



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



مرکز ملی پرورش استعدادهای درخشان  
و دانش پژوهان جوان

مبارزه 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 (۵ برگه ( ۱۰ صفحه با احتساب جلد)) دریافت نمودم. امضاء

اینجانب ..... (منشی حوزه) تعداد ..... برگه دریافت نمودم. امضاء

### دفترچه سوالات چند گزینه‌ای

بیست و هشتمین دوره المپیاد شیمی

تاریخ: ۱۳۹۷/۲/۶

مجموع زمان آزمون‌های چند گزینه‌ای و تشریحی: ۲۱۰ دقیقه

تعداد سوالات چند گزینه‌ای : ۴۰

### نام و نام خانوادگی :

شماره پرونده:

استان:

کد ملی:

منطقه:

نام پدر:

پایه تحصیلی:

نام مدرسه:

شماره سندلی

کد دفترچه

۱

حوزه:

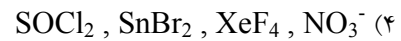
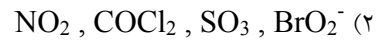
### توضیحات مهم

#### استفاده از هر نوع ماشین حساب مجاز است

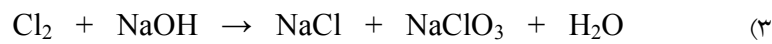
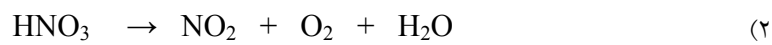
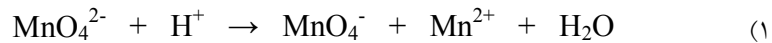
- ۱- کد دفترچه شما یک است. این کد را با کدی که روی پاسخنامه نوشته شده است تطبیق دهید. در صورت وجود مغایرت، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید.
- ۲- بلافاصله پس از آغاز آزمون تعداد سوالات داخل دفترچه را بررسی نمایید و از وجود همه برگه‌های دفترچه سوالات مطمئن شوید. در صورت وجود هر گونه نقصی در دفترچه، 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 پاسخ‌های نوشته شده 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 نکنید و تمیز نگه دارید و بعلاوه پاسخ هر پرسش را با مداد مشکی نرم در محل مربوط علامت بزنید. لطفاً خانه مورد نظر را کاملاً سیاه کنید.
- ۷- همراه داشتن هر گونه 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 تابستانی از بین دانش‌آموزان پایه یازدهم انتخاب می‌شوند.



۱- در کدام گزینه اتم های تشکیل دهنده همه گونه ها در یک صفحه قرار نمی گیرند؟



۲- کدام واکنش اکسایش و کاهش با بقیه متفاوت است؟



۳- مقدار ۴۰٪ کیلوژول انرژی صرف یونش ۱/۰۰ گرم از اتم های منیزیم در حالت بخار می شود. اگر نخستین انرژی یونش و دومین انرژی یونش منیزیم به ترتیب برابر ۷۳۵ و ۱۴۴۷ کیلوژول بر مول باشد، چند درصد مخلوط حاصل را  $Mg^+$  تشکیل می دهد؟ ( $Mg = ۲۴/۳$ )

(۴) ۸۳/۵

(۳) ۷۹/۲

(۲) ۵۰

(۱) ۱۰۰

۴- در چه تعداد از گونه های زیر عنصری با عدد اکسایش ۲ وجود دارد؟



(۴) ۵

(۳) ۴

(۲) ۳

(۱) ۲

۵- اتمهای نقره در شبکه بلوری طوری کنار یکدیگر قرار می گیرند که ۲۶٪ فضا خالی می ماند. چگالی فلز نقره برابر  $10.5 \text{ g/cm}^3$  است. شعاع اتم نقره چند انگستروم است؟ (جرم اتمی نقره برابر ۱۰۷/۹ می باشد).

(۴) ۱/۲۲

(۳) ۱/۴۴

(۲) ۱/۵۹

(۱) ۱/۷۶

۶- درصد فراوانی دوتریم ( $^2H$ ) برابر ۰/۰۱۵ درصد می باشد. چه جرمی از گاز هیدروژن حاوی  $4/5 \times 10^{21}$  اتم دوتریم خواهد بود؟

(۴) ۹/۰ kg

(۳) ۹۰ g

(۲) ۵/۰ kg

(۱) ۵۰ g

۷- چند گرم کلسیم هیدروکسید برای واکنش با ۳۲۴ میلی لیتر محلول  $HCl$  با درصد جرمی ۲۴/۲۸ درصد و چگالی ۱/۱۲ گرم بر سانتی مترمکعب لازم است؟ ( $Ca = ۴۰$ ،  $Cl = ۳۵/۵$ ،  $O = ۱۶$ )

(۴) ۱۰۲/۱

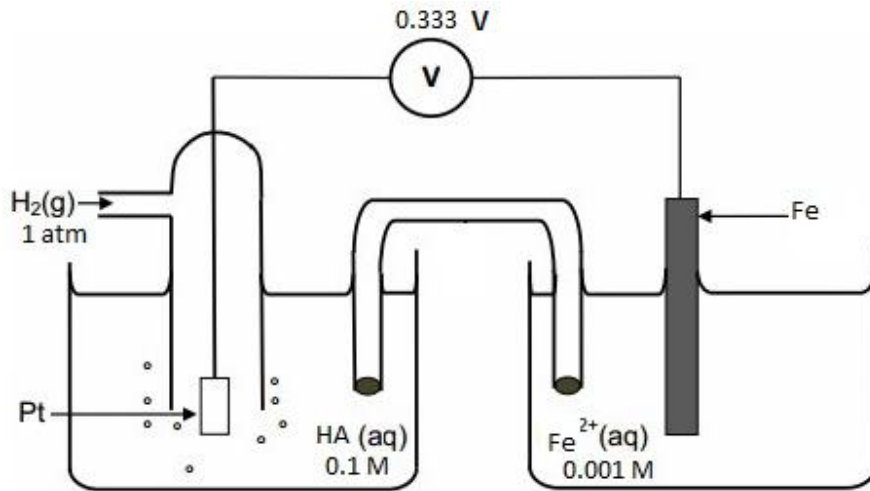
(۳) ۹۸/۴

(۲) ۹۱/۵

(۱) ۸۹/۳



۸- شکل زیر یک سلول گالوانی را در دمای ۲۵ درجه سلسیوس نشان می دهد که در آن HA یک اسید ضعیف است. با توجه به داده های این شکل، ثابت اسیدی ( $K_a$ ) اسید HA کدام است؟ ( $E_{red}^0 (Fe^{2+}/Fe) = -0.440 \text{ V}$ )



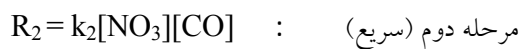
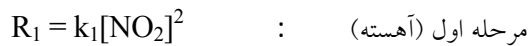
$2/4 \times 10^{-6}$  (۴)

۰/۶۴ (۳)

$1/6 \times 10^{-4}$  (۲)

$3/5 \times 10^{-9}$  (۱)

۹- قانون های سرعت یک واکنش دومرحله ای به صورت زیر است:



چه تعداد از عبارت های زیر صحیح است؟

• اگر در این واکنش در مدت ۳۰ ثانیه در مجموع ۰/۰۲۴ مول فراورده گازی تشکیل شود، سرعت مصرف  $NO_2$  برابر با  $4 \times 10^{-4}$  مول بر ثانیه است

• در حالت پایا سرعت مصرف  $NO_3$  از سرعت تشکیل آن کمتر است

• واحد ثابت سرعت واکنش کلی  $mol^{-1}Ls^{-1}$  است

• پیچیده فعال مرحله اول به صورت  $\begin{matrix} O & & O & & O \\ || & & | & & | \\ N & \cdots & O & \cdots & O & \cdots & N \\ & & || & & || & & \\ & & O & & O & & \end{matrix}$  می باشد.

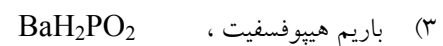
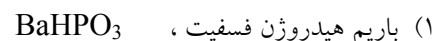
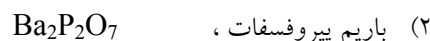
۱ (۴)

۲ (۳)

۳ (۲)

۴ (۱)

۱۰- فرمول شیمیایی کدام ترکیب نادرست است؟





۱۱- آلیاژی از کادمیم ، سرب و قلع که نقطه ذوب پایینی دارد برای لحیم کاری استفاده می شود. در این آلیاژ نسبت مولی قلع به سرب  $1/68$  و نسبت جرمی سرب به کادمیم  $1/78$  است. با توجه به این اطلاعات چه تعداد از جملات زیر صحیح است؟ ( $112/4$ )  
 $(Pb = 207/2, Sn = 118/7, Cd =$

- درصد مولی سرب در این آلیاژ بیشتر از کادمیم است
- درصد مولی قلع در این آلیاژ از همه بیشتر است
- درصد جرمی سرب در این آلیاژ بیشتر از قلع است
- درصد جرمی کادمیم در این آلیاژ از همه کمتر است

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۱۲- کانی لاتریت حاوی  $4500 \text{ ppm}$  نیکل اکسید می باشد. برای استخراج نیکل خالص ابتدا کانی آسیاب شده را در دمای  $220$  درجه سانتی گراد توسط گاز هیدروژن به صورت فلز نیکل کاهش می دهند و سپس در دمای  $70$  درجه سانتی گراد در تماس با گاز کربن مونوکسید آن را بصورت نیکل تترا کربونیل گازی از محیط خارج می کنند. در این روش فقط نیکل در حضور سایر فلزات و ناخالصی های دیگر بصورت فرار از محیط واکنش خارج شده و در واکنش گاه دیگری در دمای  $200$  درجه سانتی گراد به نیکل فلزی خالص تجزیه می شود. اگر راندمان مرحله کاهش با هیدروژن و مرحله واکنش با کربن مونوکسید هر کدام  $88\%$  باشد، چند کیلوگرم کانی لاتریت برای تولید یک کیلو نیکل خالص لازم است؟ ( $Ni = 58, O = 16, C = 12$ )

(۱) ۱۶۴۸ (۲) ۳۶۶ (۳) ۲۸۴ (۴) ۲۲۰

۱۳- چند کیلوژول گرما برای گرم کردن  $10$  مول گاز هلیم از دمای  $25^\circ \text{C}$  به دمای  $125^\circ \text{C}$  در فشار ثابت لازم است؟

(۱)  $20/8$  (۲)  $12/5$  (۳)  $0/205$  (۴)  $0/123$

۱۴- آنتروپی مطلق استاندارد بر حسب  $\text{JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$  در دمای  $298 \text{ K}$  برای  $\text{HgO(s)}$  ،  $\text{O}_2(\text{g})$  و  $\text{Hg(l)}$  به ترتیب برابر با  $72$  ،  $204$  و  $77$  می باشد. ضمناً  $\Delta H_f^\circ$  برای  $\text{HgO(s)}$  بر حسب  $\text{kJmol}^{-1}$  در شرایط مشابه برابر با  $-90/7$  است. با توجه به معلومات داده شده ،  $\Delta G_f^\circ$  برای  $\text{HgO(s)}$  بر حسب کیلوژول بر مول در شرایط یکسان کدام است؟

(۱)  $-58/8$  (۲)  $-28/4$  (۳)  $+28/4$  (۴)  $+58/8$

۱۵- فشار اکسیژن در تعادل به شرح زیر بر حسب اتمسفر در شرایط داده شده کدام است؟ ( $R = 8314 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$ )



(۱)  $3/5 \times 10^{-3}$  (۲)  $2/5 \times 10^{-3}$  (۳)  $1/5 \times 10^{-4}$  (۴)  $4/8 \times 10^{-1}$



۱۶- هرگاه  $\Delta H^\circ$  و  $\Delta S^\circ$  برای جوش نرمال آمونیاک مایع به ترتیب برابر با  $23/3 \text{ kJmol}^{-1}$  و  $97/2 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$  در نظر گرفته شود، آن گاه دمای جوش نرمال آمونیاک مایع بر حسب دمای کلوین به طور تقریب کدام است؟

- ۲۴۰ (۱)                      ۲۳۰ (۲)                      ۲۲۰ (۳)                      ۲۱۰ (۴)

۱۷- در یک دمای معین، ثابت تعادل واکنش  $\text{SO}_2(\text{g}) + \text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_3(\text{g}) + \text{NO}(\text{g})$  برابر با  $2/25$  است. اگر غلظت اولیه هر چهار گاز شرکت کننده در واکنش،  $0/60$  مول بر لیتر باشد، غلظت تعادلی  $\text{SO}_2(\text{g})$  بر حسب مول بر لیتر کدام است؟

- ۰/۴۸ (۱)                      ۰/۳۶ (۲)                      ۰/۲۴ (۳)                      ۰/۱۲ (۴)

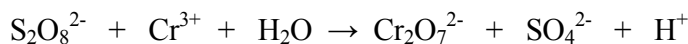
۱۸- ثابت تعادل واکنش  $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g})$  در دمای  $25^\circ\text{C}$  برابر با  $4/35 \times 10^{-31}$  است. اگر این تعادل در هوا و در فشار اتمسفر برقرار باشد، در یک لیتر هوا در این دما و فشار چند مولکول  $\text{NO}$  وجود دارد؟ (هوا شامل ۷۸ درصد نیتروژن، ۲۱ درصد اکسیژن و ۱ درصد آرگون است)

- $1/3 \times 10^7$  (۱)                       $1/6 \times 10^7$  (۲)                       $1/6 \times 10^8$  (۳)                       $6/6 \times 10^6$  (۴)

۱۹- در اثر سوختن کامل یک گرم از کدام یک از گازهای زیر گرمای بیشتری آزاد می شود؟

- اتان (۱)                      متان (۲)                      بوتان (۳)                      ایزوبوتان (۴)

۲۰- مجموع ضرایب واکنش زیر پس از موازنه کدام است؟



- ۲۵ (۱)                      ۵۷ (۲)                      ۱۷ (۳)                      ۳۳ (۴)

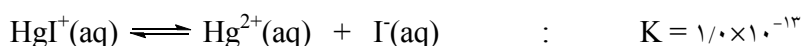
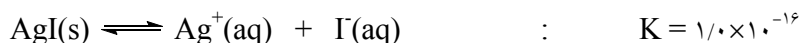
۲۱- واکنش تعادلی زیر را در نظر بگیرید:



اگر در شروع واکنش غلظت های  $A$ ،  $B$ ،  $C$  و  $D$  به ترتیب  $1/00$ ،  $0/010$ ، صفر و صفر مول بر لیتر باشند، غلظت تعادلی  $D$  چند مول بر لیتر است؟

- $9/1 \times 10^{-4}$  (۱)                       $8/3 \times 10^{-4}$  (۲)                       $5/0 \times 10^{-3}$  (۳)                       $4/1 \times 10^{-3}$  (۴)

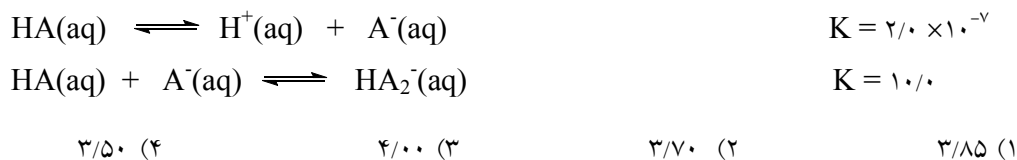
۲۲- حلالیت  $\text{AgI}(\text{s})$  در محلول  $0/010$  مولار  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$  بر حسب مول بر لیتر کدام است؟



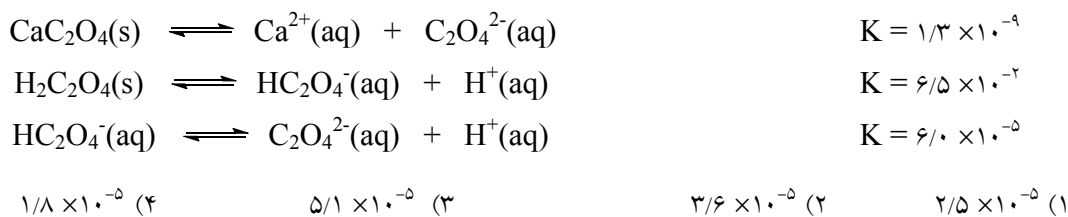
- $3/2 \times 10^{-3}$  (۱)                       $1/0 \times 10^{-2}$  (۲)                       $1/0 \times 10^{-8}$  (۳)                       $2/7 \times 10^{-3}$  (۴)



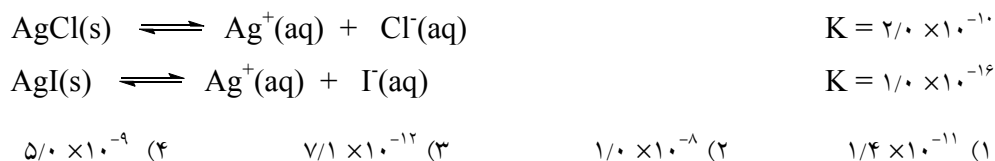
۲۳- با توجه به ثابت تعادل های زیر ،  $pH$  محلول  $0.10$  مولار  $HA(aq)$  چقدر است؟



۲۴- غلظت یون  $Ca^{2+}$  در یک محلول بافر با  $pH = 4/22$  که با جامد  $CaC_2O_4$  در حال تعادل می باشد، چند مول بر لیتر است؟



۲۵- در محلولی که از افزودن  $0.20$  مول  $NaCl$ ،  $0.10$  مول  $NaI$  و  $0.20$  مول  $AgNO_3$  به یک لیتر آب به دست می آید، غلظت تعادلی یون  $I^-$  بر حسب مول بر لیتر کدام است؟ حجم محلول را یک لیتر در نظر بگیرید.



۲۶- رسانش الکتریکی محلول های زیر را مقایسه کنید.

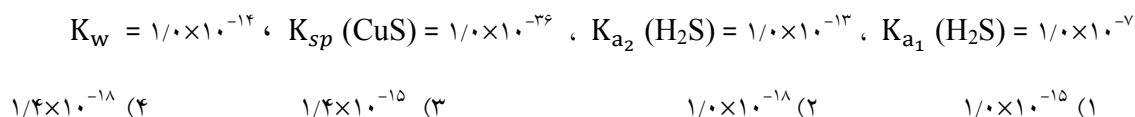
(a) محلول  $0.03$  مولار  $MgSO_4$

(b) محلول  $0.02$  مولار  $Mg(NO_3)_2$

(c) محلول  $0.03$  مولار  $NaCl$

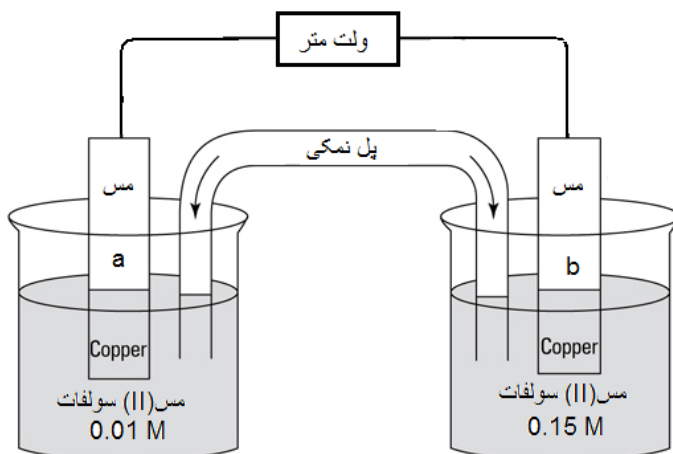
(۴)  $a > b > c$       (۳)  $b > a > c$       (۲)  $c > b > a$       (۱)  $c > a > b$

۲۷- با توجه به اطلاعات داده شده ، انحلال پذیری  $CuS(s)$  در آب را محاسبه کنید.





۲۸- در سلول گالوانی نشان داده شده در شکل زیر الکتروود آند کدام است؟



در دمای  $29^{\circ}\text{C}$  پتانسیل کاهش محلول  $0.1$  مولار مس (II) معادل  $0.309$  ولت و پتانسیل کاهش استاندارد مس (II) معادل  $0.339$  ولت است. دما و غلظت طبق معادله‌ی زیر روی پتانسیل الکتروشیمیایی محلول‌ها اثر می‌گذارند:

دمای کلین و  $A$  یک عدد ثابت است

$$E = E^0 - AT \log \frac{1}{[Cu^{2+}]}$$

در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس ولت متر چه پتانسیلی را نشان خواهد داد؟

- (۱)  $a$  آند،  $0.332$  ولت      (۲)  $a$  آند،  $0.335$  ولت      (۳)  $b$  آند،  $0.335$  ولت      (۴)  $b$  آند،  $0.332$  ولت

۲۹- برای استخراج  $99.999\%$  یونهای  $Ce^{3+}$  موجود در  $100$  میلی لیتر محلول  $0.2$  مولار  $Ce(NO_3)_3$ ، از محلول  $0.2$  مولار سدیم اگزالات ( $Na_2C_2O_4$ ) استفاده شده است. حداکثر غلظت مولی ناخالصی کلسیم در محلول  $Ce(NO_3)_3$  اولیه چقدر باشد تا رسوب  $Ce_2(C_2O_4)_3$  حاوی ناخالصی کلسیمی نباشد؟ ( $K_{sp} CaC_2O_4 = 1.3 \times 10^{-8}$ ،  $K_{sp} Ce_2(C_2O_4)_3 = 3 \times 10^{-29}$ )

- (۱)  $9.0 \times 10^{-3}$       (۲)  $3.6 \times 10^{-3}$       (۳)  $5.6 \times 10^{-3}$       (۴)  $1.4 \times 10^{-2}$

۳۰- در یک محلول در دمای اتاق، گونه‌ی  $A$  به مقدار  $18$  درصد جرمی وجود دارد و چگالی محلول  $1/1$  گرم بر سانتی متر مکعب است. محلول به آرامی حرارت داده می‌شود تا مقداری از حلال تبخیر شده و سپس تا دمای اتاق سرد می‌شود به طوری که محلول فرا سیر شده با چگالی  $1/3$  گرم بر سانتی متر مکعب و  $30$  درصد جرمی از گونه‌ی  $A$  به دست آید. مولاریته‌ی محلول حاصل چند برابر محلول اولیه است؟

- (۱)  $1/67$       (۲)  $1/90$       (۳)  $1/83$       (۴)  $1/97$



۳۱- مقدار ۲/۷۴ گرم از نمک باریوم کلرید آبدار حاوی ناخالصی بی اثر با درصد خلوص ۸۹٪ را در آب حل می‌کنیم و سپس مقدار اضافی سولفوریک اسید به آن می‌افزاییم. پس از جداسازی و خشک کردن، ۲/۳۳ گرم باریوم سولفات به دست می‌آید. نمک باریوم کلرید اولیه چند آبه بوده است؟ ( $S = ۳۲$  ،  $O = ۱۶$  ،  $Cl = ۳۵/۵$  ،  $Ba = ۱۳۷$ )

- ۴ (۱)      ۳ (۲)      ۲ (۳)      ۵ (۴)

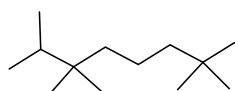
۳۲- مقدار ۸۹/۶ میلی لیتر محلول ۳ مولال پتاسیم کلرید با چگالی ۱/۱۲ گرم بر سانتی متر مکعب را تا حجم ۵۰۰ میلی لیتر رقیق می‌کنیم، مولاریته‌ی محلول حاصل را به دست آورید؟ ( $Cl = ۳۵/۵$  ،  $K = ۳۹$ )

- ۰/۴۹ (۱)      ۰/۲۵ (۲)      ۰/۲۷ (۳)      ۰/۵۴ (۴)

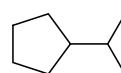
۳۳- رنگ برخی از ترکیبات نانو به اندازه‌ی ذرات آن‌ها وابسته است یعنی نانو ذرات یک ماده معین بسته به اندازه ذرات، ممکن است رنگ‌های متفاوتی داشته باشند. فرض کنید نانو ذرات طلا ساختار کروی دارند و برای ایجاد رنگ‌های سبز و آبی باید قطر آنها به ترتیب حدود ۳۵ و ۲۵ نانومتر باشد. همچنین برای رسیدن به شدت رنگ قابل مشاهده باید در هر میلی متر مکعب حدود ۳ میلیارد نانوذره داشته باشیم. بر این اساس، برای ساختن محلول‌های یک لیتری از نانو ذرات طلا به رنگ‌های سبز و آبی به حداقل چند گرم نمک  $H[AuCl_4]$  نیاز است؟ (چگالی طلا  $= ۱۹/۲ \text{ g/cm}^3$  ،  $Cl = ۳۵/۵$  ،  $Au = ۱۹۷$ )

- ۶/۵۰ و ۱۷/۹ (۱)      ۰/۸۱۳ و ۲/۲۳ (۲)  
۸/۱۳×۱۰<sup>-۷</sup> و ۲/۲۳×۱۰<sup>-۶</sup> (۳)      ۶/۵×۱۰<sup>-۶</sup> و ۱/۷۹×۱۰<sup>-۵</sup> (۴)

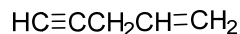
۳۴- چه تعداد از نام‌های داده شده نادرست است؟



2,2,6,6,7-Pentamethyloctane

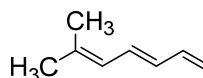


(1-Methylethyl)cyclopentane



4-Penten-1-yne

۳ (۴)



6-Methyl-1,3,5-heptatriene

۱ (۲)

۱ صفر

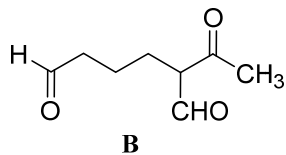
۳۵- کدام یک از گونه‌های زیر در حلال اتانول کمتر حلال پوشی می‌شود؟

- $F^-$  (۴)       $Cl^-$  (۳)       $I^-$  (۲)       $Br^-$  (۱)

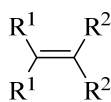




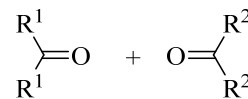
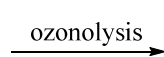
۳۶- ترکیب **B** به کمک واکنش ازونولیز از یک هیدروکربن ۹ کربنی **A** تهیه می شود. چند ساختار برای **A** می توان در نظر گرفت؟



۳ (۴)



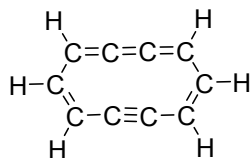
۵ (۳)



۲ (۲)

۴ (۱)

۳۷- در بنزن شش اربیتال اتمی **p** با شش الکترون به طور همزمان همپوشانی دارند. در ترکیب مسطح زیر چه تعداد الکترون در اربیتال های اتمی **p** که همزمان همپوشانی دارند وجود دارد؟



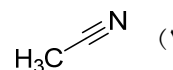
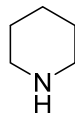
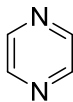
۱۴ (۴)

۱۰ (۳)

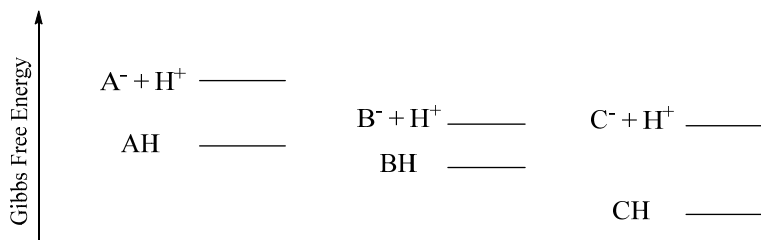
۸ (۲)

۱۲ (۱)

۳۸- کدام یک باز ضعیف تری است؟



۳۹- انرژی های آزاد گیبس برای سه اسید فرضی و بازهای مزدوج آن ها در محلول آبی داده شده است. کدام یک از اسیدهای **AH** ، **BH** ، **CH** از بقیه قویتر است؟



(۴) قابل پیش بینی نیست

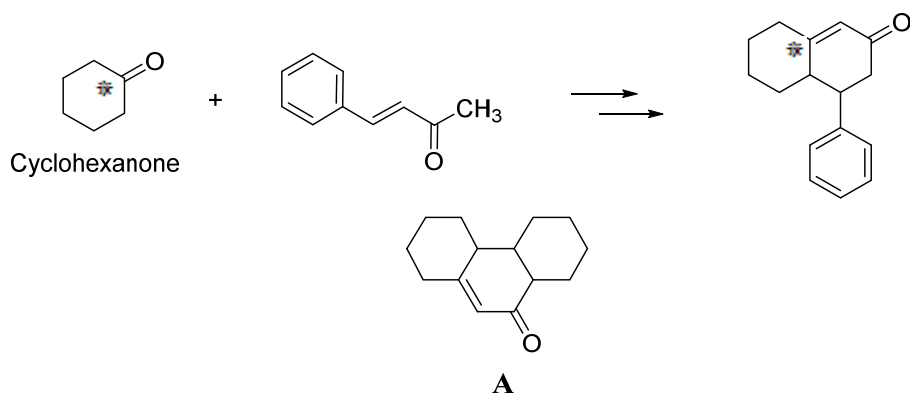
C (۳)

B (۲)

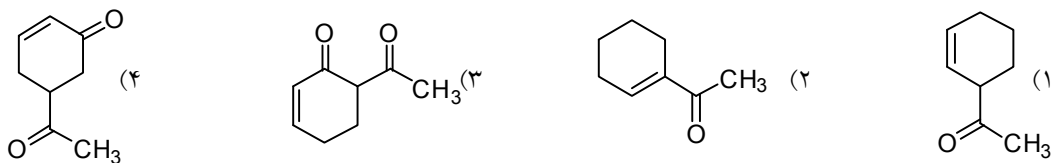
A (۱)



۴۰- به واکنش زیر که با تشکیل دو پیوند کربن-کربن بین مواد اولیه انجام می شود دقت کنید. (علامت \* کربنی را نشان می دهد که با ایزوتوپ کربن ۱۴ علامت گذاری شده است)



با توجه به آن برای تهیه **A** از سیکلوهگزانون به کدام یک از مواد زیر نیاز است؟





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



مبارزه 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 (۷ برگه با احتساب جلد) دریافت نمودم امضاء

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

### دفترچه سوالات و پاسخ نامه بخش تشریحی

بیست و هشتمین دوره المپیاد شیمی

تاریخ: ۱۳۹۷/۲/۶

مجموع زمان آزمون های چند گزینه ای و تشریحی: ۲۱۰ دقیقه

تعداد سوالات : ۵

### نام و نام خانوادگی :

شماره پرونده:

استان:

کد ملی:

منطقه:

نام پدر:

پایه تحصیلی:

نام مدرسه:

حوزه:

شماره سندلی

### توضیحات مهم

استفاده از هر نوع ماشین حساب مجاز است

- این پاسخ نامه به صورت نیمه کامپیوتری تصحیح می شود، بنابراین از مجاله و کثیف کردن آن جداً خودداری نمایید.
- 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.
- 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.
- با توجه به آنکه برگه های 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 پانویس نمایید.
- 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.
- از مخدوش کردن دایره ها در چهار گوشه صفحه و بارکدها خودداری کنید، در غیر این صورت برگه شما تصحیح نخواهد شد.
- همراه داشتن هرگونه کتاب، 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.
- آزمون مرحله دوم برای دانش آموزان پایه دهم صرفاً جنبه آزمایشی و آمادگی دارد و شرکت کنندگان در دوره تابستانی از بین دانش آموزان پایه یازدهم انتخاب می شوند.



در صورت لزوم از این

صفحه به عنوان چرک

نویس استفاده کنید

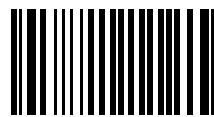
مطالب این صفحه

تحت هیچ شرایطی

تصحیح نخواهد شد



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- (۱۲ نمره)

در ترکیبات جیوه (I) به جای زنجیره های متوالی  $M^+$  و  $X^-$  که برای ترکیبات MX انتظار می رود، جفت های Hg-Hg مجزا یافت می شود. از ویژگی های جیوه، تشکیل پلی کاتیون های جیوه است. با توجه به داده های زیر به پرسش های هر قسمت پاسخ دهید. (توجه: در مواردی که نیاز به محاسبه دارد، در صورتی به راه حل نمره تعلق می گیرد که پاسخ نهایی درست باشد).

• درستی یا نادرستی عبارت های زیر را مشخص کنید. (سوالات ۱-۱ تا ۷-۱ نمره منفی دارند)

➤ ۱-۱- فاصله Hg-Hg در خود فلز جیوه از فاصله میان آن ها در ترکیبات جیوه (I) کمتر است. (در بخش پاسخ نامه، در صورت درست بودن داخل کادر "درست" و در صورت اشتباه بودن داخل کادر "نادرست" بنویسید.)

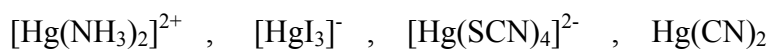
➤ ۲-۱- ترکیبات جیوه (I) دیامغناطیس هستند و یون تنهای  $Hg^+$  پارامغناطیس است. (در بخش پاسخ نامه، در صورت درست بودن داخل کادر "درست" و در صورت اشتباه بودن داخل کادر "نادرست" بنویسید.)

➤ ۳-۱- واکنش تعادلی میان فلز جیوه و یون های نقره باید به صورت  $Hg + Ag^+ \rightleftharpoons Ag + Hg^+$  نوشته شود. (در بخش پاسخ نامه، در صورت درست بودن داخل کادر "درست" و در صورت اشتباه بودن داخل کادر "نادرست" بنویسید.)

➤ ۴-۱- مجموع ضرایب در نیمه واکنش  $Hg_2^{2+} + Ag + e \rightarrow Ag_2Hg_3$  برابر ۱۵ است. (در بخش پاسخ نامه، در صورت درست بودن داخل کادر "درست" و در صورت اشتباه بودن داخل کادر "نادرست" بنویسید.)

➤ ۵-۱- در کدام یک از گونه های روبرو عدد اکسایش میانگین جیوه بالاتر است؟  $Hg_3SbF_6$ ،  $Hg_4(AsF_6)_2$ ،  $Hg_3(AlCl_4)_2$  پاسخ خود را داخل کادر مربوطه در بخش پاسخ نامه بنویسید.

➤ ۶-۱- ذرات سازنده کدام گونه (ها) در یک صفحه قرار می گیرند؟ (در بخش پاسخ نامه، داخل کادر زیر گونه های مورد نظر علامت ضربدر بزنید. انتخاب اضافی نمره منفی دارد)



➤ ۷-۱- در کمپلکس  $Hg_4(AsF_6)_2$  کدام یک از انواع کاتیون های جیوه شرکت کرده اند:  $Hg^+$ ،  $Hg_2^{2+}$ ،  $Hg^{2+}$  یا هیچ کدام؟ (در بخش پاسخ نامه، داخل کادر ضربدر بزنید)

• با توجه به اطلاعات داده شده زیر در دمای  $25^\circ C$ :

$$E_{red}^o (Hg_2^{2+}/Hg) = 0.789 V$$

$$E_{red}^o (Hg^{2+}/Hg_2^{2+}) = 0.920 V$$

➤ ۸-۱- ثابت تعادل واکنش  $Hg_2^{2+}(aq) \rightleftharpoons Hg(l) + Hg^{2+}(aq)$  را در محلول  $Hg_2(NO_3)_2$  در دمای  $25^\circ C$  محاسبه کنید. ( $F = 96485 Cmol^{-1}$ )

➤ ۹-۱- در این دما، غلظت  $[Hg^{2+}]$  در محلول  $0.10 M$   $Hg_2(NO_3)_2$  چقدر است؟



نام :  
نام خانوادگی :  
کد ملی :

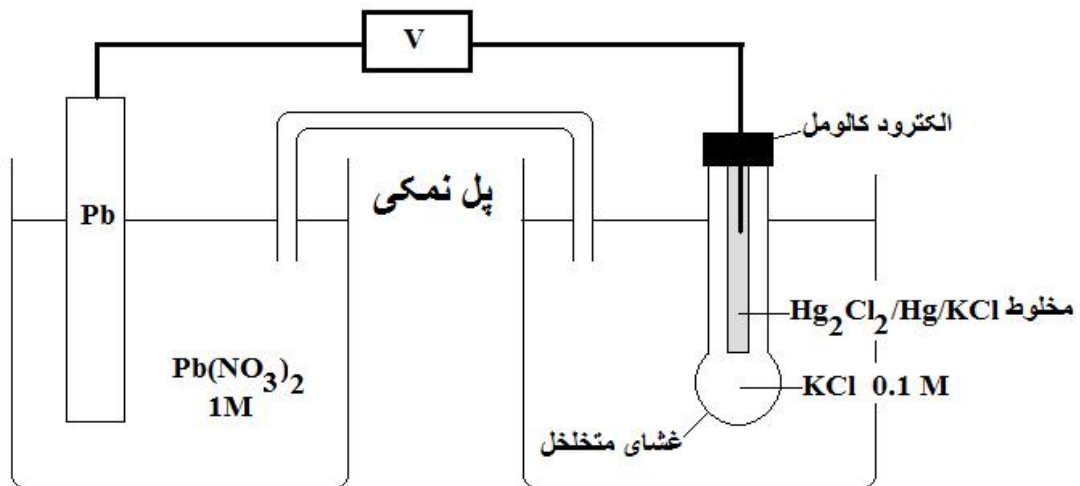


- تهیه و کاربرد الکتروود استاندارد هیدروژن SHE عملاً دشوار است. از این رو به جای آن می توان از الکتروود های شاهد دیگر مانند الکتروود کالومل (SCE) استفاده کرد. برای تهیه الکتروود کالومل ، فلز جیوه را با جیوه (I) کلرید مخلوط می کنند و از محلول KCl به عنوان الکتروولیت استفاده می شود. سه غلظت متفاوت ، برای محلول KCl به کار برده می شود. پتانسیل این الکتروود نسبت به SHE در دمای ۲۵ °C در غلظت های متفاوت به صورت زیر است:

مولاریته محلول KCl (مول بر لیتر)	۰/۱	۱/۰	۴/۰ (سیر شده)
پتانسیل نسبت به SHE (ولت)	۰/۳۳۷	۰/۲۸۲	۰/۲۴۶

➤ ۱-۱۰-۱ emf سلول زیر را محاسبه کنید.

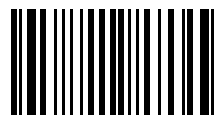
$$E_{red}^0 (Pb^{2+}/Pb) = -0.13 \text{ V}$$



- ۱-۱۱-۱ اگر  $E^0$  سلول حاصل از اتصال الکتروود استاندارد  $X^{2+}/X$  و الکتروود کالومل ۱/۰ مولار برابر ۰/۹۱۸ ولت باشد،  $E_{red}^0$  این الکتروود نسبت به SHE چند ولت است؟ (X نمی تواند یون های نقره را از محلول خود خارج کند)
- ۱-۱۲-۱ ولتاژ سلول گالوانی حاصل از اتصال الکتروود کالومل سیر شده به الکتروود  $Hg^{2+}/Hg$  با غلظت ۰/۱ مولار  $Hg^{2+}$  را در دمای ۲۵ °C محاسبه کنید و واکنش کلی سلول را بنویسید.



نام :  
نام خانوادگی :  
کد ملی :



پاسخ نامه سوال ۱

• در مواردی که نیاز به محاسبه دارد، به راه حل تنها در صورتی نمره داده می شود که جواب آخر درست باشد.

1-1 >

2-1 >

3-1 >

4-1 >

5-1 >

6-1 >  $[\text{Hg}(\text{NH}_3)_2]^{2+}$   $[\text{HgI}_3]^-$   $[\text{Hg}(\text{SCN})_4]^{2-}$   $\text{Hg}(\text{CN})_2$

هیچ کدام

$\text{Hg}^+$

$\text{Hg}_2^{2+}$

$\text{Hg}^{2+}$

7-1 > 8-1 و 9-1 >

محل انجام محاسبات:

$K_c =$

$[\text{Hg}^{2+}] =$



نام :  
نام خانوادگی :  
کد ملی :



➤ ۱۰-۱

محل انجام محاسبات:	

➤ ۱۱-۱

محل انجام محاسبات:	

➤ ۱۲-۱

محل انجام محاسبات:	





نام :  
نام خانوادگی :  
کد ملی :



سوال ۲ - (۱۰ نمره)

یک مول از  $AB(g)$  را در ظرفی به حجم  $V$  لیتر در دمای  $300\text{ K}$  قرار می دهیم. دیده می شود که فشار گاز در ظرف برابر با  $2/46\text{ atm}$  است.

➤ ۱-۲- با فرض آنکه  $AB(g)$  در دمای داده شده پایدار باشد و به  $A$  و  $B$  تجزیه نشود حجم ظرف را بر حسب لیتر حساب کنید. (پاسخ تا سه رقم اعشار گرد شود،  $R = 0/082\text{ atmL/Kmol}$ )

حجم ظرف :

➤ ۱-۲- فشار  $AB(g)$  در همان حجم ثابت  $V$  در دمای  $450\text{ K}$  با فرض تجزیه نشدن آن بر حسب اتمسفر کدام است؟ (پاسخ تا سه رقم اعشار گرد شود)

فشار :

➤ ۳-۲- فرض کنید تعادل:  $AB(g) \rightleftharpoons A(g) + B(g)$  در ظرف داده شده در دمای  $450\text{ K}$  برقرار شود و فشار کل مخلوط تعادل در ظرف برابر با  $4/059\text{ atm}$  شود. با توجه به آن ثابت تعادل،  $K_c$ ، را برای تعادل داده شده حساب کنید. (پاسخ تا سه رقم اعشار گرد شود)

ثابت تعادل ( $K_c$ ):

➤ ۴-۲- درصد تجزیه  $AB$  به  $A$  و  $B$  را در دمای  $450\text{ K}$  و در ظرف داده شده حساب کنید. (پاسخ تا سه رقم اعشار گرد شود)

درصد تجزیه :

➤ ۵-۲- ثابت تعادل  $K_p$  را برای تعادل داده شده در  $450\text{ K}$  حساب کنید. (پاسخ تا سه رقم اعشار گرد شود)

ثابت تعادل ( $K_p$ ):

➤ ۶-۲-  $\Delta G^\circ$  واکنش تجزیه داده شده را در  $450\text{ K}$  بر حسب کیلوژول حساب کنید. (پاسخ تا سه رقم اعشار گرد شود)  
( $R = 8/314\text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$ )

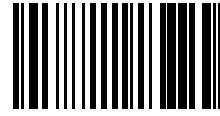
$\Delta G^\circ$  واکنش تجزیه:

➤ ۷-۲- با فرض آنکه  $\Delta S^\circ$  واکنش برابر با  $100\text{ JK}^{-1}$  و مستقل از دما باشد،  $\Delta H^\circ$  واکنش تجزیه را بر حسب کیلوژول حساب کنید.  
(پاسخ تا سه رقم اعشار گرد شود)

$\Delta H^\circ$  واکنش تجزیه:



نام :  
نام خانوادگی :  
کد ملی :



➤ ۸-۲- چگونگی تاثیر هر یک از  $\Delta H^0$  و  $\Delta S^0$  در پیشرفت واکنش را به صورت مثبت یا منفی مشخص کنید:

تاثیر  $\Delta H^0$  : مثبت  منفی

تاثیر  $\Delta S^0$  : مثبت  منفی

➤ ۹-۲- اگر حجم در اختیار تعادل داده شده در دمای ثابت  $450\text{K}$  دو برابر شود، تعادل دستخوش کدام تغییر خواهد شد؟

به سمت تجزیه بیشتر جا به جا می شود:

میزان تجزیه AB کمتر می شود:

تغییری نمی کند:

➤ ۱۰-۲- مقایسه  $\Delta H^0$  و  $\Delta U^0$  واکنش تجزیه داده شده کدام است؟ در یکی از کادرها ضربدر بزنید:

$\Delta H^0 = \Delta U^0$

$\Delta H^0 < \Delta U^0$

$\Delta H^0 > \Delta U^0$



نام :  
نام خانوادگی :  
کد ملی :



سوال ۳- (۱۲ نمره)

➤ ۳-۱- یک نمونه جامد مخلوطی از  $\text{FeCl}_3$ ،  $\text{CuCl}_2$ ،  $\text{AgNO}_3$  است. هنگامی که ۲/۰۰۰۰ گرم از این جامد در آب ریخته شده و به آن مقدار اضافی از  $\text{AgNO}_3$  افزوده می شود، ۳/۴۵۱۷ گرم رسوب تشکیل می شود. در یک آزمایش دیگر، ۳/۰۰۰۰ گرم از این جامد با یک ماده کاهنده واکنش می دهد به طوری که کل یون های فلزی در مخلوط به فلز خالص تبدیل می شوند. در این شرایط جرم کل فلز خالص تولید شده ۱/۳۸۹۸ گرم است. درصد جرمی  $\text{FeCl}_3$  و  $\text{AgNO}_3$  را در این نمونه به دست آورید. (در صورتی امتیاز تعلق می گیرد که جواب های آخر و راه حل هر دو نوشته شده و درست باشند.  $\text{Ag} = ۱۰۸/۰$ ،  $\text{Cl} = ۳۵/۵$ ،  $\text{Fe} = ۵۵/۸$ ،  $\text{Cu} = ۶۳/۵$ )

	درصد جرمی $\text{AgNO}_3$ (۴ نمره):
	درصد جرمی $\text{FeCl}_3$ (۴ نمره):

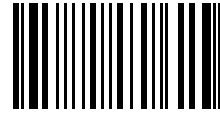
راه حل



نام :

نام خانوادگی :

کد ملی :



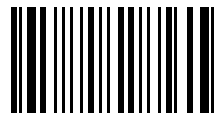
➤ ۲-۳- از سوختن کامل ۲/۰۰۰ گرم مخلوط اتانول و دی اتیل اتر ، ۳/۸۸۲ گرم گاز  $\text{CO}_2$  تولید می شود. درصد جرمی دی اتیل اتر در این مخلوط کدام است؟ (در صورتی امتیاز تعلق می گیرد که جواب های آخر و راه حل هر دو نوشته شده و درست باشند)

درصد جرمی دی اتیل اتر (۴ نمره) :
----------------------------------

راه حل:



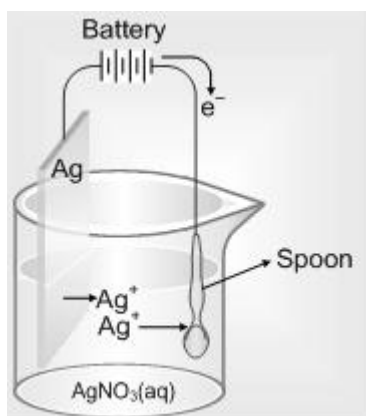
نام :  
نام خانوادگی :  
کد ملی :



توجه: کلیه پاسخ های سوال ۴ را در انتهای سوال در بخش "پاسخ نامه سوال ۴" بنویسید.

سوال ۴- (۱۲ نمره)

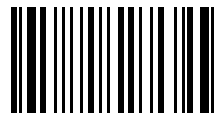
- ۴-۱- در یک واحد صنعتی تولید آلومینیوم، نمک های مذاب آلومینیوم الکترولیز می شود. برای این منظور کدام الکتروود را پیشنهاد می کنید؟ الکتروود گرافیتی یا الکتروود مسی؟ (برای پاسخ گویی به این سوال در کادر مناسب در بخش پاسخ نامه سوال ۴ ضربدر بزنید. انتخاب درست یک نمره مثبت و انتخاب نادرست یک نمره منفی دارد)
- ۴-۲- برای آبکاری ظروف نقره ای از سلولی مطابق شکل زیر استفاده می شود. برای کمک به اکسید شدن نقره در سطح آن، یک عامل کمپلکس دهنده نیز اضافه می شود. هر چه آبکاری ظروف کندتر انجام شود، سطح ظروف براق تر و جلای آنها بیشتر خواهد بود. استفاده از کدام ماده را درون الکتروولیت پیشنهاد می کنید؟ آمونیاک یا پتاسیم سیانید؟ (برای پاسخ گویی به این سوال در کادر مناسب در بخش پاسخ نامه سوال ۴ ضربدر بزنید. انتخاب درست یک نمره مثبت و انتخاب نادرست یک نمره منفی دارد)



- ۴-۳- در یک محلول، جمع غلظت اسید ضعیف HA و باز مزدوج آن ۰/۰۴ مولار بوده و  $pH$  آن ۵/۰۰ می باشد. دانش آموزی برای تعیین نوع اسید موجود در محلول، ۱۰۰ میلی لیتر از آن را با استفاده از محلول سود ۰/۰۱ مولار تیترو می کند. کل حجم محلول سود موجود در آزمایشگاه ۱۰۰ میلی لیتر می باشد. پس از اتمام محلول سود،  $pH$  محلول حاصل ۵/۴۸ می شود. اگر این دانش آموز محلول سود کافی در اختیار داشت و تیتراسیون را تا پایان ادامه می داد، در نقطه ای هم ارزی  $pH$  چه عدد(هایی) می توانست باشد؟



نام :  
نام خانوادگی :  
کد ملی :



پاسخ نامه سوال ۴

الکتروود مسی

الکتروود گرافیتی

➤ ۴-۱-

پتاسیم سیانید

آمونیاک

➤ ۴-۲-

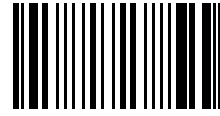
➤ ۴-۳-

pH :

راه حل: (تنها در صورت درست بودن جواب نهایی راه حل تصحیح خواهد شد.)



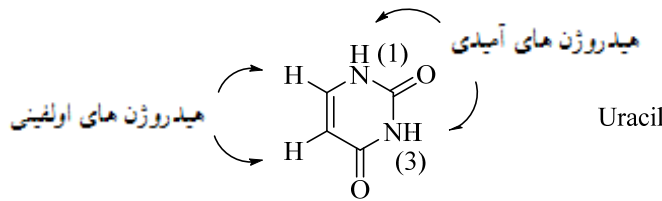
نام :  
نام خانوادگی :  
کد ملی :



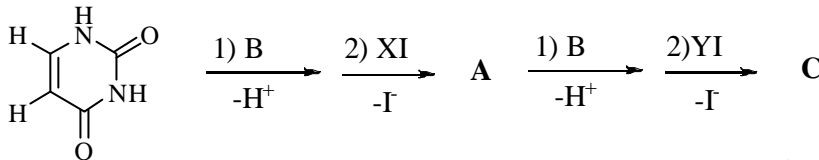
توجه: پاسخ سوال ۵ را در انتهای سوال در بخش "پاسخ نامه سوال ۵" بنویسید.

سوال ۵- (۱۴ نمره)

- اوراسیل یک ترکیب آلی است که در ساختار اسیدهای نوکلئیک یافت می شود. اوراسیل دارای دو فرم کتو و انول است و فرم کتو آن که در زیر نشان داده شده است پایدارتر است. (در کلیه بخش های این سوال اوراسیل را به فرم کتو در نظر بگیرید)



از واکنش یک مول اوراسیل با یک مول از یک ترکیب آلی ید دار به فرمول کلی XI در مجاورت یک مول باز B در شرایط مناسب ترکیب A به دست می آید. فرض کنید در این مرحله، باز B فقط هیدروژن آمیدی (۱) را جدا می کند. وزن مولکولی ترکیب A معادل  $197 \text{ gmol}^{-1}$  است. نتایج اسپکتروسکوپی نشان می دهد در ترکیب A نسبت تعداد هیدروژنهای گروه (های) متیل به تعداد هیدروژن های متیلنی ( $\text{CH}_2$ ) ۱ به ۱ است ولی در این ترکیب گروه های متیل و  $\text{CH}_2$  مجاور هم نمی باشند. از واکنش ترکیب A با یک ترکیب آلی ید دار دیگر با فرمول کلی YI در مجاورت باز، ترکیب C به دست می آید. وزن مولکولی ترکیب C معادل  $301 \text{ gmol}^{-1}$  است.



نتیجه آنالیز عنصری ترکیب C به صورت زیر است:

$$\text{C} = 67/75 \% , \quad \text{H} = 7/69 \% , \quad \text{N} = 13/94 \% , \quad \text{O} = 10/62 \%$$

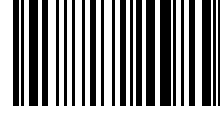
YI در ساختار خود دارای یک بخش آروماتیک است. در ترکیب C نسبت تعداد هیدروژن های اولفینی اوراسیل به هیدروژن های آروماتیک (هیدروژن هایی که مستقیماً به کربن های بخش آروماتیک متصل هستند) معادل ۱ به ۲ می باشد. وقتی یکی از هیدروژن های آروماتیک C در شرایط مشخصی با بروم جایگزین می شود فقط دو محصول M و N به دست می آیند. وقتی ترکیب C در شرایط مشخصی قرار می گیرد که به کمک کمپلکس های فلزی انجام می شود ترکیب D به دست می آید. در این واکنش بخش های X و Y در ساختار C تغییری نمی کنند. در ترکیب D نسبت تعداد هیدروژن های اولفینی اوراسیل به هیدروژن های بخش آروماتیک ۱ به ۴ می باشد. وقتی یکی از هیدروژن های اولفینی در D در شرایط مشخصی با بروم جایگزین می شود دو محصول به دست می آید. نتیجه آنالیز عنصری ترکیب D به صورت زیر است:

$$\text{C} = 67/98 \% , \quad \text{H} = 7/38 \% , \quad \text{N} = 13/99 \% , \quad \text{O} = 10/65 \%$$

ساختار های A، C، M، N و D را در کادر های داده شده در بخش پاسخ نامه بنویسید.



نام :  
نام خانوادگی :  
کد ملی :



پاسخ نامه سوال ۵

به پاسخ هایی که در خارج از کادر یا در کادرهای اشتباه نوشته شود نمره ای تعلق نمی گیرد.

A	C
M	N
D	



لطفا در این کادر چیزی ننویسید.



مطابق توضیحات دفترچه تکمیل شود.

کد دفترچه

غلط       صحیح

لطفا گزینه را به صورت کامل و فقط با مداد مشکی نرم پر کنید.

۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۲۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۴۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۶۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۱۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۳۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۵۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۷۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۸۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

محل امضاء

اینجانب ..... فرزند ..... با کد ملی .....

مطابقت اطلاعات مندرج در پاسخ برگ را با مشخصات خود تایید می نمایم.



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- (۱۲ نمره)

در ترکیبات جیوه (I) به جای زنجیره های متوالی  $M^+$  و  $X^-$  که برای ترکیبات MX انتظار می رود، جفت های Hg-Hg مجزا یافت می شود. از ویژگی های جیوه، تشکیل پلی کاتیون های جیوه است. با توجه به داده های زیر به پرسش های هر قسمت پاسخ دهید. (توجه: در مواردی که نیاز به محاسبه دارد، در صورتی به راه حل نمره تعلق می گیرد که پاسخ نهایی درست باشد).

- درستی یا نادرستی عبارت های زیر را مشخص کنید. (سوالات ۱-۱ تا ۷-۱ نمره منفی دارند)
  - ۱-۱- فاصله Hg-Hg در خود فلز جیوه از فاصله میان آن ها در ترکیبات جیوه (I) کمتر است. (در بخش پاسخ نامه، در صورت درست بودن داخل کادر "درست" و در صورت اشتباه بودن داخل کادر "نادرست" بنویسید.)
  - ۲-۱- ترکیبات جیوه (I) دیامغناطیس هستند و یون تنهای  $Hg^+$  پارامغناطیس است. (در بخش پاسخ نامه، در صورت درست بودن داخل کادر "درست" و در صورت اشتباه بودن داخل کادر "نادرست" بنویسید.)
  - ۳-۱- واکنش تعادلی میان فلز جیوه و یون های نقره باید به صورت  $Hg + Ag^+ \rightleftharpoons Ag + Hg^+$  نوشته شود. (در بخش پاسخ نامه، در صورت درست بودن داخل کادر "درست" و در صورت اشتباه بودن داخل کادر "نادرست" بنویسید.)
  - ۴-۱- مجموع ضرایب در نیمه واکنش  $Hg_2^{2+} + Ag + e \rightarrow Ag_2Hg_3$  برابر ۱۵ است. (در بخش پاسخ نامه، در صورت درست بودن داخل کادر "درست" و در صورت اشتباه بودن داخل کادر "نادرست" بنویسید.)
  - ۵-۱- در کدام یک از گونه های روبرو عدد اکسایش میانگین جیوه بالاتر است؟  $Hg_3(AlCl_4)_2$ ,  $Hg_4(AsF_6)_2$ ,  $Hg_3SbF_6$  پاسخ خود را داخل کادر مربوطه در بخش پاسخ نامه بنویسید.
  - ۶-۱- ذرات سازنده کدام گونه (ها) در یک صفحه قرار می گیرند؟ (در بخش پاسخ نامه، داخل کادر زیر گونه های مورد نظر علامت ضربدر بزنید. انتخاب اضافی نمره منفی دارد)
- با توجه به اطلاعات داده شده زیر در دمای  $25^\circ C$ :
  - ۷-۱- در کمپلکس  $Hg_4(AsF_6)_2$  کدام یک از انواع کاتیون های جیوه شرکت کرده اند:  $Hg^+$ ,  $Hg_2^{2+}$ ,  $Hg^{2+}$  یا هیچ کدام؟ (در بخش پاسخ نامه، داخل کادر ضربدر بزنید)

$${}_{red}^o (Hg_2^{2+}/Hg) = 0,789 V$$

$${}_{red}^o (Hg^{2+}/Hg_2^{2+}) = 0,920 V$$

- ۸-۱- ثابت تعادل واکنش  $Hg_2^{2+}(aq) \rightleftharpoons Hg(l) + Hg^{2+}(aq)$  را در محلول  $Hg_2(NO_3)_2$  در دمای  $25^\circ C$  محاسبه کنید. ( $F = 96485 Cmol^{-1}$ )

- ۹-۱- در این دما، غلظت  $[Hg^{2+}]$  در محلول ۰/۰۱۰ مولار  $Hg_2(NO_3)_2$  چقدر است؟

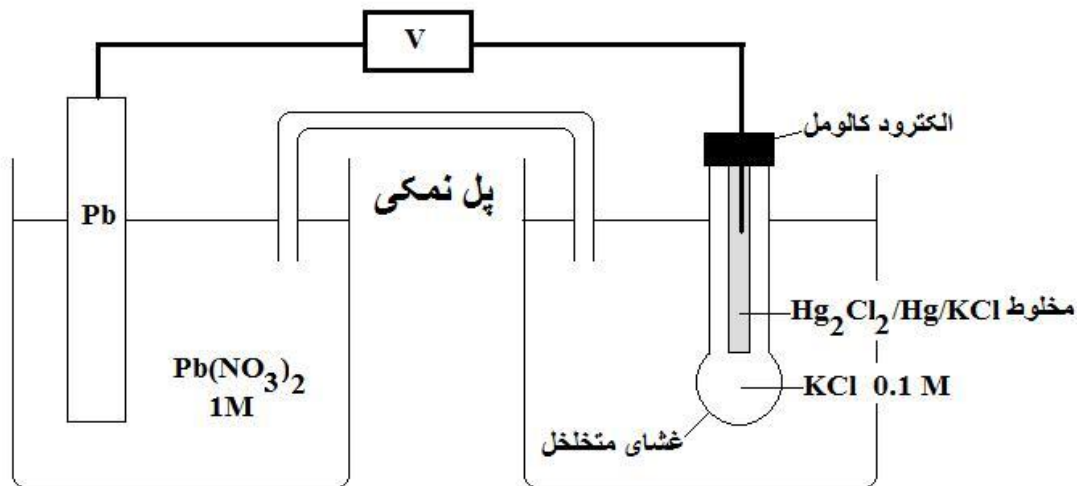


- تهیه و کاربرد الکتروود استاندارد هیدروژن SHE عملاً دشوار است. از این رو به جای آن می توان از الکتروود های شاهد دیگر مانند الکتروود کالومل (SCE) استفاده کرد. برای تهیه الکتروود کالومل، فلز جیوه را با جیوه (I) کلرید مخلوط می کنند و از محلول KCl به عنوان الکتروولیت استفاده می شود. سه غلظت متفاوت، برای محلول KCl به کار برده می شود. پتانسیل این الکتروود نسبت به SHE در دمای ۲۵ °C در غلظت های متفاوت به صورت زیر است:

مولاریته محلول KCl (مول بر لیتر)	۰/۱	۱/۰	۴/۰ (سیر شده)
پتانسیل نسبت به SHE (ولت)	۰/۳۳۷	۰/۲۸۲	۰/۲۴۶

➤ ۱-۱۰-۱ emf سلول زیر را محاسبه کنید.

$$E_{red}^0 (Pb^{2+}/Pb) = -0.13 \text{ V}$$



- ۱-۱۱-۱ اگر  $E^0$  سلول حاصل از اتصال الکتروود استاندارد  $X^{2+}/X$  و الکتروود کالومل ۱/۰ مولار برابر ۰/۹۱۸ ولت باشد،  $E_{red}^0$  این الکتروود نسبت به SHE چند ولت است؟ (X نمی تواند یون های نقره را از محلول خود خارج کند)
- ۱-۱۲-۱ ولتاژ سلول گالوانی حاصل از اتصال الکتروود کالومل سیر شده به الکتروود  $Hg^{2+}/Hg$  با غلظت ۰/۱ مولار  $Hg^{2+}$  را در دمای ۲۵ °C محاسبه کنید و واکنش کلی سلول را بنویسید.





پاسخ نامه سوال ۱

• در مواردی که نیاز به محاسبه دارد، به راه حل تنها در صورتی نمره داده می شود که جواب آخر درست باشد.

(۳،۵ نمره)

۱-۱ > نادرست

۲-۱ > درست

۳-۱ > نادرست

۴-۱ > درست

۵-۱ >  $Hg_3(AlCl_4)_2$

$[Hg(NH_3)_2]^{2+}$

$[HgI_3]$

$[Hg(SCN)_4]^{2-}$

$Hg(CN)_2$   
 ۶-۱ >

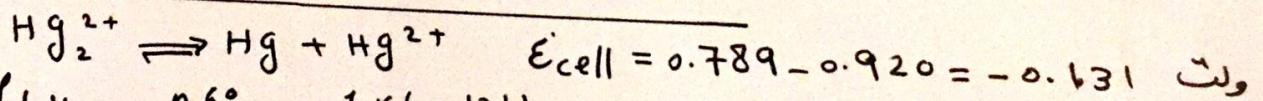
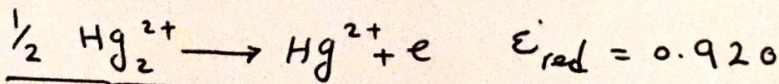
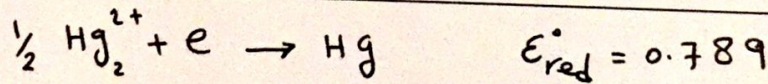
هیچ کدام

$Hg^+$

$Hg_2^{2+}$

$Hg^{2+}$   
 ۷-۱ >

(۳ نمره) ۸-۱ و ۹-۱ >



$$\ln K = \frac{nE^{\circ}}{0.0592} = \frac{1 \times (-0.131)}{0.0592} = -2.21 \Rightarrow K = 6.1 \times 10^{-3}$$

$$K = \frac{[Hg^{2+}][Hg]}{[Hg_2^{2+}]} \Rightarrow [Hg^{2+}] = 6.1 \times 10^{-3} \times 0.01 = 6.1 \times 10^{-5}$$

$$K_c = 6.1 \times 10^{-3}$$

$$[Hg^{2+}] = 6.1 \times 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$$





10-1 > (15. نمبر)

محل انجام محاسبات:

$$emf_{\text{سلول}} = 0.337 - (-0.13) = 0.467 \text{ ولت}$$

emf سلول: 0.467 ولت

11-1 > (1 نمبر)

محل انجام محاسبات:

$$E_{\text{سلول}}^{\circ} = 0.918$$

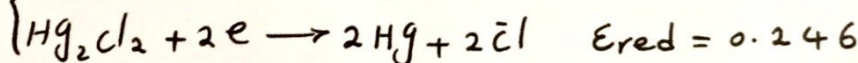
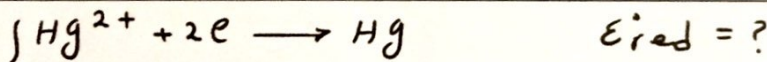
$$I) 0.918 = E_{\text{ox}}^{\circ} - 0.282 \rightarrow E_{\text{red}}^{\circ} = 1.2$$

$$II) 0.918 = 0.282 - E_{\text{ox}}^{\circ} \rightarrow E_{\text{red}}^{\circ} = -0.636 \text{ قابل قبول نیست}$$

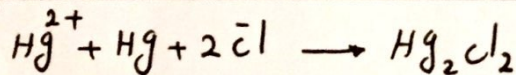
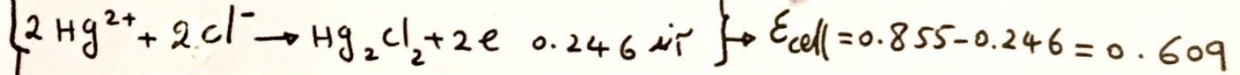
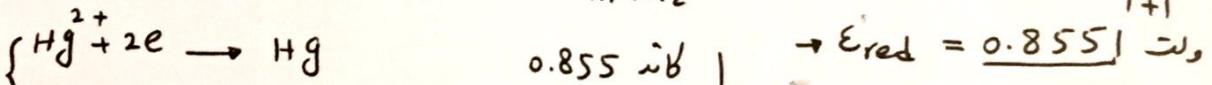
پاسخ نهایی: 1.2 ولت

12-1 > (4 نمبر)

محل انجام محاسبات:



$$E_{\text{red}}^{\circ} (\text{Hg}^{2+}/\text{Hg}) = \frac{n_1 \cdot E_{\text{red}}^{\circ} (\text{Hg}_2^{2+}/\text{Hg}) + n_2 \cdot E_{\text{red}}^{\circ} (\text{Hg}^{2+}/\text{Hg}_2^{2+})}{n_1 + n_2} = \frac{0.789 \times 1 + 1 \times 0.920}{1+1}$$



واکنش کلی

emf سلول: 0.609 ولت



سوال ۲ - (۱۰ نمره)

یک مول از  $AB(g)$  را در ظرفی به حجم  $V$  لیتر در دمای  $300\text{ K}$  قرار می دهیم. دیده می شود که فشار گاز در ظرف برابر با  $2/46\text{ atm}$  است.

➤ ۱-۲- با فرض آنکه  $AB(g)$  در دمای داده شده پایدار باشد و به  $A$  و  $B$  تجزیه نشود حجم ظرف را بر حسب لیتر حساب کنید. (پاسخ تا سه رقم اعشار گرد شود،  $R = 0/082\text{ atmL/Kmol}$ )

10 L

حجم ظرف:

➤ ۱-۲- فشار  $AB(g)$  در همان حجم ثابت  $V$  در دمای  $450\text{ K}$  با فرض تجزیه نشدن آن بر حسب اتمسفر کدام است؟ (پاسخ تا سه رقم اعشار گرد شود)

3.69 atm

فشار:

➤ ۳-۲- فرض کنید تعادل:  $AB(g) \rightleftharpoons A(g) + B(g)$  در ظرف داده شده در دمای  $450\text{ K}$  برقرار شود و فشار کل مخلوط تعادل در ظرف برابر با  $4/059\text{ atm}$  شود. با توجه به آن ثابت تعادل،  $K_c$ ، را برای تعادل داده شده حساب کنید.؟ (پاسخ تا سه رقم اعشار گرد شود)

$1.111 \times 10^{-3}$

ثابت تعادل ( $K_c$ ):

➤ ۴-۲- درصد تجزیه  $AB$  به  $A$  و  $B$  را در دمای  $450\text{ K}$  و در ظرف داده شده حساب کنید. (پاسخ تا سه رقم اعشار گرد شود)

10%

درصد تجزیه:

➤ ۵-۲- ثابت تعادل  $K_p$  را برای تعادل داده شده در  $450\text{ K}$  حساب کنید. (پاسخ تا سه رقم اعشار گرد شود)

0.041

ثابت تعادل ( $K_p$ ):

➤ ۶-۲-  $\Delta G^\circ$  واکنش تجزیه داده شده را در  $450\text{ K}$  بر حسب کیلوژول حساب کنید. (پاسخ تا سه رقم اعشار گرد شود)

$(R = 8/314\text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1})$

11.950

$\Delta^\circ$  واکنش تجزیه:

➤ ۷-۲- با فرض آنکه  $\Delta S^\circ$  واکنش برابر با  $100\text{ JK}^{-1}$  و مستقل از دما باشد،  $\Delta H^\circ$  واکنش تجزیه را بر حسب کیلوژول حساب کنید.

(پاسخ تا سه رقم اعشار گرد شود)

56.950

$\Delta H^\circ$  واکنش تجزیه:



➤ ۸-۲- چگونگی تاثیر هر یک از  $\Delta H^{\circ}$  و  $\Delta S^{\circ}$  در پیشرفت واکنش را به صورت مثبت یا منفی مشخص کنید:

تاثیر  $\Delta H^{\circ}$ : مثبت  منفی

تاثیر  $\Delta S^{\circ}$ : مثبت  منفی

➤ ۹-۲- اگر حجم در اختیار تعادل داده شده در دمای ثابت  $450\text{K}$  دو برابر شود، تعادل دستخوش کدام تغییر خواهد شد؟

به سمت تجزیه بیشتر جا به جا می شود:

میزان تجزیه AB کمتر می شود:

تغییری نمی کند:

➤ ۱۰-۲- مقایسه  $\Delta H^{\circ}$  و  $\Delta U^{\circ}$  واکنش تجزیه داده شده کدام است؟ در یکی از کادرها ضربدر بزنید:

$\Delta H^{\circ} = \Delta U^{\circ}$

$\Delta H^{\circ} < \Delta U^{\circ}$

$\Delta H^{\circ} > \Delta U^{\circ}$



سوال ۳- (۱۲ نمره)

➤ ۳-۱ یک نمونه جامد مخلوطی از  $\text{FeCl}_3$ ،  $\text{CuCl}_2$ ،  $\text{AgNO}_3$  است. هنگامی که  $2/0000$  گرم از این جامد در آب ریخته شده و به آن مقدار اضافی از  $\text{AgNO}_3$  افزوده می شود،  $3/4517$  گرم رسوب تشکیل می شود. در یک آزمایش دیگر،  $3/0000$  گرم از این جامد با یک ماده کاهنده واکنش می دهد به طوری که کل یون های فلزی در مخلوط به فلز خالص تبدیل می شوند. در این شرایط جرم کل فلز خالص تولید شده  $1/3898$  گرم است. درصد جرمی  $\text{AgNO}_3$  و  $\text{FeCl}_3$  را در این نمونه به دست آورید. (در صورتی امتیاز تعلق می گیرد که جواب های آخر و راه حل هر دو نوشته شده و درست باشند.  $\text{Ag} = 108/0$ ،  $\text{Cl} = 35/5$ ،  $\text{Fe} = 55/8$ ،  $\text{Cu} = 63/5$ )

30	درصد جرمی $\text{AgNO}_3$ (۴ نمره):
45	درصد جرمی $\text{FeCl}_3$ (۴ نمره):

راه حل

$$\% \text{ mass of Cl} = \left( \frac{35.5}{35.5 + 108.0} \right) \times 3.4517 \times \left( \frac{100}{2.0000} \right) = 42.695$$

$$\% \text{ mass of (Ag + Cu + Fe)} = 1.3898 \times \left( \frac{100}{3.0000} \right) = 46.327$$

$$\% \text{ mass of NO}_3 = 100 - 42.695 - 46.327 = 10.978$$

$$\% \text{ mass of AgNO}_3 = 10.978 \times \left( \frac{170.0}{62.0} \right) = 30.10$$

$$\% \text{ mass of (FeCl}_3 + \text{CuCl}_2) = 100 - 30.10 = 69.90$$

$$\begin{cases} 162.3x + 134.5y = 69.90 \\ 106.5x + 71.0y = 42.695 \end{cases} \Rightarrow x = 0.2783$$

$$\% \text{ mass of FeCl}_3 = 0.2783 \times 162.3 = 45.17$$

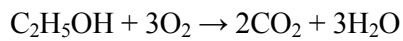
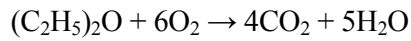




➤ ۳-۲- از سوختن کامل ۲/۰۰۰ گرم مخلوط اتانول و دی اتیل اتر ، ۳/۸۸۲ گرم گاز CO<sub>2</sub> تولید می شود. درصد جرمی دی اتیل اتر در این مخلوط کدام است؟ (در صورتی امتیاز تعلق می گیرد که جواب های آخر و راه حل هر دو نوشته شده و درست باشند)

<b>6.0</b>	درصد جرمی دی اتیل اتر (۴ نمره):
------------	---------------------------------

راه حل:



$$\begin{cases} 74x + 46y = 2.000 \\ 176x + 88y = 3.882 \end{cases} \Rightarrow x = 1.6237 \times 10^{-3}$$

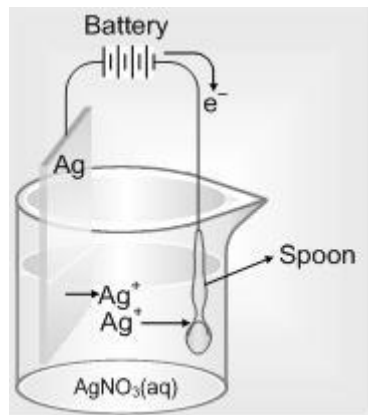
$$\% \text{ mass of } (\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O} = (1.6237 \times 10^{-3}) \times 74 \times \left( \frac{100}{2.000} \right) = 6.01$$



توجه: کلیه پاسخ های سوال ۴ را در انتهای سوال در بخش "پاسخ نامه سوال ۴" بنویسید.

سوال ۴- (۱۲ نمره)

- ۴-۱- در یک واحد صنعتی تولید آلومینیوم، نمک های مذاب آلومینیوم الکترولیز می شود. برای این منظور کدام الکتروود را پیشنهاد می کنید؟ الکتروود گرافیتی یا الکتروود مسی؟ (برای پاسخ گویی به این سوال در کادر مناسب در بخش پاسخ نامه سوال ۴ ضربدر بزنید. انتخاب درست یک نمره مثبت و انتخاب نادرست یک نمره منفی دارد)
- ۴-۲- برای آبکاری ظروف نقره ای از سلولی مطابق شکل زیر استفاده می شود. برای کمک به اکسید شدن نقره در سطح آن، یک عامل کمپلکس دهنده نیز اضافه می شود. هر چه آبکاری ظروف کندتر انجام شود، سطح ظروف براق تر و جلای آن ها بیشتر خواهد بود. استفاده از کدام ماده را درون الکتروولیت پیشنهاد می کنید؟ آمونیاک یا پتاسیم سیانید؟ (برای پاسخ گویی به این سوال در کادر مناسب در بخش پاسخ نامه سوال ۴ ضربدر بزنید. انتخاب درست یک نمره مثبت و انتخاب نادرست یک نمره منفی دارد)



- ۴-۳- در یک محلول، جمع غلظت اسید ضعیف HA و باز مزدوج آن ۰/۰۴ مولار بوده و  $pH$  آن ۵/۰۰ می باشد. دانش آموزی برای تعیین نوع اسید موجود در محلول، ۱۰۰ میلی لیتر از آن را با استفاده از محلول سود ۰/۰۱ مولار تیتر می کند. کل حجم محلول سود موجود در آزمایشگاه ۱۰۰ میلی لیتر می باشد. پس از اتمام محلول سود،  $pH$  محلول حاصل ۵/۴۸ می شود. اگر این دانش آموز محلول سود کافی در اختیار داشت و تیتراسیون را تا پایان ادامه می داد، در نقطه ی هم ارزی  $pH$  چه عدد(هایی) می توانست باشد؟



پاسخ نامه سوال ۴

- ۱-۴ - الکتروود گرافیتی  الکتروود مسی
- ۲-۴ - آمونیاک  پتاسیم سیانید
- ۳-۴

$$pH = 8.74 \quad , \quad pH = 8.56$$

راه حل: (تنها در صورت درست بودن جواب نهایی راه حل تصحیح خواهد شد.) راه حل سوال شامل ۳ قسمت است:

الف) دستگاه معادلات به درستی تشکیل شود (نمره)

$$\begin{cases} [HA] + [A^-] = 0.04 M & (1) \\ pH = pKa + \log \frac{[A^-]}{[HA]} \Rightarrow 5 = pKa + \log \frac{[A^-]}{[HA]} & (2) \\ pH = pKa + \log \frac{[A^-]}{[HA]} \Rightarrow 5.48 = pKa + \log \frac{[A^-] + 0.01}{[HA] - 0.01} & (3) \end{cases}$$

یک دستگاه سه معادله مجهول به دست آمده که مجهولات آن غلظت گونه‌ها و ثابت اسیدی می‌باشند. با توجه به اینکه این معادلات درجه ی دو می‌باشند دارای دو جواب هستند که هر دو قابل قبول می‌باشند. به دست آوردن هر مجموعه جواب شامل غلظت و ثابت اسیدی ۱ نمره دارد. (جمعا دو نمره در این بخش) از جایگذاری معادله ی یک از معادلات دو و سه و سپس تفاضل این دو معادله خواهیم داشت:

$$3.02 = \frac{-[A^-]^2 + 0.03[A^-] + 0.0004}{-[A^-]^2 + 0.03[A^-]} \Rightarrow$$

$$[A^-] = 0.01 \text{ یا } 0.02 M$$

$$pKa = 5.00 \text{ یا } 5.48$$

از روی غلظت اسید و ثابت اسیدی به راحتی میتوان  $pH$  نقطه ی هم ارزی را به دست آورد. راه حل این قسمت برای هر کدام یک نمره از مجموعه جواب. (جمعا دو نمره)

از روی غلظت اسید اولیه، مقدار باز مورد نیاز برای تیتراسیون و حجم اکیوان به دست می‌آیند. از حجم اکیوالان، غلظت باز در نقطه ی اکیوالان و  $pH$  نقطه های اکیوالان به دست می‌آید:

$$pH = 8.74 \quad \quad pH = 8.56$$

نمره ی جواب نهایی ۵،۲ نمره برای هر جواب.

توجه: تنها در حالاتی راه حل بررسی خواهد شد که:

۱- دو  $pH$  به درستی به دست آمده باشد

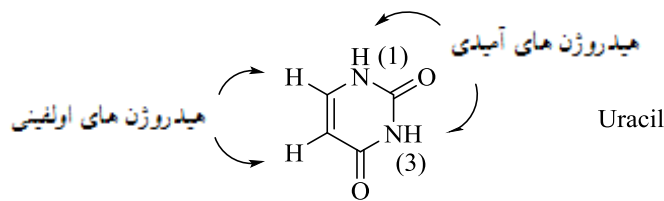
۲- تنها یک  $pH$  صحیح به دست آمده باشد اما کلیه قسمت های پاسخ جز به دست آوردن جواب دوم دستگاه درست باشد.



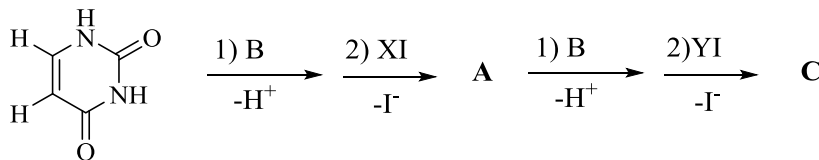
توجه: پاسخ سوال ۵ را در انتهای سوال در بخش "پاسخ نامه سوال ۵" بنویسید.

سوال ۵- (۱۴ نمره)

- اوراسیل یک ترکیب آلی است که در ساختار اسیدهای نوکلئیک یافت می شود. اوراسیل دارای دو فرم کتو و انول است و فرم کتو آن که در زیر نشان داده شده است پایدارتر است. (در کلیه بخش های این سوال اوراسیل را به فرم کتو در نظر بگیرید)



از واکنش یک مول اوراسیل با یک مول از یک ترکیب آلی ید دار به فرمول کلی XI در مجاورت یک مول باز B در شرایط مناسب ترکیب A به دست می آید. فرض کنید در این مرحله، باز B فقط هیدروژن آمیدی (۱) را جدا می کند. وزن مولکولی ترکیب A معادل  $197 \text{ gmol}^{-1}$  است. نتایج اسپکتروسکوپی نشان می دهد در ترکیب A نسبت تعداد هیدروژنهای گروه (های) متیل به تعداد هیدروژن های متیلنی ( $\text{CH}_2$ ) ۱ به ۱ است ولی در این ترکیب گروه های متیل و  $\text{CH}_2$  مجاور هم نمی باشند. از واکنش ترکیب A با یک ترکیب آلی ید دار دیگر با فرمول کلی YI در مجاورت باز، ترکیب C به دست می آید. وزن مولکولی ترکیب C معادل  $301 \text{ gmol}^{-1}$  است.



نتیجه آنالیز عنصری ترکیب C به صورت زیر است:

$$\text{C} = 67/75 \% , \quad \text{H} = 7/69 \% , \quad \text{N} = 13/94 \% , \quad \text{O} = 10/62 \%$$

YI در ساختار خود دارای یک بخش آروماتیک است. در ترکیب C نسبت تعداد هیدروژن های اولفینی اوراسیل به هیدروژن های آروماتیک (هیدروژن هایی که مستقیماً به کربن های بخش آروماتیک متصل هستند) معادل ۱ به ۲ می باشد. وقتی یکی از هیدروژن های آروماتیک C در شرایط مشخصی با بروم جایگزین می شود فقط دو محصول M و N به دست می آیند. وقتی ترکیب C در شرایط مشخصی قرار می گیرد که به کمک کمپلکس های فلزی انجام می شود ترکیب D به دست می آید. در این واکنش بخش های X و Y در ساختار C تغییری نمی کنند. در ترکیب D نسبت تعداد هیدروژن های اولفینی اوراسیل به هیدروژن های بخش آروماتیک ۱ به ۴ می باشد. وقتی یکی از هیدروژن های اولفینی در D در شرایط مشخصی با بروم جایگزین می شود دو محصول به دست می آید. نتیجه آنالیز عنصری ترکیب D به صورت زیر است:

$$\text{C} = 67/98 \% , \quad \text{H} = 7/38 \% , \quad \text{N} = 13/99 \% , \quad \text{O} = 10/65 \%$$

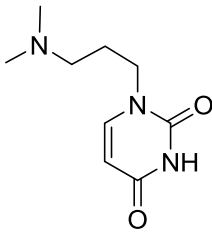
ساختار های A، C، M، N و D را در کادر های داده شده در بخش پاسخ نامه بنویسید.



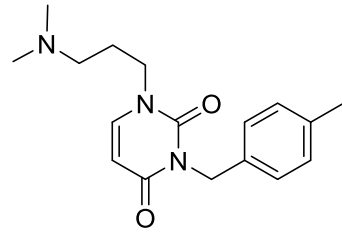
پاسخ نامه سوال ۵

به پاسخ هایی که در خارج از کادر یا در کادرهای اشتباه نوشته شود نمره ای تعلق نمی گیرد.

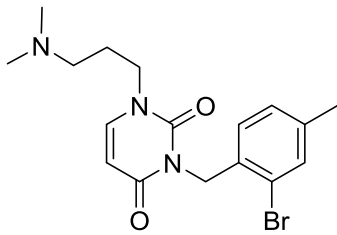
A ۴ نمره



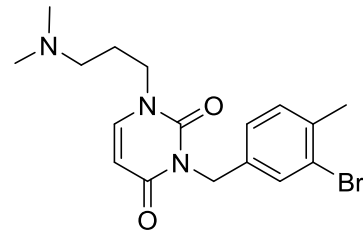
C ۴ نمره



M ۱ نمره



N ۱ نمره



D ۴ نمره

