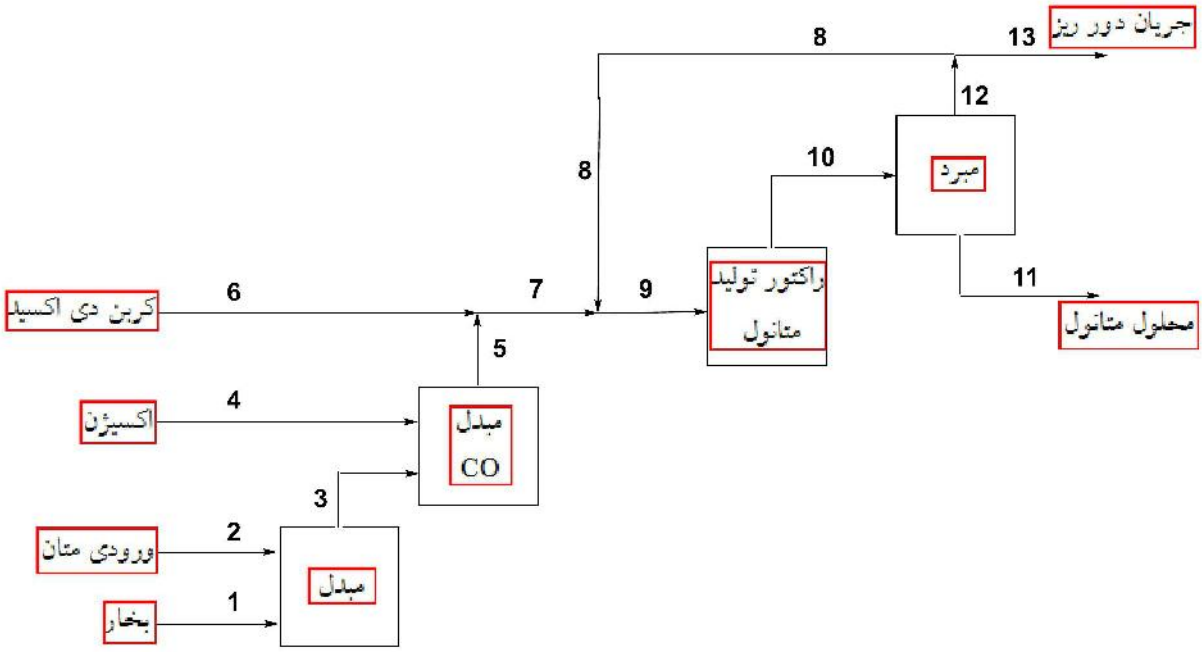
جریان ۱ آب مورد نیاز مبدل اولیه را تامین می‌کند. میزان آب ورودی بر اساس مقدار استوکیومتری مورد نیاز در واکنش (a) برای مصرف کل متان محاسبه می شود و به مقدار ۱۰ ٪ آب اضافه نیز به آن افزوده می شود. یعنی به ازای یک مول متان، ۲/۲ مول آب از طریق جریان ۱ وارد سیستم می‌شود. این میزان آب به صورت کامل متان را 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 می کند.

$$CH_4 + H_2O \rightarrow CO + 3H_2 \quad (b)$$

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 ٤ به میزان استوکیومتری وارد مبدل CO می‌شود.

خروجی مبدل CO (جریان ۵) با مقدار اضافی از جریان CO_2 ترکیب می‌شود تا در جریان ۷ نسبت مولی کربن دی‌اکسید به هیدروژن یک به سه شود. پس از ورود مخلوط گازها به راکتور تولید متانول ، ۵۵ درصد مواد اولیه به متانول و آب تبدیل می شود. 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 H_2 به CO_2 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 می‌شود.)

➢ ٤-۱- در صد مولی اجزاء جریان **۳** را به دست آورید . (۱ امتیاز)

جواب آخر
راه حل:

➢ ٤-۲- چند مول کربن دی اکسید از طریق جریان **٦** وارد سیستم می‌شود؟ (۱ امتیاز)

جواب آخر
راه حل:

نام:
نام خانوادگی:
کد ملی:

٤-۳- 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

➢ **٤-٤-**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 ۲۰/۴۹ درصد کلسیم، ۲۲/۱۳ 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 اسیدغلیظ 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 ۸۶/۵۶ درصد فلوئور ، ۱۲/۳ درصد بور و ۱/۱۴ درصد هیدروژن می‌دهد (**I**). ترکیبات **A** تا **I** را همراه با واکنش‌های موازنه شده هر مرحله بنویسید. ($B = ۱۰/۸$ ، $Ca = ۴۰$ ، $F = ۱۹$ ، $O = ۱۶$)

A	**B**	**C**	**D**	**E**
F	**G**	**H**	**I**	

واکنش ها:

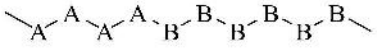
نام:
نام خانوادگی:
کد ملی:

توجه: پاسخ سوال ٦ را در انتهای سوال در بخش"پاسخ نامه سوال ٦" بنویسید. چنانچه پاسخ خود را در جایی غیر از محل تعیین شده بنویسید به آن امتیازی تعلق نخواهد گرفت)

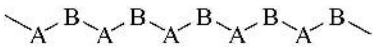
سوال ٦- مقدمه سوال :

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

کوپلیمر دسته ای (block copolymer) :



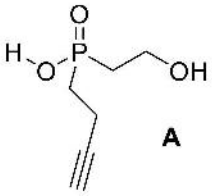
کوپلیمر متناوب یا یک در میان (alternating copolymer) :



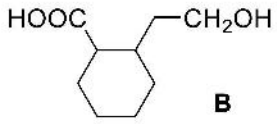
- از واکنش الکل ها و فسفریک اسید ، فسفات استرها تهیه می شوند. به عنوان مثال از واکنش یک مول فسفریک اسید با یک ، دو و سه مول متانول، به ترتیب مونو، دی و تری متیل فسفات به دست می آیند. به عنوان مثال تهیه مونومتیل فسفات در پایین نشان داده شده است:

$$CH_3OH + H_3PO_4 \rightarrow CH_5PO_4 + H_2O$$

با در اختیار داشتن مونومر های زیر:



A



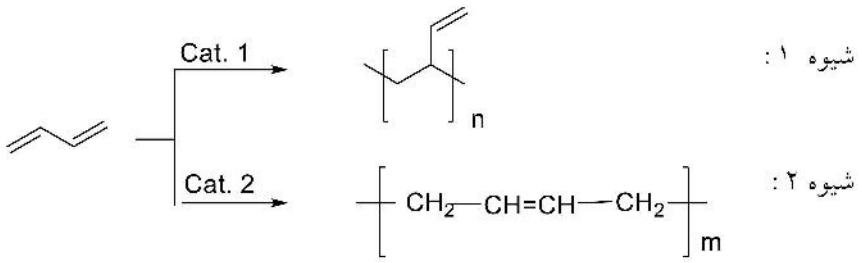
B

- **٦-١**- یک همو پلیمر 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 ٦" داخل کادر مربوطه بنویسید.)
- **٦-٢**- یک همو پلیمر 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 ٦" داخل کادر مربوطه بنویسید)

نام:
نام خانوادگی:
کد ملی:

➢ ٦-٣- ساختار یک کوپلیمر متناوب از **A** و **B** را رسم کنید. برای نمایش ساختار آن از تعداد ٤ مونومر استفاده کنید. از الگوی داده شده در بخش پاسخنامه پیروی کنید. (١ امتیاز- پاسخ خود را در انتهای سوال در بخش"پاسخ نامه سوال ٦" داخل کادر مربوطه بنویسید)

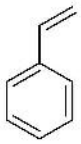
- بوتادی ان در مجاورت کاتالیزور های مختلف Cat. 1 و Cat. 2 به صورت های متفاوت پلیمریزه می شود:



شیوه ١ :

شیوه ٢ :

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



Styrene

➢ ٦-٤- اگر در این کوپلیمر به تعداد p مونومر استایرن ، به تعداد n مونومر بوتادی ان به شیوه ١ و به تعداد m مونومر بوتادی ان به شیوه ٢ پلیمریزه شده باشد، یک ساختار برای این کوپلیمر رسم کنید. برای نمایش ساختار آن از الگوی استفاده شده در شیوه های ١ و ٢ استفاده کنید. (١ امتیاز- پاسخ خود را در انتهای سوال در بخش"پاسخ نامه سوال ٦" داخل کادر مربوطه بنویسید)

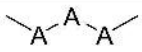
- یکی از روش های شناسایی ترکیبات آلی استفاده از تکنیک NMR می باشد. با استفاده از این روش دستگاهی می توان اطلاعاتی راجع به انواع هیدروژن ها و همچنین نسبت آن ها در یک ترکیب به دست آورد.

➢ ٦-٥- در کوپلیمر فوق (بخش ٦-٤) 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 ١ به ١/٣٢ به ٢/٥٢ می باشد. نسبت $\frac{n}{p}$ و $\frac{m}{p}$ را در این کوپلیمر به دست آورید. (٦ امتیاز- پاسخ خود را در انتهای سوال در بخش "پاسخ نامه سوال ۶" داخل کادر مربوطه بنویسید)

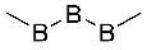
نام:
نام خانوادگی:
کد ملی:

پاسخ نامه سوال ٦

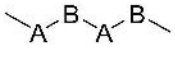
٦-١- یک همو پلیمر رسم کنید که در آن فقط از مونومر **A** استفاده شده باشد. (١ امتیاز)



٦-٢- یک همو پلیمر رسم کنید که در آن فقط از مونومر **B** استفاده شده باشد. (١ امتیاز)



٦-٣- ساختار یک کوپلیمر متناوب را با استفاده از مونومر های **A** و **B** رسم کنید. (١ امتیاز)



٦-٤- یک ساختار برای کوپلیمر مورد نظر رسم کنید. (١ امتیاز)

نام:
نام خانوادگی:
کد ملی:

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

$\frac{n}{p}$ = ☐ $\frac{m}{p}$ = ☐

(۶ امتیاز ، در صورتی امتیاز تعلق می گیرد که جواب های آخر و راه حل هر دو نوشته شده و درست باشند. راه حل در صورتی بررسی می شود که جواب آخر درست باشد.)

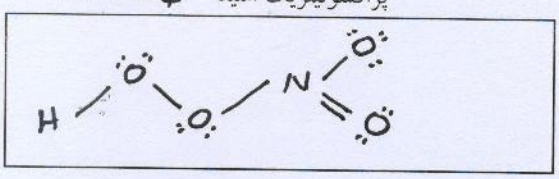
راه حل :

پاسخ نامه سوال ۱

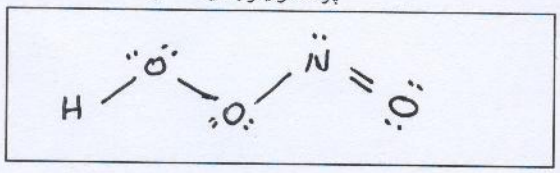
- هرگونه اشتباه در رسم مدل های لوویس موجب کسر کامل نمره می گردد.
- به راه حل تنها در صورتی نمره داده می شود که جواب آخر درست باشد.

➢ ۱-۱

HNO_4 پراکسونیتریک اسید

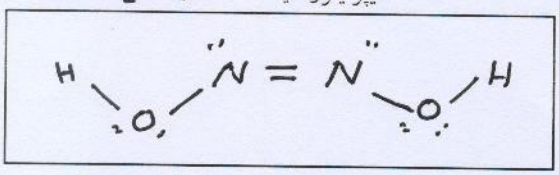


HNO_3 پراکسونیترواسید

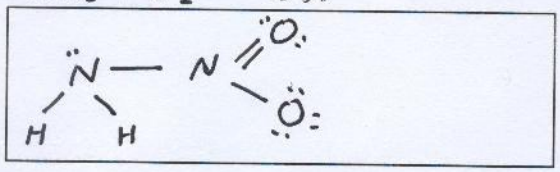


➢ ۱-۲

$H_2N_2O_2$ هیپونیترواسید

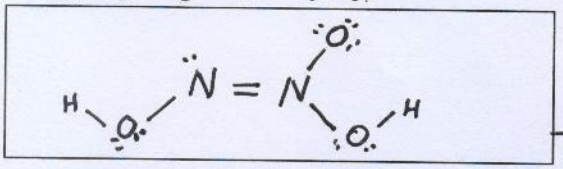


NH_2NO_2 نیترآمید



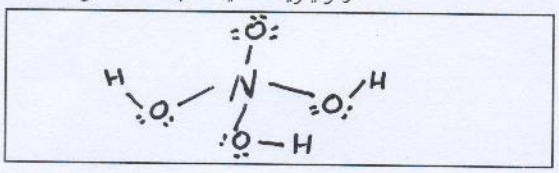
➢ ۱-۳

$H_2N_2O_3$ هیپونیتریک اسید



ساختارهای مشابه پایدار بررسی قاعدهٔ لوویس قابل قبول است.

H_3NO_4 ارتونیتریک اسید



➢ ۱-۴

نسبت اکسنده به کاهنده :

$$\frac{1}{4}$$

واکنش موازنه شده:

$$\boxed{10}\ HNO_3 + \boxed{4}\ Zn \rightarrow \boxed{4}\ Zn(NO_3)_2 + \boxed{1}\ NH_4NO_3 + \boxed{3}\ H_2O$$

1+9

۱-۵

محل انجام محاسبات:

$$N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2NH_3$$

تعادل ظرف (۱): $\frac{0.5}{V}$ $\frac{0.6}{V}$ $\frac{0.6}{V}$

تعادل ظرف (۲): $\frac{0.6}{3}$ $\frac{0.9}{3}$ $\frac{0.4}{3}$

$$K = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]\cdot[N_2]^3}$$

$$K = \frac{(0.4/3)^2}{(0.6/3)\times(0.9/3)^3} = \frac{10}{3}$$

$$\frac{10}{3} = \frac{0.6^2 \times V^2}{0.5 \times 0.6^3} \hookrightarrow \underline{V = 1\,L}$$

پاسخ نهایی، حجم ظرف: لیتر ۱

۱-۶

محل انجام محاسبات:

$$Q = \frac{(0.6/3)^2}{(0.5/3)\times(0.6/3)^3} = 30$$

$$\frac{Q}{K} = 9 \quad \text{برابر}$$

پاسخ نهایی: $Q/K = 30/10/3 = 9$

۱-۷

محل انجام محاسبات:

$$Q = K = \frac{10}{3}$$

$\frac{10}{3}$

پاسخ نهایی:

۸-۱ ➢

محل انجام محاسبات:

الف/ $K_{20} = 0.47 \times e^{0.095(20-15)} = 0.75577$

$\ln [NH_4^+]_0 = \frac{k \cdot t}{2.303} + \ln [NH_4^+]$

$\ln \frac{[NH_4^+]_0}{[NH_4^+]} = \frac{k_1 \cdot t_1}{2.303} = \frac{0.75577 \times t_1}{2.303} \rightarrow t_1 = 3.9$ روز

ب/ $K_{10} = 0.47 \times e^{0.095(10-15)} = 0.29229$

$\ln \frac{4.0}{0.21} = \frac{0.29229 \times t_2}{2.303} \rightarrow t_2 = 10.1$ روز

پاسخ نهایی : الف) در دمای ۲۰ درجه سلسیوس، t = 4 روز

ب) در دمای ۱۰ درجه سلسیوس، t = 10 روز

۹-۱ ➢

محل انجام محاسبات:

$\ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{Ea}{2.303R} \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2} \right)$

$\ln \frac{0.75577}{0.29229} = \frac{Ea}{2.303 \times 8.314} \left(\frac{293-283}{283 \times 293} \right)$

$\rightarrow E_a = 65.503 \ KJ.mol^{-1}$

$E_a = 65 \ KJ.mol^{-1}$

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

$$UO_2(s) + 4HF(g) \rightarrow UF_4(s) + 2H_2O(g) \quad : \Delta H^\circ = -229\ kJ$$

- ۲-۱- با توجه به آن ΔH_f° مربوط به $UF_4(s)$ را با در نظر گرفتن این که ΔH_f° مربوط به $H_2O(g)$ ، $HF(g)$ و $UO_2(s)$ بر حسب کیلوژول بر مول به ترتیب برابر با ۲۷۲- ، ۲۷۱- و ۱۰۸۵- می باشد، به دست آورید.

$\Delta H_f^\circ (UF_4(s))=$ $-۱۹۱۴\ kJmol^{-1}$

- ۲-۲- واکنش : $UF_4(s) + F_2(g) \rightarrow UF_6(s) \quad : \Delta H^\circ = -283\ kJ$ را در نظر بگیرید. با توجه به آن ΔH_f° مربوط به $UF_6(s)$ را بر حسب کیلوژول بر مول به دست آورید.

$\Delta H_f^\circ (UF_6(s))=$ $-۲۱۹۷\ kJmol^{-1}$

- ۲-۳- به فرض آنکه ΔH° تصعید $UF_6(s)$ در شرایط این مساله برابر با $۵۰\ kJmol^{-1}$ باشد، ΔH_f° مربوط به $UF_6(g)$ را بر حسب کیلوژول بر مول به دست آورید.

$\Delta H_f^\circ (UF_6(g))=$ $-۲۱۴۷\ kJmol^{-1}$

- ۲-۴- به کمک معلومات داده شده، ΔH_f° مربوط به $PbO_2(s)$ را بر حسب کیلوژول بر مول به دست آورید.

$\Delta H_f^\circ (PbO_2(s))=$ $-۲۷۹,۳۳\ kJmol^{-1}$

معلومات:

(1) $2PbO(s) \rightarrow 2Pb(s) + O_2(g) \quad : \Delta H^\circ_{298} = +438\ kJ$

(2) $6PbO(s) + O_2(g) \rightarrow 2Pb_3O_4(s) \quad : \Delta H^\circ_{298} = -154\ kJ$

(3) $\frac{3}{2} PbO_2(s) \rightleftharpoons \frac{1}{2} Pb_3O_4(s) - \frac{1}{2} O_2(g) \quad : \Delta H^\circ_{298} = 52\ kJ$

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

ΔS^{o}_{298} = ۱۰۵,۱ J K^{-1}

واکنش (۳)

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

ΔG^{o}_{400} = ۹,۹۶۰ kJ

واکنش (۳)

➢ ۲-۷- ارتباط میان ثابت تعادل ، K_p ، واکنش (۳) با فشار تعادلی اکسیژن ، P_{O2} ، در آن کدام است؟

بر حسب فشار تعادلی O_2 در تعادل K_p (3) = $P_{O_2}^{\frac{1}{2}}$

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

P_{O2} ۰,۰۰۲۵ atm

➢ ۲-۹- محاسبه ΔH^{o} واکنش در حالت کلی با استفاده از ΔH^{o}_{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 ضربدر بزنید:

با استفاده از آنتالپی استاندارد پیوند ها ☐

با استفاده از ΔH^{o}_{f} ها ☒

در هر دو یکسان است ☐

سوال ۳- واکنش های زیر را در نظر بگیرید:

$KCN(s) \rightarrow K^+(aq) + CN^-(aq)$

$Ag^+(aq) + CN^-(aq) \rightleftharpoons AgCN(s) \qquad K = ۱/۲ \times ۱۰^{-۱۶}$

$Ag(CN)_2^-(aq) \rightleftharpoons Ag^+(aq) + 2CN^-(aq) \qquad K = ۵/۶ \times ۱۰^{+۱۸}$

فرض کنید هیچ واکنش دیگری در محلول وجود ندارد. مطابق جدول زیر ، مقداری $AgCN(s)$ خالص و یا مخلوطی از $AgCN(s)$ و $KCN(s)$ را به یک لیتر آب خالص می افزاییم و از تغییرات حجم محلول صرف نظر می کنیم. غلظت های تعادلی $Ag^+(aq)$ ، $CN^-(aq)$ و $Ag(CN)_2^-(aq)$ 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: $۱/۰ \times ۱۰^{-۳}$

	الف (۳ امتیاز)	**ب** (۴ امتیاز)	**پ** (۳ امتیاز)
تعداد مول اولیه $AgCN(s)$	$۱/۰۰ \times ۱۰^{-۲}$	$۱/۰۰ \times ۱۰^{-۲}$	$۱/۰۰ \times ۱۰^{-۲}$
تعداد مول اولیه $KCN(s)$	صفر	$۸/۰ \times ۱۰^{-۳}$	$۱/۶۰ \times ۱۰^{-۲}$
$[Ag^+]$	$\mathbf{2.8 \times 10^{-7}}$	$\mathbf{1.0 \times 10^{-11}}$	$\mathbf{5.0 \times 10^{-17}}$
$[CN^-]$	$\mathbf{4.2 \times 10^{-10}}$	$\mathbf{1.2 \times 10^{-5}}$	$\mathbf{6.0 \times 10^{-3}}$
$[Ag(CN)_2^-]$	$\mathbf{2.8 \times 10^{-7}}$	$\mathbf{8.0 \times 10^{-3}}$	$\mathbf{1.0 \times 10^{-2}}$

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

راه حل الف:

$2AgCN(s) \rightleftharpoons Ag(CN)_2^-(aq) + Ag^+(aq) \quad K = (1.2\times10^{-16})^2 \times 5.6\times10^{+18} = 8.064\times10^{-14} = [Ag^+]\,[Ag(CN)_2^-]$

$[Ag^+] = [Ag(CN)_2^-] = 2.8\times10^{-7} \qquad [CN^-] = (1.2\times10^{-16}) / [Ag^+] \qquad [CN^-] = 4.2\times10^{-10}$

راه حل ب:

$AgCN(s) + CN^-(aq) \rightleftharpoons Ag(CN)_2^-(aq) \quad K = 1.2\times10^{-16} \times 5.6\times10^{+18} = 672 = [Ag(CN)_2^-] / [CN^-]$

$[Ag(CN)_2^-] >> [CN^-] \qquad [Ag(CN)_2^-] = 8.0\times10^{-3} \qquad [CN^-] = 1.2\times10^{-5} \qquad [Ag^+] = 1.0\times10^{-11}$

راه حل پ: همه رسوب حل شده است.

$[Ag(CN)_2^-] = 1.0\times10^{-2} \qquad [CN^-] = 6.0\times10^{-3} \qquad [Ag^+] = \dfrac{1.0\times10^{-2}}{(6.0\times10^{-3})^2\,(5.6\times10^{+18})} = 5.0\times10^{-17}$

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:

$$CH_4 + 2H_2O \rightarrow CO_2 + 4H_2 \quad (a)$$

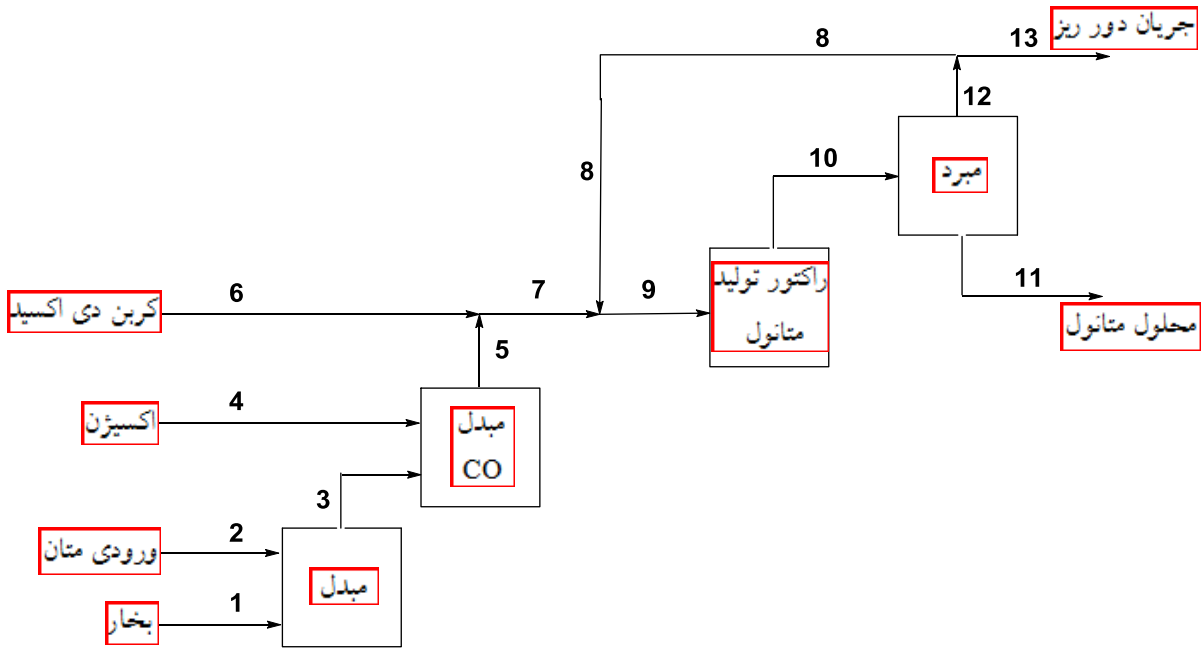
جریان ۱ آب مورد نیاز مبدل اولیه را تامین می‌کند. میزان آب ورودی بر اساس مقدار استوکیومتری مورد نیاز در واکنش (a) برای مصرف کل متان محاسبه می شود و به مقدار ۱۰ ٪ آب اضافه نیز به آن افزوده می شود. یعنی به ازای یک مول متان، ۲/۲ مول آب از طریق جریان ۱ وارد سیستم می‌شود. این میزان آب به صورت کامل متان را 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 می کند.

$$CH_4 + H_2O \rightarrow CO + 3H_2 \quad (b)$$

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 CO_2 ترکیب می‌شود تا در جریان ۷ نسبت مولی کربن دی‌اکسید به هیدروژن یک به سه شود. پس از ورود مخلوط گازها به راکتور تولید متانول ، ۵۵ درصد مواد اولیه به متانول و آب تبدیل می شود. 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 H_2 به CO_2 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.



به ازاء ۱۰۰ مول متان ورودی به سیستم موارد زیر را محاسبه کنید :

(راه حل در صورت درست بودن جواب آخر بررسی می‌شود.)

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

جواب آخر

N_2 : 0/2 % H_2O : 5/8 % H_2 : 74/9 % CO : 1/9 CO_2 : 17/3 %

راه حل:

به ازای ۱۰۰ مول متان که وارد سیستم می‌شود ۲۲۰ مول آب براساس واکنش a وارد میشود :

$100 \times 2) + 0.1 \times 100 \times 2)$ = ۲۲۰ مول بخار آب ورودی

۹۰ مول متان ازمسیر واکنش a مصرف می‌شود و ۱۰ مول از واکنش b. در مجموع با توجه به و جود یک مول نیتروژن اضافی در جریان ورودی و اینکه سیستم پایاست میزان ماده ی ورودی و خروجی به هر نقطه از سیستم (ازجمله مبدل اولیه) کاملا برابر است.

CO_2 : 0/9 × 100 = 90mol

CO : 0/1 × 100 = 10mol

H_2 : 3×10 + 4×90 = 390mol

H_2O : 220- (90× 2) – 10= 30mol

N_2 : 1mol

- **۴-۲**- چند مول کربن دی اکسید از طریق جریان **۶** وارد سیستم می‌شود؟ (۱ امتیاز)

جواب آخر

۳۰ مول

راه حل:

از قسمت قبل می‌دانیم ۱۰۰ مول کربن دی اکسید در سیستم وجود دارد اما باید یک سوم ۳۹۰ مول یعنی ۱۳۰ مول در سیستم کربن دی اکسید داشته باشیم تا نسبت ۳ به ۱ برقرار شود، لذا ۳۰ مول کربن دی اکسید با جریان۶ وارد سیستم خواهد شد.

➢ **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 ۲۰ مول
راه حل: چون کل مواد ورودی و خروجی سیستم با هم برابر هستند، پس کل نیتروژن ورودی (۱مول) با کل نیتروژن خروجی برابر اند. با توجه به این موضوع که این یک مول ۵ ٪ جریان دور ریز است لذا کل جریان دور ریز ۲۰ مول می‌باشد.

➢ **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 : کل ترکیبات ورودی به قرار زیر است : ۲۲۰ مول آب، ۱۰۰ مول متان، ۳۰ مول کربن دی اکسید، ۵ مول اکسیژن و یک مول نیتروژن از ادامه ی حل بخش ۳ می‌دانیم جریان دور ریز حاوی ۱۹ مول هیدروژن و CO_2 است که به نسبت ۳ به ۱ با هم مخلوط شده اند (۱۴,۲۵ به ۴,۷۵ مول) و می‌دانیم که با توجه به پایا بودن سیستم جمع میزان ورودی هرنوع مولکول یا عنصری در سیستم با میزان خروجی آن برابر است. یعنی با نوشتن معادلات برای کربن و هیدروژن در کل سیستم خواهیم داشت : مول آب در محلول متانول خروجی با x و مول متانول در محلول خروجی با y نشان داده شده است. $\begin{cases} C: 130 = 4.75 + x \rightarrow x = 125.25 \\ H: 840 = 14.25 \times 2 + 4 \times x + 2 \times y \rightarrow y = 155.25 \end{cases}$ با تبدیل مول ها ی آب و متان به گرم خواهیم داشت : ۵۸,۹٪ متانول در محلول خروجی متانول وجود دارد.

سوال ۵- (۱۰ امتیاز)

نمک قلیایی خاکی سفید رنگ **A** با کانی بور دار **B** که شامل ۲۰/٤۹ درصد کلسیم، ۲۲/۱۳ 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 می-دهد. وقتی ترکیب **A** به تنهایی با سولفوریک اسیدغلیظ 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 ۸٦/٥٦ درصد فلوئور ، ۱۲/۳ درصد بور و ۱/۱٤ درصد هیدروژن می‌دهد (**I**). ترکیبات **A** تا **I** را همراه با واکنش‌های موازنه شده هر مرحله بنویسید. (۱٦ = O ، ۱۹ = F ، ٤۰ = Ca ، ۱۰/۸ = B)

$A = CaF_2$ $B = CaB_4O_7$ $C = CaSO_4$ $D = BF_3$ $E = F_3BNH_3$ $F = HF$
$G = NH_4F$ $H = H_3BO_3$ $I = HBF_4$

واکنش ها:

$6CaF_2 + CaB_4O_7 + 7H_2SO_4 = 7CaSO_4 + 4BF_3 + 7H_2O$

$BF_3 + NH_3 = F_3BNH_3$

$CaF_2 + H_2SO_4 = CaSO_4 + 2HF$

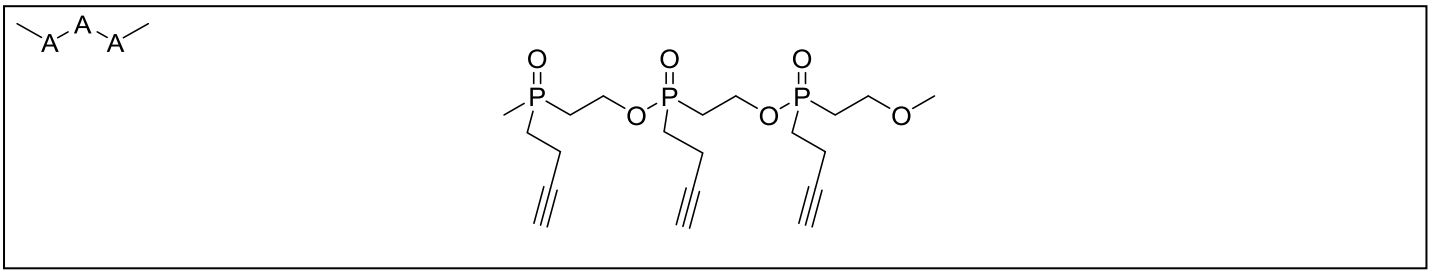
$HF + NH_3 = NH_4F$

$CaB_4O_7 + H_2SO_4 + 5H_2O = CaSO_4 + 4\ H_3BO_3$

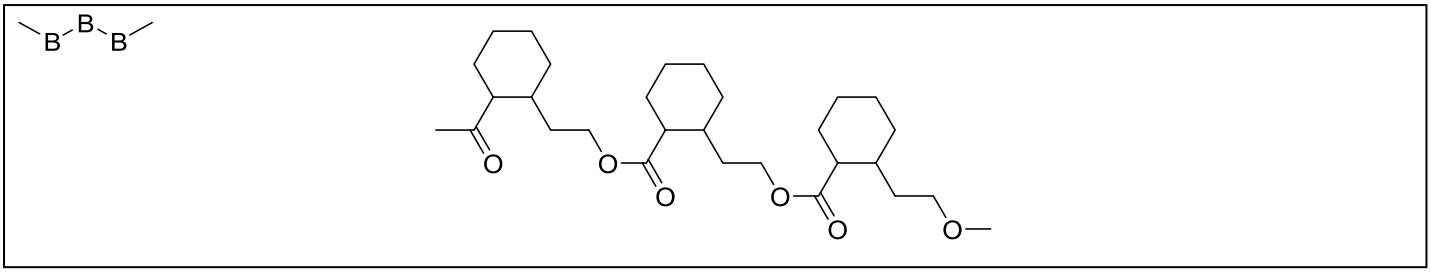
$H_3BO_3 + 4HF = HBF_4 + 3\ H_2O$

پاسخ نامه سوال ۶

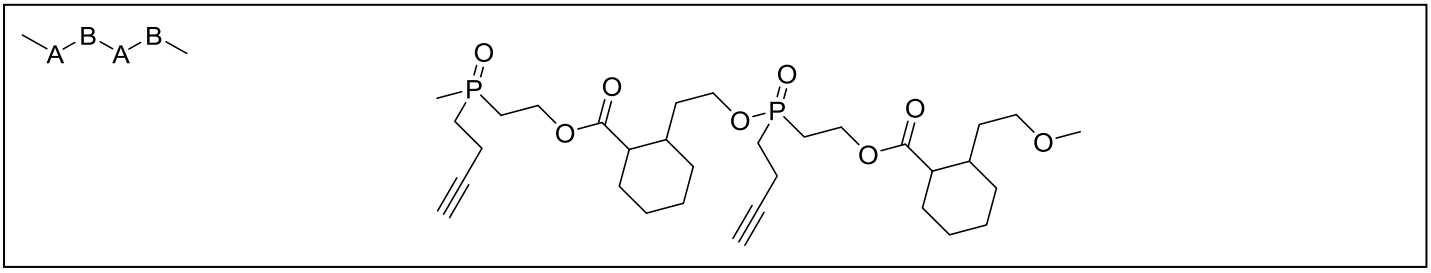
۶-۱- یک همو پلیمر رسم کنید که در آن فقط از مونومر **A** استفاده شده باشد. (۱ امتیاز)



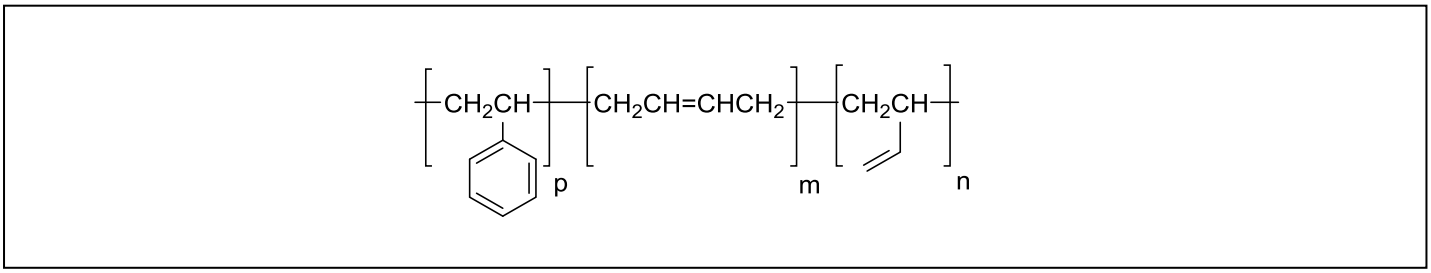
۶-۲- یک همو پلیمر رسم کنید که در آن فقط از مونومر **B** استفاده شده باشد. (۱ امتیاز)



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



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



در بخش ۶-۴ : ساختارهای مشابه که در آن ها ترتیب دسته های p ، n و m متفاوت باشد صحیح می باشند. ساختارهای مشابه که در آن ها موقعیت حلقه بنزن در واحدهای دسته p یا موقعیت گروه وینیل در واحد های دسته n روی کربن کناری (شکل بالا) باشد صحیح می باشند.

۶-۵- نسبت $\frac{m}{p}$ و $\frac{}{p}$ را در این کوپلیمر به دست آورید. $\frac{}{p}$ = ۱/۲ $\frac{m}{p}$ = ۱/۵

(۶ امتیاز ، در صورتی امتیاز تعلق می گیرد که جواب های آخر و راه حل هر دو نوشته شده و درست باشند. راه حل در صورتی بررسی می شود که جواب آخر درست باشد.)

راه حل :

$5p = 1$

$2m + 3n = 1.32$

$3p + 4m + 3n = 2.52$

$\frac{m}{p} = 1.5$, $\frac{}{p} = 1.2$