



آزمون تشریحی شامل ۵ سوال است. ارزش این آزمون $5 \times 30 = 150$ نمره است. بعضی از بخش های سوالات تشریحی نمره منفی دارد. آزمون چند گزینه ای شامل ۴۰ سوال است. ارزش آزمون چند گزینه ای $40 \times 7.5 = 300$ نمره است. هر پاسخ نادرست ۲.۵ نمره منفی دارد.

توضیحات مهم

استفاده از ماشین حساب مجاز است

- ۱- این پاسخنامه به صورت نیمه کامپیوتری تصحیح می شود، بنابراین از مچاله و کثیف کردن آن خودداری نمایید.
- ۲- مشخصات خود را با اطلاعات بالای هر صفحه تطبیق دهید. در صورتی که حتی یکی از صفحات پاسخنامه با مشخصات شما همخوانی ندارد، 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 نمره ای تعلق نمی گیرد.
- ۴- با توجه به آنکه برگه های پاسخنامه به نام 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 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، جزوه و جدول تناوبی عناصر ممنوع است.
- ۸- همراه داشتن لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه و لپ تاپ ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد، تقلب محسوب خواهد شد.
- ۹- آزمون مرحله دوم برای دانش آموزان سال اول دبیرستان صرفاً جنبه آزمایشی و آمادگی دارد و شرکت کنندگان در دوره تابستانی از بین دانش آموزان پایه دوم و سوم دبیرستان انتخاب می شوند.



کد ملی:

معاونت دانش پژوهان جوان

۱-۱) آلومینیم کلرید در فاز بخار با فرمول مولکولی Al_2Cl_6 وجود دارد. ICl_3 نیز می تواند مانند $AlCl_3$ ، مولکولی با فرمول I_2Cl_6 تشکیل دهد.

الف) ساختار لوویس I_2Cl_6 را رسم کنید. (۱ نمره)

توجه: در این سوال، هرگونه اشتباهی در رسم ساختارهای لوویس موجب حذف کامل نمره می شود.

ب) کدام مولکول (ها) ساختار مسطح دارند؟ (۱/۵ نمره. پاسخ اشتباه نمره منفی دارد)

☐ I_2Cl_6

☐ ICl_4^-

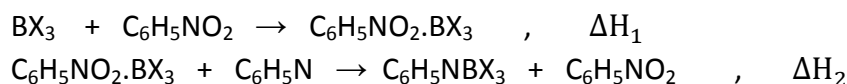
☐ Al_2Cl_6

☐ $AlCl_3$

پ) آلومینیم می تواند گونه های یونی مختلفی تشکیل دهد. یکی از این گونه ها آنیون $Al_2Cl_7^-$ است. ساختار لوویس آن را با رعایت قاعده اکتت رسم کنید. (۱ نمره)

۲-۱) بور هالیدها BX_3 ($X = F, Cl, Br$) می توانند با بازهایی نظیر پیریدین پیوند دهند. الکترون گاتیوی عامل مهمی در پیش بینی قدرت اسیدی لوویس اسیدها به شمار می آید. بر این اساس $BF_3(g)$ ، $BCl_3(g)$ و $BBr_3(g)$ را به ترتیب افزایش قدرت اسیدی مرتب کنید. (۱ نمره)

۳-۱) بور هالیدها را در حالت مایع در نظر بگیرید. تغییرات آنتالپی هنگامی که بورهالید مایع با نیتروبنزن مخلوط می شود و همچنین هنگامی که محلول بورهالید مایع در نیتروبنزن ($C_6H_5NO_2$) با پیریدین (C_6H_5N) مخلوط می شود در جدول صفحه بعد آمده است:



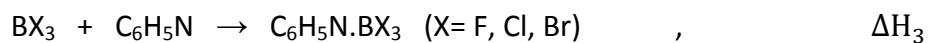


کد ملی:

معاونت دانش پژوهان جوان

	BF_3	BCl_3	BBr_3
$\Delta H_1 \text{ (kcalmol}^{-1}\text{)}$	-۶/۷	-۸/۷	-۱۲/۵
$\Delta H_2 \text{ (kcalmol}^{-1}\text{)}$	-۲۵/۰	-۳۰/۸	-۳۲/۰

ΔH_3 را برای واکنش های زیر محاسبه کنید و به کمک آن بور هالیدها را به ترتیب افزایش قدرت اسیدی دوباره مرتب کنید. (۲ نمره)



ترتیب قدرت اسیدی :



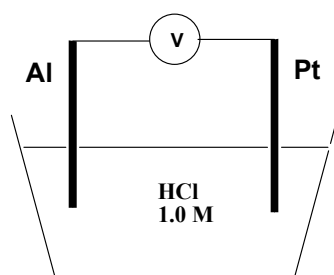
کد ملی:

معاونت دانش پژوهان جوان

۱-۵) بورهالیدهای فوق با آب به شدت واکنش می دهند. معادله واکنش های BF_3 و BBr_3 را با آب بنویسید. (۲ نمره)

۱-۵) به سلول الکتروشیمیایی زیر توجه کنید:

$$E^\circ(\text{Pt}^{2+}/\text{Pt}) = +1/20, \quad E^\circ(\text{Al}^3+/\text{Al}) = -1/66$$



واکنش کلی سلول را بنویسید و سلول E° را محاسبه کنید. (۱/۵ نمره)



کد ملی:

معاونت دانش پژوهان جوان

۲- (۱۰ نمره) یک مول از هریک از گازهای SO_2 ، SO_3 ، O_2 را در یک ظرف به حجم ثابت ۱۰/۰ لیتر در دمای $800^\circ C$ قرار می دهیم تا تعادل $2SO_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g) + O_2(g)$ برقرار شود. اگر مجموع مول های هر سه گاز در ظرف پس از برقرار شدن تعادل برابر با ۲/۷۵ باشد: الف) واکنش در مخلوط اولیه در کدام جهت برای رسیدن به تعادل پیشرفت نموده است؟ در خانه مورد نظر ضربدر بزنید.

☐

در جهت تشکیل SO_3 بیشتر

☐

در جهت تشکیل SO_2 بیشتر

ب) غلظت تعادلی هریک از اجزای زیر را در تعادل داده شده بر حسب مول بر لیتر تا سه رقم اعشار بنویسید.

$[SO_3] =$

$[SO_2] =$

$[O_2] =$

پ) مقدار ثابت تعادل در واکنش بالا را در شرایط داده شده بر حسب مول بر لیتر تا سه رقم اعشار بنویسید.

$K =$

ت) هرگاه ۵ مول SO_3 ، ۲ مول SO_2 و ۱ مول O_2 را در دمای داده شده در یک ظرف ۵ لیتری مخلوط کنیم، مخلوط اولیه به حالت تعادل خواهد بود یا نه؟ در صورتی که مخلوط اولیه به حالت تعادل نباشد، جهت پیشرفت واکنش ذکر شود (ثابت تعادل بالا در دمای داده شده کوچکتر از ۰/۰۱ مول بر لیتر است)

بیشتر پیش خواهد رفت.

و در جهت تشکیل

خیر

بلی

ث) هرگاه حجم در اختیار تعادل $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ در دمای ثابت $800^\circ C$ به نصف کاهش یابد، تعادل در نتیجه آن در کدام جهت جابه جا خواهد شد؟ در خانه مورد نظر علامت بزنید.

☐

در جهت برگشت

☐

در جهت رفت

ج) حاصل ضرب ثابت تعادل $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ در ثابت تعادل $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$ در دمای یکسان چقدر است؟

چ) ΔG^0 تعادل داده شده در (ث)، با رعایت علامت جبری، در دماهای بالاتر بزرگتر است یا در دماهای پایین تر؟

☐

در دماهای پایین تر

☐

در دماهای بالاتر

ح) در دما و حجم ثابت مقداری گاز آرگون با دمای نظیر دمای تعادل را به ظرف محتوی تعادل داده شده وارد می کنیم به طوری که در نتیجه آن فشار کل گازها در ظرف ۱/۲ برابر شود. آیا تعادل جا به جا خواهد شد یا نه؟

☐

خیر

و در جهت تشکیل بیشتر

☐

بلی



کد ملی:

معاونت دانش‌پژوهان جوان

۳- سدیم بی کربنات و سدیم کربنات در آرد نانوائی مصرف می شوند.
الف) برای تعیین مقدار سدیم کربنات و سدیم بی کربنات، مقدار ۱۰ گرم از نمونه آرد را در ۱۵۰ میلی لیتر آب مخلوط کرده و سپس به آن چند قطره فنول فتالئین اضافه می کنیم. برای بی رنگ کردن محلول حاصل، به ۲/۰۰ میلی لیتر محلول HCl ۰/۱۰۰ مولار نیاز است. سپس به مخلوط بی رنگ حاصل چند قطره متیل نارنجی اضافه می کنیم و افزایش محلول هیدروکلریک اسید ۰/۱۰۰ مولار را تا مشاهده تغییر رنگ ادامه می دهیم. اگر حجم اسید مصرفی از ابتدای آزمایش برابر ۱۰/۰۰ میلی لیتر باشد، جرم سدیم بی کربنات و سدیم کربنات را در نمونه فوق بر حسب گرم تعیین کنید. (راهنمایی: تغییر رنگ فنول فتالئین در pH بالاتر از ۸ رخ می دهد که در این pH سدیم بی کربنات خنثی نمی شود. دامنه تغییر رنگ متیل نارنجی در pH حدود ۳ تا ۴ و pK_a برای H_2CO_3 برابر ۶/۳۰ است. $\text{Na}=۲۳$ ، $\text{H}=۱$ ، $\text{C}=۱۲$ ، $\text{O}=۱۶$).

Na_2CO_3 جرم =

(۲ نمره)

NaHCO_3 جرم =

(۲ نمره)

راه حل: (در صورتی نمره دارد که جواب آخر صحیح باشد: ۲ نمره)



کد ملی:

معاونت دانش پژوهان جوان

ب) اگر یک نمونه ۱۰ گرمی آرد حاوی ۰/۴۰ میلی مول سدیم کربنات و ۰/۴۰ میلی مول سدیم بی کربنات باشد، پس از مخلوط کردن آن با ۱۵۰ میلی لیتر آب و سپس افزایش ۱/۰۰ میلی لیتر محلول هیدروکلریک اسید ۰/۱۰۰ مولار به آن، pH محلول چقدر است؟ ($pK_a(\text{HCO}_3^-) = 10/30$)

pH =

(۳ نمره)

راه حل: (در صورتی نمره دارد که جواب آخر صحیح باشد: ۱ نمره)

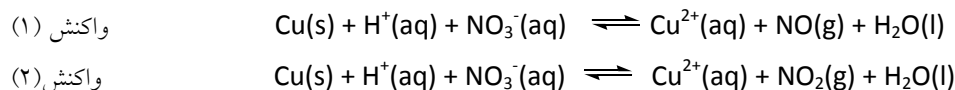


کد ملی:

معاونت دانش پژوهان جوان

۴- در اثر واکنش فلز مس با محلول نیتریک اسید در آب، مخلوطی از گازهای NO و NO₂ آزاد می شود. نسبت مولی NO₂(g) به NO(g) به غلظت (مولاریته) نیتریک اسید بستگی دارد.

الف) واکنش های زیر را موازنه کنید (۲ نمره).

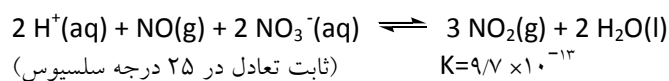


واکنش (۱) :

واکنش (۲) :

توجه: همه عبارت های ثابت تعادل در این سوال را بدون در نظر گرفتن H₂O(l) بنویسید.

ب) نسبت مولی NO₂(g) به NO(g) به تعادل زیر بستگی دارد:



فرض کنید شرایط ظرف آزمایش، دما و فشار به گونه ای است که مجموع غلظت های NO₂(g) و NO(g) همواره ثابت و برابر با ۰/۰۴۱۰ مول بر لیتر است. در چه غلظتی از نیتریک اسید، نسبت غلظت NO₂(g) به NO(g) برابر با ۱ به ۴۷۵ می شود؟ (از تغییرات غلظت نیتریک اسید در اثر واکنش صرف نظر کنید).

= مولاریته نیتریک اسید (۳ نمره)



کد ملی:

معاونت دانش پژوهان جوان

راه حل ب: (در صورتی نمره دارد که جواب آخر صحیح باشد : ۱ نمره)

پ) در دمای ۲۵ درجه، ثابت تعادل واکنش (۲) دربخش (آ) برابر با $10^{+11} \times 8/3$ است. ثابت تعادل واکنش (۱) را در این دما محاسبه کنید.

= ثابت تعادل واکنش (۱) (۳ نمره)

راه حل پ: (۱ نمره)

?





کد ملی:

معاونت دانش پژوهان جوان

ب) در ساختار لاکتوز گروه عاملی همی استالی ☐ استالی ☐ هردو ☐ وجود دارند. (۱ نمره)

پ) از هیدرولیز (آبکافت) ساکارز چه مونوساکارید (هایی) به دست می آیند؟ پاسخ خود را مانند شکل زنجیری ریبوز (I) رسم کنید. (۲ نمره)

توجه: منظور از هیدرولیز رسیدن به آلدهید یا کتون اولیه مطابق واکنش های ۱ و ۲ است. رعایت نکردن الگوی داده شده در رسم و یا رسم ساختار اضافی در بخش های پ، ت و ث موجب کسر یا حذف کامل نمره می شود.

ت) از هیدرولیز لاکتوز چه مونوساکارید (هایی) به دست می آیند؟ پاسخ خود را مانند شکل زنجیری ریبوز (I) رسم کنید. (۲ نمره)



کد ملی:

معاونت دانش پژوهان جوان

ث) اگر لاکتوز ابتدا متیل دار شود، یعنی همه گروه های OH در آن به OCH_3 تبدیل شوند، و سپس مطابق واکنش های ۱ و ۲ هیدرولیز شود چه مونوساکارید (هایی) به دست می آیند؟ پاسخ خود را مانند شکل زنجیری ریوز (I) رسم کنید. (۲ نمره)

ج) ترهالوز ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) یک دی ساکارید است . برای مشخص کردن ساختار آن، اگر ابتدا هر ۸ گروه OH این دی ساکارید متیل دار شده و سپس مطابق واکنش های ۱ و ۲ هیدرولیز شود ، فقط محصول (III) به دست می آید. ساختار ترهالوز را رسم کنید. پاسخ خود را مانند شکل های داده شده برای ساکارز و لاکتوز رسم کنید. رعایت نکردن الگوی داده شده در رسم، موجب کسر یا حذف کامل نمره می شود. (۲ نمره)

