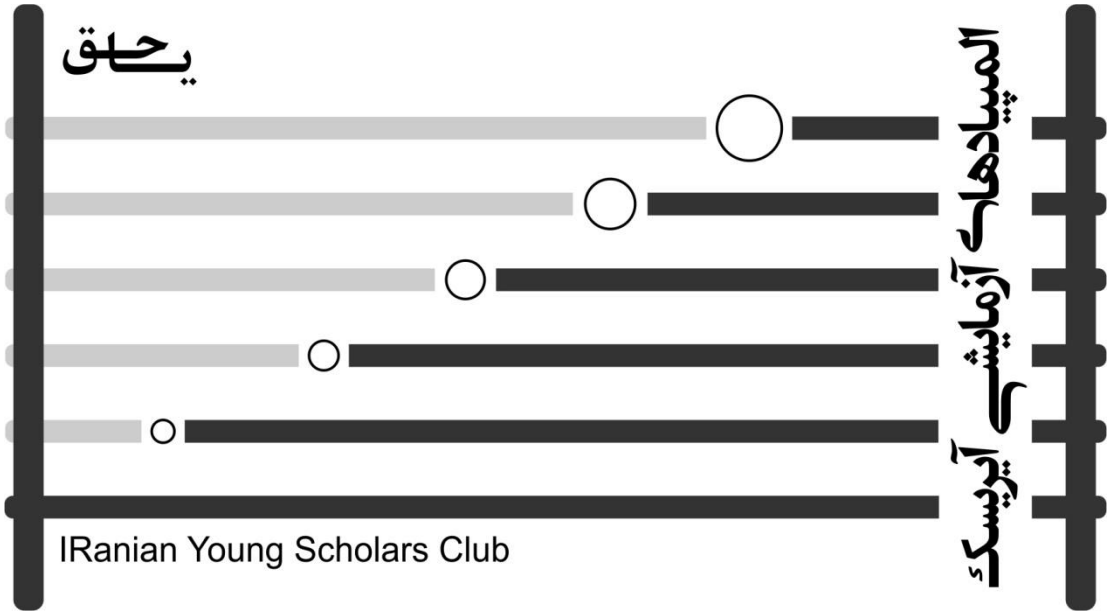


نام و نام خانوادگی

شماره‌ی داوطلبی

سال تحصیلی ۹۵-۱۳۹۴

۹ فروردین

مدت آزمون: ۹۰ دقیقه

المپیاد آزمایشی مرحله ۲

* استفاده از ماشین‌حساب مجاز است *

سوالات تشریحی - شیمی

محل انجام محاسبات

سوال اول:

الف) به ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول اسید ضعیف ۰/۲ مولار HA و نمک ۰/۱ مولار NaOH ، ۵۰ml اسید HCl، ۰/۱ مولار اضافه می‌کنیم. تغییرات pH این محلول را بدست آورید؟

ب) اگر در قسمت قبل به جای ۵۰ml محلول HCl، از ۱۰۰ ml از ان استفاده کنیم pH محلول حاصل برابر ۲/۵۴ خواهد شد. ثابت تفکیک اسیدی Ka اسید ضعیف HA را بدست آورید.

رسوب‌های هیدروکسی ترکیباتی هستند که به دلیل حضور یون OH^- در فرمول آن‌ها انحلال‌پذیری آن‌ها وابسته به PH محلول می‌باشد. یعنی در حضور محلول‌های بافری با PHهای مختلف انحلال‌پذیری‌های متفاوتی دارند. همچنین اگر میزان انحلال‌پذیری این ترکیبات در آب خالص قابل توجه باشد، خود نیز می‌توانند PH، آب خالص را افزایش دهند در غیر این‌صورت PH آب خالص تغییری نمی‌کند.

ج) اگر انحلاپذیری رسوب $X(OH)_2$ در آب خالص برابر 10^{-10} M باشد، حاصل‌ضرب انحلاپذیری Ksp رسوب $X(OH)_2$ را بدست آورید. $k_w = 10^{-14}$

$$X(OH)_2 \rightleftharpoons X^{2+}(aq) + 2OH^-(aq) \qquad Ksp = \left[X^{2+}(aq)\right]\left[OH^-(aq)\right]^2$$

د) چند گرم نمک NaA به ۲۰۰ml محلول حاوی XCl_2 ۰/۰۱ مولار و HA ۰/۰۲ مولار اضافه کنیم تا ۹۹/۹٪ از یون X^{2+} موجود در محلول وارد رسوب $X(OH)_2$ شود؟
(از Ksp و Ka بدست آمده در قسمت‌های قبل استفاده کنید)

$$\left(Na = 23\,g/mol \quad , \quad A = 100\,g/mol\right)$$

www.ShimiPedia.ir

© IRYSC Team : 2016, www.irysc.com , www.irexam.com

محل انجام محاسبات

سوال دوم:

گاز هیدروژن در صنعت با حرارات دادن هیدروکربن‌ها، مثل متان با بخار آب تهیه می‌شود.

$$CH_4(g) + H_2O(g) \rightarrow 3H_2(g) + CO(g)$$

با استفاده از داده‌های زیر

	ΔH_f° (۲۹۸) (KJ/mol)	S° (۲۹۸) $(J/mol.K)$
$CH_4(g)$	$-۷۴/۴$	۱۸۶/۳
H۲O(g)	$-۲۴۱/۸$	۱۸۸/۸
H۲(g)	–	۱۳۰/۷
CO(g)	$-۱۱۰/۵$	۱۹۷/۷

الف) ΔG° واکنش و ثابت تعادل فشاری آن را حساب کنید. (در ۲۹۸ K)

ب) به طور کیفی، مقدار ثابت تعادل با دما چگونه تغییر می‌کند؟

این واکنش در فشار استاندارد و دمای بالا و بدون کاتالیزگر انجام می‌شود و به طور معمول ۰/۲ درصد حجمی از گاز متان در مخلوط تعادلی باقی می‌ماند.

پ) با فرض اینکه واکنش با حجم‌های یکسانی از متان و بخار آب شروع شده باشد، مقدار Kp را در این شرایط که ۰/۲ درصد حجمی از متان باقی می‌ماند، حساب کنید.

ت) با استفاده از مقدار Kp در ۲۹۸ K و Kp بدست آمده در شرایط بالا، دمایی که واکنش در شرایط بالا انجام شده است را تخمین بزنید.

www.ShimiPedia.ir

© IRYSC Team : 2016, www.irysc.com , www.irexam.com

محل انجام محاسبات

سوال سوم:

مقادیر ۱ مول N_2 و ۳ مول H_2 را در یک ظرف تحت فشار ثابت $1/00\,bar$ و دمای ثابت $25\,^\circ C$ قرار می‌دهیم. در ظرف کاتالیزگر مناسب موجود است تا تعادل تشکیل آمونیاک برقرار شود: $N_2(g)+3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$

با توجه به اینکه $\Delta G^\circ\ (NH_3\ ,\ 298\,K)$ برابر با $-2/628\ \frac{kJ}{mol}$ است:

الف) مقدار ثابت تعادل فشاری، Kp، را برای این واکنش حساب کنید.

ب) مقادیر مولی گازها پس از برقرار شدن تعادل را حساب کنید.

پ) اگر در دما و فشار ثابت مقدار $0/1mol$ گاز N_2 به ظرف اضافه شود با محاسبه نشان دهید که تعادل به کدام سمت جابه‌جا می‌شود؟

توجه: فشار استاندارد را ۱ bar درنظر بگیرید می‌توانید فشار جزئی گاز (i) در مخلوط را از رابطه $P_i = X_i\,P_{tot}$ بدست آورید که xi و P_{tot} به ترتیب کسر گاز i و فشار کل مخلوط گازی است.

www.ShimiPedia.ir

© IRYSC Team : 2016, www.irysc.com , www.irexam.com

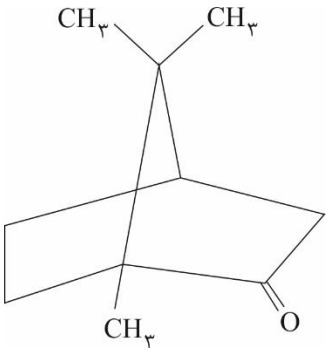
محل انجام محاسبات

سوال چهارم:

در سال ۱۹۵۴، جرج ویتینگ توانست با کشف واکنشی که بر روی گروه‌های آلدهیدی و کتونی انجام می‌شود جایزه نوبل شیمی را دریافت کند. به پاس زحمات این دانشمند واکنش به نام وی ثبت گردید.

یکی از مثال‌های این واکنش، ترکیب کامنور با متیل تری فتیل فسفوران بوده که به شکل زیر انجام می‌شود.

الف) ترکیب A که ساختاری مشابه کامنور دارد را شناسایی کنید.



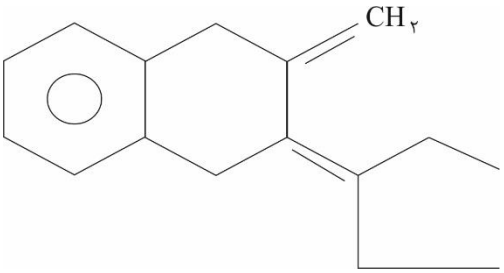
$$+\ ph_3p=CH_2 \rightarrow A + ph_3p=O$$

ب) طی واکنش ویتینگ □ پیوند شکسته و □ پیوند تشکیل می‌شود.

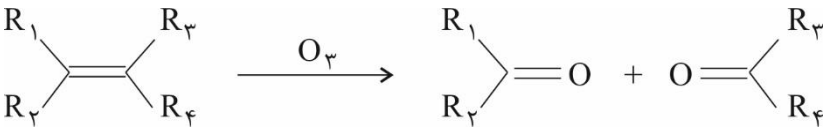
ج) اگر محصول روبرو نتیجه واکنش سه ترکیب R_1، R_2، R_3 طی فرایند ویتینگ باشد، این سه ترکیب را شناسایی کنید.

(R_1 ساختاری نامشابه با R_2 و R_3 دارد)

$$R_1 + R_2 + R_3 \xrightarrow[\text{Reaction}]{\text{witting}}$$

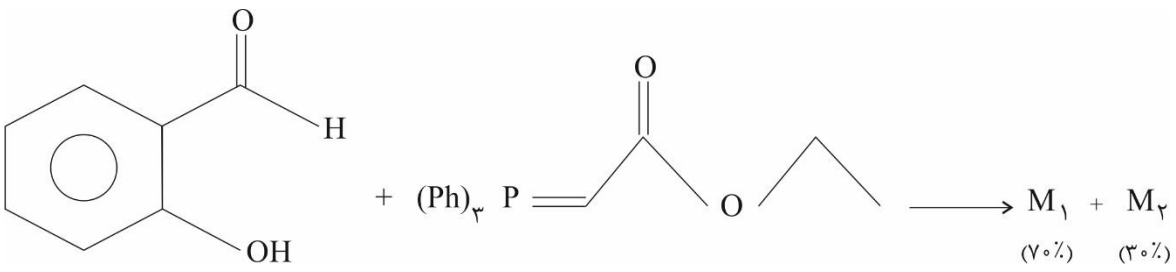


ازونولیز واکنش از دسته‌ی آلکن‌ها بوده که به صورت زیر رخ می‌دهد.



د) اگر R_1، R_4 محصولات ازونولیز N باشد، با فرض تشکیل شدن N از کربن و هیدروژن ساختار N و R_4 را تشخیص دهید. (جرم مولی N، ۱۸۴g می‌باشد)

ه) از واکنش ویتینگ مقابل دو محصول M_1 و M_2 که ایزومرهای هندسی هستند تشکیل می‌شوند. M_1 و M_2 را شناسایی کنید.



و) توضیح دهید چرا ایزومر M_1 از ایزومر M_2 پایدارتر است؟

www.ShimiPedia.ir

محل انجام محاسبات

سوال پنجم:

الکترولیز محلول نسبتاً داغ NaCl و NaOH با هم، هر دو با غلظت نسبتاً بالا را درنظر بگیرید. کلر (Cl_2) در محلول‌های بازی نسبتاً داغ در مقابل تسهیم نامتناسب به Cl^- و ClO_3^- ناپایدار است و بر این اساس، فرض کنید الکترولیز یاد شده به گونه‌ای انجام می‌شود که کلیه گاز کلر احتمالی تشکیل شده در فرایند الکترولیز، به علت حل شدن در محلول و واکنش با آن از بین می‌رود.

الف) واکنش تسهیم نامتناسب کلر به Cl^- و ClO_3^- در محیط بازی را به صورت موازنه شده بنویسید.

ب) نیم واکنش‌های انجام شده در الکترودها در طول فرایند الکترولیز را با در نظر گرفتن بازی بودن محیط بصورت موازنه شده بنویسید. تحت شرایط مسئله، یون‌های کلرید (Cl^-) الکترون دهنده‌های بهتری هستند و با از دست دادن الکترون به ClO_3^- تبدیل می‌شوند.

ج) در هر مورد جاهای خالی را با کلمات یا عبارات داده شده پر کنید.

i) در طول الکترولیز، یون‌های OH^- در کاتد ..... و در آند .....

هر یک از جاهای خالی را با یکی از عبارات «مصرف می‌شوند»، «تولید می‌شوند» یا «دست نخورده باقی می‌مانند» پر کنید.

ii) در طول الکترولیز، غلظت یون‌های OH^- در محلول به طور خالص .....

جای خالی را با یکی از عبارات «کم می‌شود»، «زیاد می‌شود» یا «ثابت می‌ماند» پر کنید.

iii) در طول الکترولیز، یون‌های Na^+ از سمت ..... به ..... و یون‌های OH^- از سمت ..... به ..... مهاجرت می‌کنند. هر یک از جاهای خالی را با یکی از کلمات «کاتد» یا «آند» پر کنید.

د) واکنش خالص انجام شده در طول فرآیند الکترولیز را بدون درنظر گرفتن یون‌های ناظر به صورت موازنه شده بنویسید. دقت داشته باشید در واکنشی که می‌نویسید، الکترون‌ها نباید حضور داشته باشند.

هـ) در اثر جابجایی ۵۰۰۰ کولن بار الکتریکی بین الکترودها در طول فرایند الکترولیز، چند مول محصول کلردار در الکترود مربوطه تولید خواهد شد؟ بار الکتریکی هر الکترون برابر $۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C$ است. پاسخ و راه حل خود را بنویسید. در راه حل خود، تنها از اعداد و اطلاعات داده شده توسط سؤال استفاده کنید و فرض کنید نیم واکنش‌ها یا واکنش‌های جانبی یا مزاحم وجود ندارند.

و) در صورتی‌که حجم محلولی که الکترولیز می‌شود، ثابت و برابر ۲۰ لیتر باشد و در هر ثانیه ۵۰۰ کولن بار بین دو الکترود جابجا شود، بعد از چند دقیقه پس از شروع الکترولیز، عمل الکترولیز متوقف شود بطوریکه غلظت محصول کلردار در محلول (با فرض یکنواخت پخش شدن ان در محلول) برابر ۰/۰۱ مولار باشد؟ فرض کنید نیم واکنش‌ها یا واکنش‌های جانبی یا مزاحم وجود ندارند. پاسخ خود را با یک رقم اعشار در کادر زیر بنویسید.

www.ShimiPedia.ir

© IRYSC Team : 2016, www.irysc.com , www.irexam.com

محل انجام محاسبات

سوال ششم:

الف) در واحد جرم اتمی داریم:

جرم نوترون $= ۱/۰۰۸۶۶۵۴^{amu}$

جرم پروتون + الکترون $= ۱/۰۰۷۸۲۵۲۲^{amu}$

هنگام تشکیل یک ایزوتوپ ${}^{۱۶}_{۸}O$ از ذرات زیر اتمی آن چه مقدار انرژی بر حسب الکترون – ولت آزاد می‌شود.

جرم ایزوتوپ ${}^{۱۶}_{۸}O = ۱۵/۹۹۴۹۱۵ amu$

$۱ev = ۱/۶۰۶۶\times۱۰^{-۱۹} J$

ب) در صورتی که انرژی آزاد شده به هنگام تشکیل پیوند بین دو اتم اکسیژن برابر با $۵/۲eV$ باشد، مقدار انرژی آزاد شده در قسمت (الف) چند برابر این مقدار خواهد بود؟

ج) از این مقایسه چه نتیجه‌ای می‌توان گرفت؟

www.ShimiPedia.ir

© IRYSC Team : 2016, www.irysc.com , www.irexam.com