



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



باشگاه دانش پژوهان جوان

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

دفترچه سوالات بیست و چهارمین دوره المپیاد شیمی

چند گزینه ای

تاریخ: ۱۰/۲/۱۳۹۳

تعداد سوالات

۴۰

کد دفترچه

۱

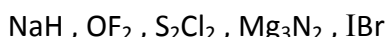
شماره صندلی

توضیحات مهم

استفاده از ماشین حساب مجاز است

۱. کد دفترچه شما یک است. این کد را با کدی که روی پاسخنامه نوشته شده است تطبیق دهید. در صورت وجود مغایرت، در اسرع وقت مسوول 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 هرگونه نقصی در دفترچه، در اسرع وقت مسوول جلسه را مطلع کنید.
۳. یک برگ پاسخنامه در اختیار شما قرار گرفته که مشخصات شما بر روی آن نوشته شده است. در صورت نادرست بودن آن، در اسرع وقت مسوول جلسه را مطلع کنید.
۴. برگه پاسخنامه را دستگاه تصحیح می‌کند، پس آن را تا نکبید و تمیز نگه دارید و بعلاوه پاسخ هر بررسی را با مداد مشکی نرم در محل مربوط علامت بزنید. لطفاً خانه مورد نظر را کلاً سیاه کنید.
۵. پاسخ درست به هر سوال چند گزینه‌ای ۷.۵ نمره مثبت و پاسخ نادرست به آن ۲.۵ نمره منفی دارد. به این ترتیب ارزش آزمون چند گزینه‌ای $40 \times 7.5 = 300$ نمره می‌باشد.
۶. همراه داشتن هرگونه کتاب، جزوه و جدول تناوبی عناصر مجاز نمی‌باشد.
۷. همراه داشتن لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه و لپ تاپ ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتی اگر از آن استفاده نکبید یا خاموش باشد، تقلب محسوب خواهد شد.
۸. آزمون مرحله دوم برای دانش‌آموزان سال اول دبیرستان صرفاً جنبه آزمایشی و آمادگی دارد و شرکت کنندگان در دوره تابستانی از بین دانش‌آموزان پایه دهم و سوم دبیرستان انتخاب می‌شوند.
۹. داوطلبانی می‌توانند دفترچه سوالات را با خود ببرند که تا پایان آزمون در جلسه حضور داشته باشند. در غیر این صورت دفترچه باید همراه پاسخنامه تحویل شود.

۱- در ترکیبات زیر ، کدام عناصر اعداد اکسایش یکسان ندارند؟



Cl , I (۴) O , Mg (۳) H , F (۲) Na , S (۱)

۲- A , B , C , D , E پنج عنصر با اعداد اتمی متوالی از عنصرهای گروه های اصلی جدول تناوبی هستند که E بزرگترین عدد اتمی را دارد. اگر کلرید عنصر D با فرمول DCl₃ یک مولکول قطبی باشد، کدام عبارت همواره درست است؟

(۱) D می تواند کلریدی به فرمول DCl₅ تشکیل دهد

(۲) همه عناصر فوق متعلق به یک دوره از جدول تناوبی هستند

(۳) هیدرید E با فرمول H₂E نقطه جوش بالایی دارد

(۴) A و B ترکیبی به فرمول A₃B₂ تشکیل می دهند

۳- به جدول زیر که مربوط به واکنش فرضی $3A(g) + B(g) \rightarrow C(g) + 2D(g)$ می باشد ، توجه کنید. ثابت سرعت این واکنش کدام است؟

شماره آزمایش	[A]	[B]	سرعت اولیه مصرف A (Ms ⁻¹)
۱	۰/۲	۰/۱	$1/44 \times 10^{-4}$
۲	۰/۲	۰/۲	$2/88 \times 10^{-4}$
۳	۰/۶	۰/۲	$25/92 \times 10^{-4}$

(۱) $1/2 \times 10^{-2}$ (۲) $3/6 \times 10^{-2}$ (۳) $2/4 \times 10^{-2}$ (۴) $7/2 \times 10^{-2}$

۴- کدام مقایسه نادرست است؟

(۱) قدرت بازی یون ها : پروپوکسید < ۳-کلروپروپانوات < ۲-کلروپروپانوات

(۲) pK_a : هیپوکلرو اسید < هیپرومواسید < هیدروبرومیک اسید

(۳) دومین انرژی یونش : $_{11}\text{Na} > _{13}\text{Al} > _{12}\text{Mg}$

(۴) pH آب خالص : $\text{H}_2\text{O} (t=90^\circ\text{C}) < \text{H}_2\text{O} (t=25^\circ\text{C}) < \text{H}_2\text{O} (t=2^\circ\text{C})$

۵- کدام عبارت درست است؟

(۱) ولتاژ سلول Mg-Ni با افزایش نسبت غلظت Mg^{2+} به Ni^{2+} افزایش می یابد

(۲) در برقکافت آب ، حجم گاز آزاد شده در قطب منفی دو برابر حجم گاز آزاد شده در قطب مثبت است

(۳) emf سلول الکتروشیمیایی Zn-H₂ از Al-H₂ بیشتر است

(۴) دیواره متخلخل در سلول گالوانی Cu-Ag ، از رفتن یون های Ag^+ به سمت قطب منفی جلوگیری می کند

۶- نیم واکنش کاتدی در فرایندهای مربوط به کدام گزینه به صورت $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e \rightleftharpoons 4OH^-(aq)$ نوشته می شود؟

- a. سوختن نوارمنیزیم b. سلول های سوختی c. تهیه Al به روش هال d. زنگ زدن آهن
- (۱) b, d (۲) a, b (۳) c, d (۴) a, d

۷- در برقکافت کدام الکترولیت (ها) در شرایط یکسان، تنها در آند، فراورده گازی تولید می شود؟

- a. محلول غلیظ NaCl b. محلول رقیق NaCl c. محلول آبی CuI_2
- d. محلول آبی $AgNO_3$ e. محلول آلومین در کریولیت مذاب
- (۱) a, b, d (۲) a, c, e (۳) e, d (۴) b, c

۸- از کدام واکنش می توان برای تهیه F_2 استفاده کرد؟

- (۱) برقکافت محلول غلیظ : $NaF + H_2O \rightarrow$
- (۲) $KMnO_4 + KF + H_2SO_4 \rightarrow$
- (۳) برقکافت : $KF + HF \rightarrow$
- (۴) $MnO_2 + HF \rightarrow$

۹- ΔH° واکنش $N_2O_4(g) + 3CO(g) \rightarrow N_2O(g) + 3CO_2(g)$ با در نظر گرفتن معلومات داده شده بر حسب کیلوژول در شرایط یکسان کدام است؟

$$\Delta H_f^\circ(CO) - \Delta H_f^\circ(CO_2) = 282/98 \text{ kJmol}^{-1}$$

$$\Delta H_f^\circ(N_2O) - \Delta H_f^\circ(N_2O_4) = 71/3 \text{ kJmol}^{-1}$$

- (۱) -۷۷۷/۶۴ (۲) +۳۵۴/۲۵ (۳) -۲۱۱/۶۸ (۴) -۹۲۰/۲۴

۱۰- ΔH_f° برحسب کیلوژول بر مول برای $CO_2(g)$ ، $CO(g)$ و $H_2O(g)$ به ترتیب برابر با $-۳۹۳/۵۱$ ، $-۱۱۰/۵۳$ و $-۲۴۱/۸۱$ می باشد. برای تامین گرمای واکنش گرماگیر $C(s) + H_2O(g) \rightarrow H_2(g) + CO(g)$ باید چند گرم کربن، $C(s)$ ، در شرایط یکسان و در فشار ثابت در اکسیژن بسوزد و $CO_2(g)$ تولید نماید؟ (از اتلاف هر گونه گرما صرف نظر شود) ($C = ۱۲$ ، $O = ۱۶$ ، $H = ۱$)

- (۱) ۴ (۲) ۳ (۳) ۲ (۴) ۱

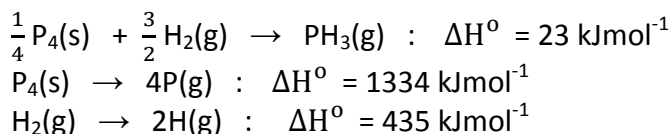
۱۱- از سوختن کامل ۱ مول مخلوط گازی دارای متان و بوتان در اکسیژن در دما و فشار ثابت، $1386/75$ کیلوژول گرما آزاد می شود. با توجه به آن، چند گرم آب از این واکنش سوختن حاصل می شود؟ آنتالپی سوختن متان و بوتان در شرایط مشابه به ترتیب برابر 890 - و 2877 - کیلوژول بر مول است. (کسری از ۱ مول مخلوط فوق از متان و بقیه از بوتان می باشد)

(۱) ۴۵ (۲) ۶۳ (۳) $76/5$ (۴) $49/5$

۱۲- تعادل $AB(s) \rightleftharpoons A(g) + B(g)$ از قرار دادن ۱ مول $AB(s)$ در یک ظرف به حجم ثابت $2/0$ لیتر در دمای مناسب حاصل شده است. اگر ثابت تعادل این واکنش در دمای آزمایش برابر با $0.090 \text{ mol}^2\text{L}^{-2}$ باشد، چند مول $AB(s)$ در تعادل باقی مانده است؟

(۱) 0.48 (۲) 0.70 (۳) 0.74 (۴) 0.40

۱۳- میانگین آنتالپی پیوند P-H در $PH_3(g)$ با در نظر گرفتن معلومات داده شده بر حسب کیلوژول بر مول کدام است؟

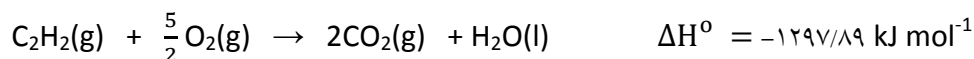


(۱) ۱۰۰۹ (۲) ۳۲۱ (۳) ۳۳۶ (۴) ۹۶۳

۱۴- وقتی ۱۰۰ گرم نقره با دمای $40/0^\circ C$ را در ۶۰ گرم آب با دمای $10/0^\circ C$ قرار دهیم، دمای تعادل برابر با $12/6^\circ C$ می شود. ظرفیت گرمای ویژه نقره بر حسب $J g^{-1}^\circ C^{-1}$ کدام است؟ (از اتلاف هر گونه گرما صرف نظر می شود. ظرفیت گرمای ویژه آب برابر با $4/18 J g^{-1}^\circ C^{-1}$ است).

(۱) 0.569 (۲) 0.119 (۳) 0.088 (۴) 0.238

۱۵- ΔH° سوختن استیلن در اکسیژن و ΔH_f° برای $CO_2(g)$ و $H_2O(l)$ بر حسب کیلوژول بر مول، در شرایط یکسان به ترتیب برابر با $1297/89$ -، $393/51$ - و $285/49$ - است. ΔH_f° استیلن در شرایط داده شده بر حسب کیلوژول بر مول کدام است؟



(۱) $+225/38$ (۲) $+618/89$ (۳) $-225/38$ (۴) $-618/89$

۱۶- واکنش گازی $2NO + 2H_2 \rightarrow N_2 + 2H_2O$ در ظرفی در حال انجام است. اگر در زمان ۳۰ ثانیه $16/8$ لیتر نیتروژن تولید شود و سرعت واکنش بر حسب مصرف هیدروژن یک مول بر لیتر بر دقیقه باشد، حجم ظرف چقدر است؟

(۱) $1/5$ لیتر (۲) ۲۵ میلی لیتر (۳) ۳ لیتر (۴) ۵۰ میلی لیتر

۱۷- محلول یک مولار اسید ضعیف HA با $pK_a = 6$ را صد برابر رقیق می کنیم. pH آن چگونه تغییر می کند؟

- (۱) یک واحد زیاد می شود
 (۲) دو واحد کم می شود
 (۳) دو واحد زیاد می شود
 (۴) یک واحد کم می شود

۱۸- کدام ترکیب تنها نقش اکسنده دارد؟

- (۱) Cl_2O_3 (۲) NO_2 (۳) SO_3 (۴) CO

۱۹- در سلول الکتروشیمیایی (Cu-Mg) در ازای خورده شدن چند در صد از آند، $1/28$ گرم بر وزن کاتد افزوده می شود؟ (وزن اولیه آند ۴۸ گرم است)

- (۱) ۴۸٪ (۲) ۱٪ (۳) ۲٪ (۴) ۸/۴٪

۲۰- انرژی نخستین یونش شش عنصر با عددهای اتمی متوالی در جدول تناوبی که با حروف A تا F مشخص شده اند به قرار زیر است:

A	B	C	D	E	F
۱۸۷	۲۴۰	۲۳۸	۲۹۷	۳۶۲	۹۹ kcal/mol

کدام یک از فرمول های زیر نشان دهنده یک مولکول کووالانسی با گشتاور دو قطبی صفر است؟

- (۱) CF_2 (۲) BD_3 (۳) AD_4 (۴) EC_2

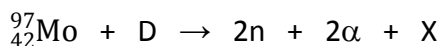
۲۱- کدام یون ها نمی توانند با هم در محلول وجود داشته باشند؟

- (۱) Ca^{2+} , Cl^- (۲) Cr^{2+} , MnO_4^- (۳) Fe^{3+} , $Cr_2O_7^{2-}$ (۴) Na^+ , Fe^{3+}

۲۲- مخلوطی از A و B را تا دمای معینی گرم می کنیم. اگر غلظت اولیه A، ۳ برابر غلظت اولیه B باشد و غلظت تعادلی C، ۱۰ در صد غلظت اولیه B باشد ثابت تعادل این واکنش کدام است؟ $(A + B \rightleftharpoons 2C)$

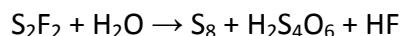
- (۱) ۰/۰۰۰۰۱ (۲) ۰/۰۰۳۵ (۳) ۰/۰۰۰۷ (۴) ۰/۰۰۰۰۱

۲۳- در واکنش هسته ای زیر عنصر مجهول X کدام است؟ (Mo مولیبدن، D دوتریم و n نوترون است)



- (۱) ${}^{89}_{39}\text{Y}$ (۲) ${}^{93}_{39}\text{Y}$ (۳) ${}^{89}_{41}\text{Nb}$ (۴) ${}^{93}_{41}\text{Nb}$

۲۴- پس از موازنه، مجموع ضرایب استوکیومتری در واکنش زیر کدام است؟

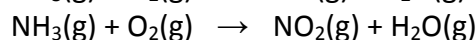
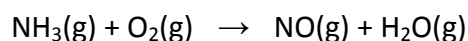


- (۱) ۲۸ (۲) ۷۵ (۳) ۲۶ (۴) ۹۱

۲۵- چگالی مخلوطی از گازهای He و N₂ در شرایط STP، ۰/۴۲۳ گرم بر لیتر است. درصد جرمی He در این مخلوط چقدر است؟ (N=۱۴، He=۴)

- (۱) ۴۵/۲ (۲) ۳۲/۶ (۳) ۱۹/۱ (۴) ۷۷/۲

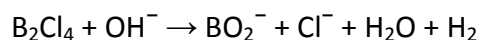
۲۶- واکنش NH₃(g) با O₂(g) به دو صورت زیر می تواند انجام شود (واکنش ها موازنه نیستند):



در یک آزمایش، ۶/۸۰ گرم NH₃ با ۵۰/۰ گرم O₂ در یک ظرف در بسته واکنش می دهد و پس از کامل شدن واکنش، ۲۹/۲ گرم O₂ باقی می ماند. چند درصد از جرم کل گازهای موجود در ظرف مربوط به گاز NO است؟ (O=۱۶، N=۱۴، H=۱).

- (۱) ۶/۵ (۲) ۱۵/۷ (۳) ۱۷/۹ (۴) ۵/۳

۲۷- پس از موازنه، نسبت ضریب استوکیومتری OH⁻ به B₂Cl₄ در واکنش زیر کدام است؟



- (۱) ۶ (۲) ۴ (۳) ۳ (۴) ۲

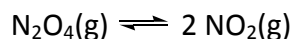
۲۸- اگر ۴۰/۰ میلی لیتر محلول نیتریک اسید با pH برابر با ۲/۵۰، با ۳۰/۰ میلی لیتر محلول سولفوریک اسید ۰/۰۰۱۰ مولار و ۲۰/۰ میلی لیتر محلول KOH ۰/۰۱۰ مولار مخلوط شود، pH محلول حاصل چقدر می شود؟

- (۱) ۱۰/۰۵ (۲) ۱۰/۶۸ (۳) ۱۰/۱۸ (۴) ۱۰/۴۸

۲۹- pH محلول ۰/۰۲۰ مولار H₃PO₄ در آب چقدر است؟ (pK_a = ۲/۱۵).

- (۱) ۱/۷۵ (۲) ۱/۹۲ (۳) ۲/۰۵ (۴) ۱/۷۰

۳۰- حجم ۳۴/۵ گرم مخلوط گازهای N₂O₄ و NO₂ (در حال تعادل) در شرایط STP برابر با ۸/۹۶ لیتر است. ثابت تعادل واکنش زیر در دمای صفر درجه سلسیوس چقدر است؟ (O=۱۶، N=۱۴).

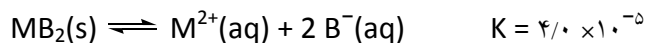
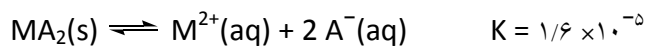


- (۱) ۸ × ۱۰^{-۴} (۲) ۳ × ۱۰^{-۴} (۳) ۷ × ۱۰^{-۳} (۴) ۲ × ۱۰^{-۳}

۳۱- اگر ۱/۷۵۰ گرم نمک Ag₂SO₄ به ۲۲۵/۰ میلی لیتر محلول ۰/۰۲۰۰ مولار BaCl₂ افزوده شود، چند گرم رسوب تشکیل می شود؟ (O=۱۶، S=۳۲، Cl=۳۵/۵، Ba=۱۳۷، Ag=۱۰۸).

- (۱) ۱/۸۵ (۲) ۲/۳۴ (۳) ۲/۹۲ (۴) ۱/۶۹

۳۲- با توجه به تعادل های زیر، اگر MA_2 و MB_2 جامد را به مقدار اضافی در یک ظرف حاوی آب خالص بریزیم، پس از برقراری تعادل غلظت M^{2+} در آب چند مول بر لیتر می شود؟ (مقداری MA_2 و MB_2 جامد در ته ظرف باقی مانده اند).

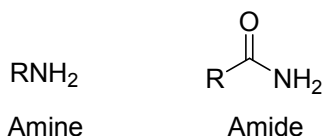


- (۱) ۰/۰۱۸ (۲) ۰/۰۳۷ (۳) ۰/۰۲۴ (۴) ۰/۰۳۰

۳۳- اگر به ۲۵۰/۰ میلی لیتر محلول ۰/۱۰۰ مولار $NaCH_3COO$ (سدیم استات)، ۱۰۰/۰ میلی لیتر محلول ۰/۲۵۰ مولار HCl افزوده شود، pH محلول حاصل کدام است؟ ($pK_a=4/76$ استیک اسید).

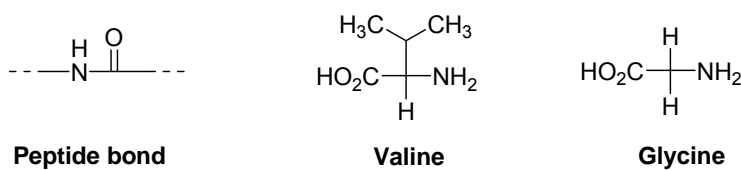
- (۱) ۳/۰۳ (۲) ۲/۸۸ (۳) ۲/۹۶ (۴) ۲/۷۹

۳۴- به طور کلی آمین هایی که در آب حل نمی شوند در محلول سولفوریک اسید رقیق حل می شوند اما آمید های نامحلول در آب در محلول سولفوریک اسید رقیق حل نمی شوند زیرا



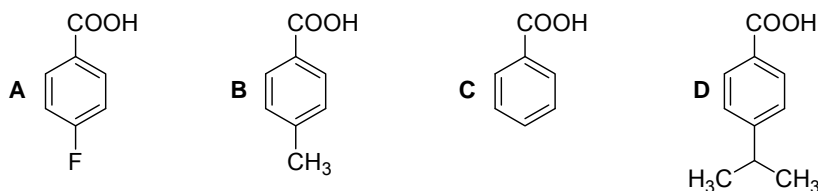
- (۱) آمیدها نسبت به آمین ها پیوندهای هیدروژنی محکم تری تشکیل می دهند
 (۲) آمید ها بازهای قوی تری از آمین های معادل هستند
 (۳) آمید ها بازهای ضعیف تری از آمین های معادل هستند
 (۴) آمین ها نسبت به آمید ها پیوندهای هیدروژنی محکم تری تشکیل می دهند

۳۵- یک پنتاپتید ($C_{10}H_{15}N_5O_5$) از کنار هم قرار گرفتن ۵ آمینو اسید گلی سین تشکیل شده است که از طریق ۵ پیوند پپتیدی به هم متصل شده اند. اگر یکی از ۵ آمینو اسید فوق با والین تعویض شود احتمال تشکیل چند پنتاپتید جدید وجود دارد؟ (شکل پیوند های پپتیدی در این پنتاپتید در پایین داده شده است)



- (۱) ۵ (۲) ۱ (۳) ۳ (۴) ۲

۳۶- قوی ترین اسید کدام است؟



- (۱) C (۲) B (۳) A (۴) D

۳۷- الکل A در اثر اکسایش به آلدهیدی با فرمول بسته $C_5H_{10}O$ تبدیل می شود. چند ساختار برای A محتمل است؟

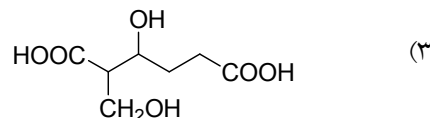
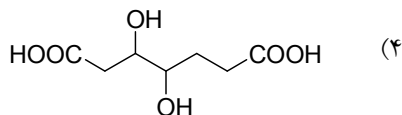
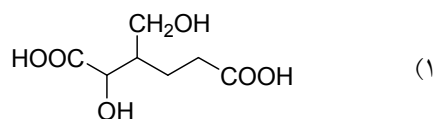
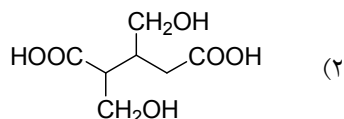
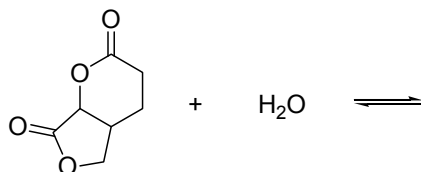
۲ (۴)

۳ (۳)

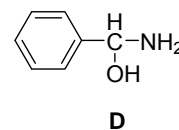
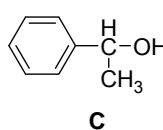
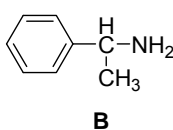
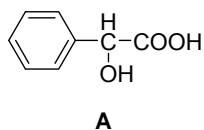
۴ (۲)

۵ (۱)

۳۸- استرها در اثر آبکافت، با آب به صورت برگشت پذیر واکنش می دهند. محصول آبکافت کامل ترکیب زیر در شرایط مناسب کدام است؟



۳۹- کدام یک از واکنش های زیر در شرایط مناسب با تشکیل نمک همراه است؟



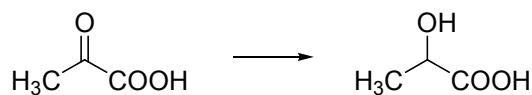
A+B (۴)

D+C (۳)

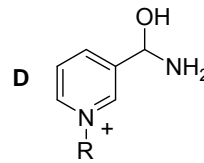
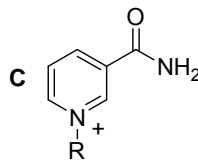
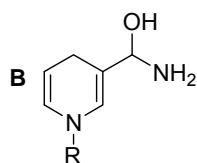
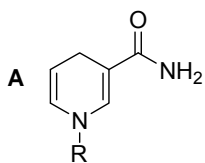
A+C (۲)

D+B (۱)

۴۰- یکی از واکنش های مهم بیوشیمیایی در زیر نشان داده شده است:



واکنش فوق با انجام یک تغییر شیمیایی در بخشی از ساختار یک آنزیم صورت می گیرد. کدام گزینه تغییر شیمیایی آنزیم را نشان می دهد؟



A → C (۴)

A → B (۳)

D → B (۲)

C → D (۱)

باسمه تعالی

جمهوری اسلامی ایران

وزارت آموزش و پرورش

مرکز ملی پرورش استعدادهای نوجوانان

و دانش پژوهان جوان



پانزدهمین روزگاری ایران

نام: _____
 نام خانوادگی: _____
 کد ملی: _____
 شماره صندلی: _____
 حوزه امتحانی: _____
 استان منطقه: _____

شماره پرونده: _____
 کد دفترچه: ۱

نام و نام خانوادگی خود را با دستخط بنویسید

نام خانوادگی	نام

شماره (0000000000)

صحيح كجى

تمام سلول مورد نظر مطابق نمونه صحيح پر شود.

۱	۲۶	۵۱	۷۶
۲	۲۷	۵۲	۷۷
۳	۲۸	۵۳	۷۸
۴	۲۹	۵۴	۷۹
۵	۳۰	۵۵	۸۰
۶	۳۱	۵۶	۸۱
۷	۳۲	۵۷	۸۲
۸	۳۳	۵۸	۸۳
۹	۳۴	۵۹	۸۴
۱۰	۳۵	۶۰	۸۵
۱۱	۳۶	۶۱	۸۶
۱۲	۳۷	۶۲	۸۷
۱۳	۳۸	۶۳	۸۸
۱۴	۳۹	۶۴	۸۹
۱۵	۴۰	۶۵	۹۰
۱۶	۴۱	۶۶	۹۱
۱۷	۴۲	۶۷	۹۲
۱۸	۴۳	۶۸	۹۳
۱۹	۴۴	۶۹	۹۴
۲۰	۴۵	۷۰	۹۵
۲۱	۴۶	۷۱	۹۶
۲۲	۴۷	۷۲	۹۷
۲۳	۴۸	۷۳	۹۸
۲۴	۴۹	۷۴	۹۹
۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰

سازگار با علاقه جوانان ۱۵-۴-۲-۱۰۰۴-۱۰۰۴

از تفسیر علاقه‌های دایره‌ای چهارگوشه پاسخنامه جدا خودداری نمایید



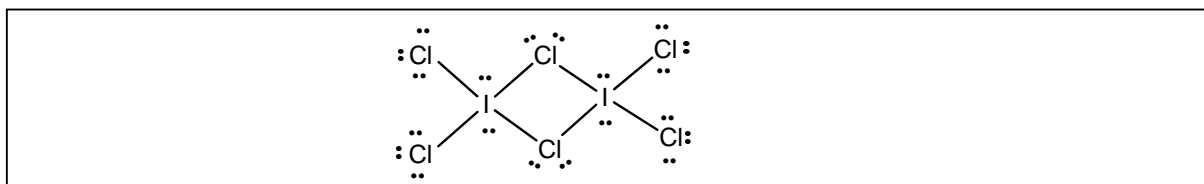
معاونت

این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

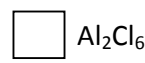
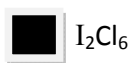
۱-۱) آلومینیم کلرید در فاز بخار با فرمول مولکولی Al_2Cl_6 وجود دارد. ICl_3 نیز می تواند مانند $AlCl_3$ ، مولکولی با فرمول I_2Cl_6 تشکیل دهد.

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

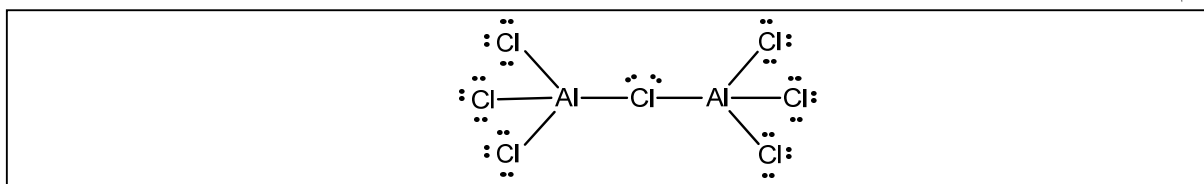
توجه: در این سوال، هرگونه اشتباهی در رسم ساختارهای لوویس موجب حذف کامل نمره می شود.



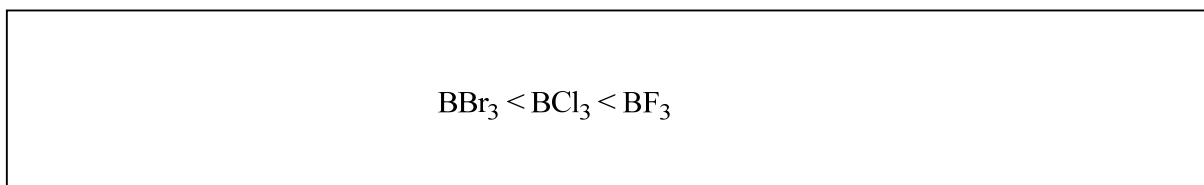
ب) کدام مولکول (ها) ساختار مسطح دارند؟ (۱/۵ نمره. پاسخ اشتباه نمره منفی دارد)



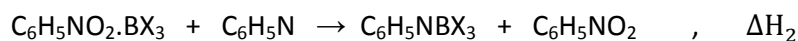
پ) آلومینیم می تواند گونه های یونی مختلفی تشکیل دهد. یکی از این گونه ها آنیون $Al_2Cl_7^-$ است. ساختار لوویس آن را با رعایت قاعده اکتت رسم کنید. (۱ نمره)



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 زیر آمده است:



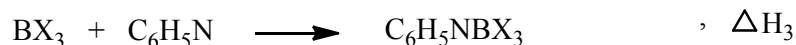
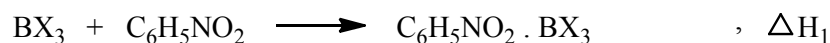
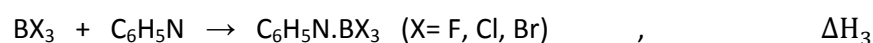


معاونت

این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

	BF ₃	BCl ₃	BBr ₃
ΔH ₁ (kcalmol ⁻¹)	-۶/۷	-۸/۷	-۱۲/۵
ΔH ₂ (kcalmol ⁻¹)	-۲۵/۰	-۳۰/۸	-۳۲/۰

ΔH₃ را برای واکنش های زیر محاسبه کنید و به کمک آن بور هالیدها را به ترتیب افزایش قدرت اسیدی دوباره مرتب کنید. (۲ نمره)



$$\Delta H_3 (\text{BF}_3) = -25.0 - 6.7 = -31.7 \text{ kcalmol}^{-1}$$

$$\Delta H_3 (\text{BCl}_3) = -8.7 - 30.8 = -39.5 \text{ kcalmol}^{-1}$$

$$\Delta H_3 (\text{BBr}_3) = -12.5 - 32.0 = -44.5 \text{ kcalmol}^{-1}$$



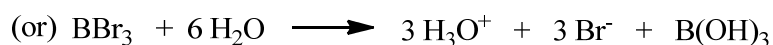
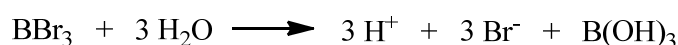
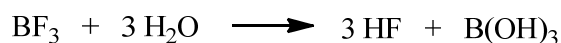
ترتیب قدرت اسیدی :



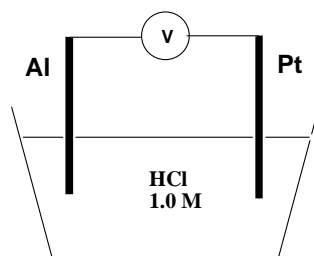
معاونت

این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

۴-۱) بورهالیدهای فوق با آب به شدت واکنش می دهند. معادله واکنش های BF_3 و BBr_3 را با آب بنویسید. (۲ نمره)

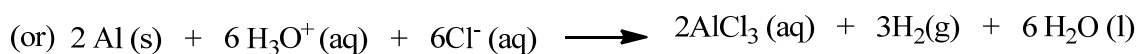
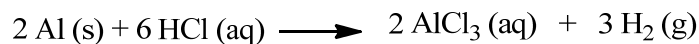


۵-۱) به سلول الکتروشیمیایی زیر توجه کنید:



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

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



$$E^\circ(\text{cell}) = E^\circ(\text{cathode}) - E^\circ(\text{anode}) = 0 - (-1.66) = 1.66$$



معاونت

این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

۲- (۱۰ نمره) یک مول از هریک از گازهای O_2 ، SO_2 ، SO_3 را در یک ظرف به حجم ثابت $10/0$ لیتر در دمای $800^\circ C$ قرار می دهیم تا تعادل
 $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$ برقرار شود. اگر مجموع مول های هر سه گاز در ظرف پس از برقرار شدن تعادل برابر با $2/75$ 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_2 بیشتر در جهت تشکیل SO_3 بیشتر

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

$[O_2] = 0.075$ $[SO_2] = 0.050$ $[SO_3] = 0.150$

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

$$K = 8.333 \times 10^{-3} \text{ molL}^{-1}$$

ت) هرگاه 5 مول SO_3 ، 2 مول SO_2 و 1 مول O_2 را در دمای داده شده در یک ظرف 5 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 $0/01$ مول بر لیتر است)

بلی خیر و در جهت تشکیل SO_3 بیشتر پیش خواهد رفت.

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 رفت در جهت برگشت

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؟ پاسخ = ۱

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

در دماهای بالاتر در دماهای پایین تر

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 $1/2$ برابر شود. آیا تعادل جا به جا خواهد شد یا نه؟

بلی و در جهت تشکیل بیشتر خیر



معاونت

این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

۳- سدیم بی کربنات و سدیم کربنات در آرد نانوائی مصرف می شوند.

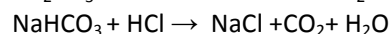
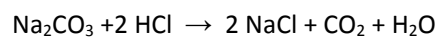
الف) برای تعیین مقدار سدیم کربنات و سدیم بی کربنات، مقدار ۱۰ گرم از نمونه آرد را در ۱۵۰ میلی لیتر آب مخلوط کرده و سپس به آن چند قطره فنول فتالین اضافه می کنیم. برای بی رنگ کردن محلول حاصل، به ۲/۰۰ میلی لیتر محلول HCl ۰/۱۰۰ مولار نیاز است. سپس به مخلوط بی رنگ حاصل چند قطره متیل نارنجی اضافه می کنیم و 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 فتالین 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 pKa برای H₂CO₃ برابر ۶/۳۰ است. Na=۲۳، H=۱، C=۱۲، O=۱۶).

$$\text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ جرم} = 2.12 \times 10^{-2} \text{ g} \quad (\text{۲ نمره}) \qquad \text{NaHCO}_3 \text{ جرم} = 5.04 \times 10^{-2} \text{ g} \quad (\text{۲ نمره})$$

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

$$0.002 \text{ L HCl} \times \frac{0.100 \text{ mol HCl}}{1.00 \text{ L HCl}} \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3}{1 \text{ mol HCl}} = 2.00 \times 10^{-4} \text{ mol Na}_2\text{CO}_3$$

$$0.010 \text{ L HCl} \times \frac{0.100 \text{ mol HCl}}{1.00 \text{ L HCl}} = 1.00 \times 10^{-3} \text{ mol HCl (total)}$$



$$n\text{NaHCO}_3 + 2 n\text{Na}_2\text{CO}_3 = 1.00 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n\text{NaHCO}_3 = 6.00 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$2.00 \times 10^{-4} \text{ mol Na}_2\text{CO}_3 \times \frac{106 \text{ g Na}_2\text{CO}_3}{1.0 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3} = 2.12 \times 10^{-2} \text{ g Na}_2\text{CO}_3$$

$$6.00 \times 10^{-4} \text{ mol NaHCO}_3 \times \frac{84 \text{ g NaHCO}_3}{1.0 \text{ mol NaHCO}_3} = 5.04 \times 10^{-2} \text{ g NaHCO}_3$$



معاونت

این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

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 = 10.08 (۳ نمره)

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

$$\begin{aligned} \text{pH} &= \text{p}K_a + \log \left[\frac{\text{CO}_3^{2-}}{\text{HCO}_3^-} \right] = \text{p}K_a + \log \frac{n \text{CO}_3^{2-}}{n \text{HCO}_3^-} \\ n \text{CO}_3^{2-} &= 0.40 \times 10^{-3} \text{ mol} - 1.00 \times 10^{-3} \text{ L} \times 0.1 \text{ M} = 0.30 \times 10^{-3} \text{ mol} \\ n \text{HCO}_3^- &= 0.40 \times 10^{-3} \text{ mol} + 1.00 \times 10^{-3} \text{ L} \times 0.1 \text{ M} = 0.50 \times 10^{-3} \text{ mol} \\ \text{pH} &= 10.30 + \log (0.3 / 0.5) = 10.08 \end{aligned}$$

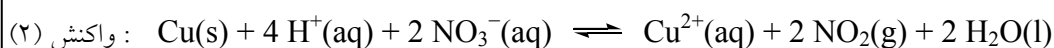
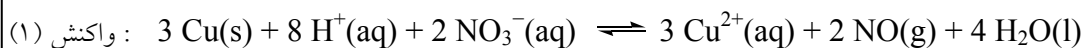
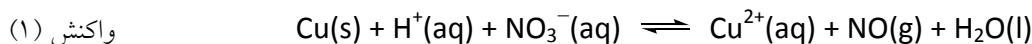


معاونت

این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

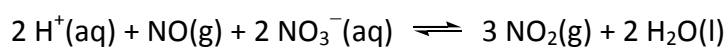
۴- در اثر واکنش فلز مس با محلول نیتریک اسید در آب، مخلوطی از گازهای NO و NO₂ آزاد می شود. نسبت مولی NO₂(g) به NO(g) به غلظت (مولاریته) نیتریک اسید بستگی دارد.

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



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:



(ثابت تعادل در ۲۵ درجه سلسیوس) $K = 9/7 \times 10^{-13}$

فرض کنید شرایط ظرف آزمایش و 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)

2.0



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

$$\begin{aligned} [\text{NO}_2] + [\text{NO}] &= 0.0410 & \Rightarrow & \quad 476 [\text{NO}_2] = 0.0410 \\ [\text{NO}] &= 475 [\text{NO}_2] & & \quad [\text{NO}_2] = 8.613 \times 10^{-5} \\ & & & \quad [\text{NO}] = 0.04091 \quad [\text{H}^+] = [\text{NO}_3^-] \end{aligned}$$

$$9.7 \times 10^{-13} = \frac{[\text{NO}_2]^3}{[\text{NO}][\text{H}^+]^2[\text{NO}_3^-]^2} = \frac{(8.613 \times 10^{-5})^3}{(0.04091) \times [\text{H}^+]^4}$$

$$\Rightarrow [\text{H}^+]^4 = 16.10 \quad [\text{H}^+] = 2.00$$

پ) در دمای ۲۵ درجه، ثابت تعادل واکنش (۲) دربخش (آ) برابر با $10^{+11} \times 1/3$ است. ثابت تعادل واکنش (۱) را در این دما محاسبه کنید.

ثابت تعادل واکنش (۱) = 6.1×10^{59} (۳ نمره)

راه حل پ: (۱ نمره)

$$K_1 = \frac{[\text{Cu}^{2+}]^3 [\text{NO}]^2}{[\text{H}^+]^8 [\text{NO}_3^-]^2} \quad K_2 = \frac{[\text{Cu}^{2+}] [\text{NO}_2]^2}{[\text{H}^+]^4 [\text{NO}_3^-]^2}$$

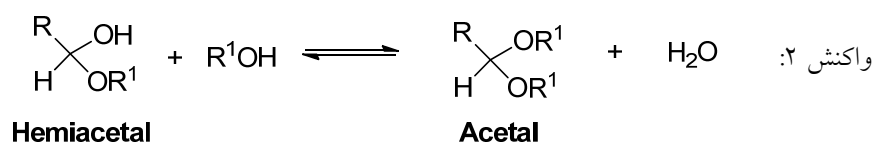
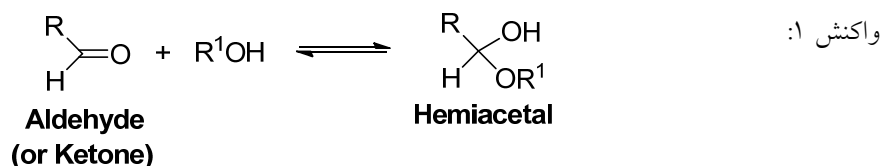
$$\frac{(K_2)^3}{K_1} = \frac{[\text{Cu}^{2+}]^3 [\text{NO}_2]^6 [\text{H}^+]^8 [\text{NO}_3^-]^2}{[\text{Cu}^{2+}]^3 [\text{NO}]^2 [\text{H}^+]^{12} [\text{NO}_3^-]^6} = \frac{[\text{NO}_2]^6}{[\text{NO}]^2 [\text{H}^+]^4 [\text{NO}_3^-]^4} = (K)^2$$

$$K_1 = \frac{(K_2)^3}{(K)^2} = \frac{(8.3 \times 10^{11})^3}{(9.7 \times 10^{-13})^2} = 6.1 \times 10^{59}$$

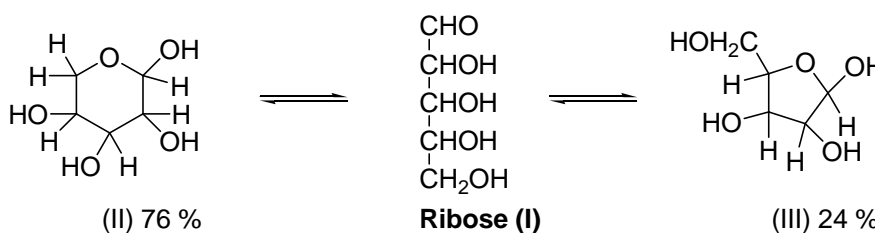
$$K_1 = 6.1 \times 10^{59}$$



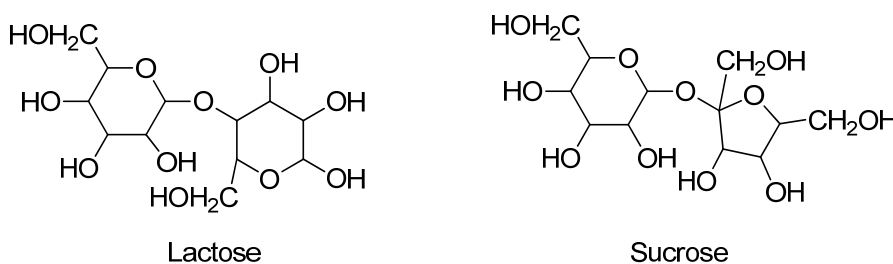
۵- از واکنش یک مول آلدهید (یا کتون) و یک مول الکل در شرایط مناسب ترکیبی به نام همی استال به دست می آید. اگر در این واکنش از دو مول الکل استفاده شود، همی استال در حضور مقدار اضافی الکل به استال تبدیل می شود که نسبت به همی استال پایدارتر است. تشکیل همی استال و استال برگشت پذیر است و در شرایط مناسب می توان استال را در حضور آب مطابق واکنش های زیر به آلدهید (یا کتون) و الکل اولیه تبدیل کرد:



قندها (ساکاریدها) ترکیباتی هستند که در ساختار آن ها هم گروه عاملی آلدهیدی (یا کتونی) و هم گروه عاملی الکلی وجود دارد و در شرایط مناسب تشکیل همی استال می دهند. به عنوان مثال قند ریبوز به شکل های همی استالی زیر وجود دارد:



بعضی از قندها ساختارهای پیچیده تری دارند. به عنوان مثال می توان به لاکتوز و ساکارز اشاره کرد:



ریبوز مثالی از یک مونوساکارید و لاکتوز و ساکارز مثال هایی از دی ساکارید ها هستند.

در جای خالی مناسب علامت ضربدر بگذارید.

الف) در ساختار ساکارز گروه عاملی همی استالی استالی هردو وجود دارند. (۱ نمره)

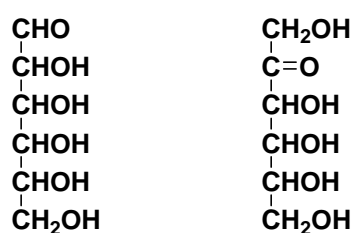
ب) در ساختار لاکتوز گروه عاملی همی استالی استالی هردو وجود دارند. (۱ نمره)



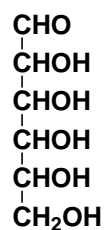
معاونت

این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

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)

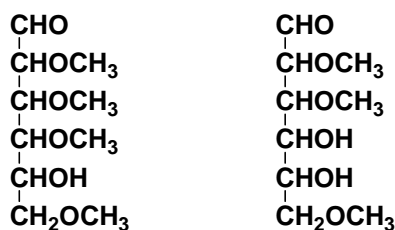




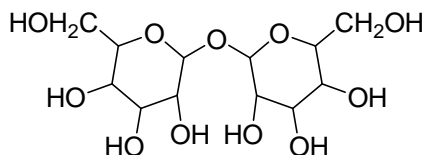
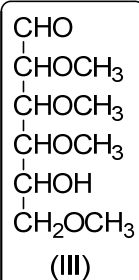
معاونت

این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

ث) اگر لاکتوز ابتدا متیل دار شود، یعنی همه گروه های OH در آن به OCH₃ 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 ریپوز (I) رسم کنید. (۲ نمره)



ج) ترهالوز (C₁₂H₂₂O₁₁) 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)



پاسخنامه تشریحی مرحله دوم بیست و چهارمین المپیاد شیمی
تهیه و تنظیم: صادق یعقوب نژاد و محمد علی رضایت
۱-گزینه د



۲-گزینه ب

عنصر D می تواند به گروه ۱۵ یا ۱۷ تعلق داشته باشد. پس عناصر A تا E به یک دوره از جدول تناوبی تعلق دارند.

۳-گزینه الف

بر اساس معادله واکنش سرعت واکنش $\frac{1}{3}$ سرعت مصرف A می باشد. با توجه به جدول ارائه شده سرعت واکنش از رابطه زیر بدست می آید:

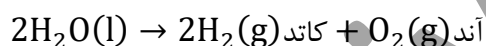
$$R = k[A]^2[B] \rightarrow \frac{1.44 \times 10^{-4}}{3} = k \times 0.2^2 \times 0.1 \rightarrow k = 0.012$$

۴-گزینه ب

هر چقدر مقدار pK_a افزایش یابد مقدار قدرت اسیدی کاهش می یابد. در حالیکه به دلیل الکترونگاتیوی بیشتر کلر نسبت به برم قدرت اسیدی هیپو کلرو از هیپو برم می باشد

۵-گزینه ب

واکنش الکترولیز آب:



همان طور که از واکنش پیداست. حجم گاز هیدروژن تولیدی در قطب منفی (کاتد) دو برابر حجم گاز اکسیژن تولیدی در قطب مثبت (آند) می باشد

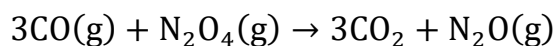
۶-گزینه الف

۷-گزینه ج

آند همان قطب مثبت و کاتد قطب منفی می باشد. در محلول غلیظ NaCl در آند گاز کلر و در کاتد گاز هیدروژن تولید می شود. در محلول رقیق NaCl در آند گاز اکسیژن و در کاتد گاز هیدروژن تولید می شود. در محلول آبی CuI_2 در کاتد مس و در آند بد تولید می شود. در محلول AgNO_3 در کاتد نقره و در آند گاز اکسیژن تولید می شود. در محلول آلومین در کریولیت مذاب در کاتد آلومینیوم و در آند گاز دی اکسید کربن تولید می شود

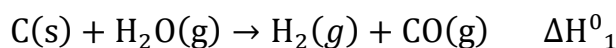
۸-گزینه ج

اولین بار فلئوئور از الکترولیز مخلوط HF و KF بدست آمد



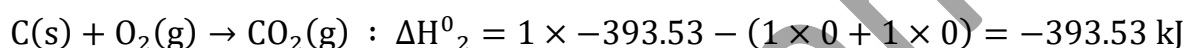
$$\begin{aligned} \rightarrow \Delta H^0 &= (\Delta H_f^0(\text{N}_2\text{O}) + 3 \times \Delta H_f^0(\text{CO}_2)) - (3 \times \Delta H_f^0(\text{CO}) + \Delta H_f^0(\text{N}_2\text{O}_4)) \\ &= -3 \times 282.98 + 71.3 = -777.64 \text{ kJ} \end{aligned}$$

۱۰- گزینه الف



$$\Delta H^0_1 = \sum \Delta H_f^0 \text{ واکنش دهند ه ها} - \sum \Delta H_f^0 \text{ فرآوردهها}$$

$$\rightarrow \Delta H^0_1 = (1 \times 0 + 1 \times -110.53) - (1 \times 0 + 1 \times -241.81) = 131.28 \text{ kJ}$$



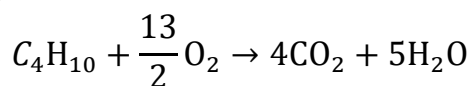
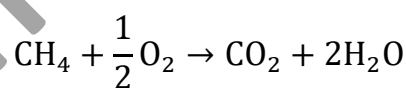
$$x \text{ g C} \times \frac{-393.53 \text{ kJ}}{12 \text{ g C}} = 131.28 \text{ kJ} \rightarrow x = 4 \text{ g C}$$

۱۱- گزینه د

$$x = \text{مول متان} \quad y = \text{مول بوتان} \rightarrow x + y = 1 \quad \text{(I)}$$

$$x \text{ mol متان} \times \frac{890 \text{ kJ}}{1 \text{ mol متان}} = 890x \text{ kJ} \quad y \text{ mol بوتان} \times \frac{2877 \text{ kJ}}{1 \text{ mol متان}} = 2877y \text{ kJ}$$

$$\rightarrow 890 \times x + 2877 \times y = 1386.75 \quad \text{(II)} \rightarrow \text{(I), (II): } x = 0.75 \quad y = 0.25$$



$$\begin{aligned} \rightarrow \text{mol H}_2\text{O} &= 0.75 \times 2 + 5 \times 0.25 = 2.75 \rightarrow 2.75 \text{ mol H}_2\text{O} \times \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} \\ &= 49.5 \text{ g H}_2\text{O} \end{aligned}$$

۱۲- گزینه د



پاسخنامه تشریحی مرحله دوم بیست و چهارمین المپیاد شیمی

تهیه و تنظیم: صادق یعقوب نژاد و محمد علی رضایت

$$1 - x \quad x \quad x$$

$$K = [A] \times [B], [A] = [B] \rightarrow [A] = \sqrt{0.09} = 0.3 \text{ مولار}$$

$$0.3 \frac{\text{mol A}}{\text{L}} \times 2 \text{ L} = 0.6 \text{ mol A} \rightarrow 1 - x = 1 - 0.6 = 0.4 \text{ mol AB(s)}$$

۱۳- گزینه ب

$$\begin{aligned} 23 &= \Delta H_{\text{P-P}}^0 + \Delta H_{\text{H-H}}^0 - \Delta H_{\text{P-H}}^0 = \frac{1}{4} \times 1334 + \frac{3}{2} \times 435 - 3 \times \Delta H_{\text{P-H}}^0 \rightarrow \Delta H_{\text{P-H}}^0 \\ &= 321 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \end{aligned}$$

۱۴- گزینه د

$$\begin{aligned} 100 \times C_{\text{Ag}} \times (12.6 - 40) + 60 \times 4.18 \times (12.6 - 10) &= 0 \rightarrow C_{\text{Ag}} \\ &= 0.238 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{C}^{-1} \end{aligned}$$

۱۵- گزینه الف

$$\begin{aligned} \Delta H^0_{\text{سوختن}} &= \sum \Delta H_f^0 \text{ فرآوردهها} - \sum \Delta H_f^0 \text{ واکنش دهنده ها} \\ -1297.89 &= 2 \times -393.51 - 285.49 - (\Delta H_f^0(\text{C}_2\text{H}_2) + 0) \rightarrow \Delta H_f^0(\text{C}_2\text{H}_2) \\ &= +225.38 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \end{aligned}$$

۱۶- گزینه ج

سرعت تولید نیتروژن بر اساس معادله واکنش نصف سرعت مصرف هیدروژن می باشد پس خواهیم داشت:

$$\overline{R}_{\text{N}_2} = \frac{1}{2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \rightarrow \Delta[\text{N}_2] = 0.5 \text{ min} \times \frac{1}{2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} = 0.25 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

با در نظر گرفتن شرایط STP:

$$\rightarrow 0.25 = \frac{16.8 \text{ L N}_2 \times \frac{1 \text{ mol N}_2}{22.4 \text{ L N}_2}}{V} \rightarrow V = 3 \text{ L}$$

۱۷- گزینه الف

پاسخنامه تشریحی مرحله دوم بیست و چهارمین المپیاد شیمی

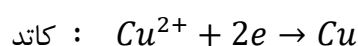
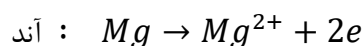
تهیه و تنظیم: صادق یعقوب نژاد و محمد علی رضایت

هر گاه محلولی شامل اسید ضعیف HA را به میزان 10^n مرتبه رقیق نماییم. pH محلول به میزان $\frac{n}{2}$ افزایش می یابد.

۱۸- گزینه ج

در گونه ای که در آن اتم مرکزی بالاترین درجه اکسایش ممکن را دارا می باشد. آن گونه تنها نقش اکسند را خواهد داشت. عدد اکسایش گوگرد در ترکیب SO_3 ماکزیمم مقدار خود یعنی +۶ می باشد.

۱۹- گزینه ب



$$1.28 \text{ g Cu} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{64 \text{ g Cu}} \times \frac{1 \text{ mol Mg}^{2+}}{1 \text{ mol Cu}} \times \frac{24 \text{ g Mg}^{2+}}{1 \text{ mol Mg}^{2+}} = 0.48 \text{ g Mg}^{2+} \rightarrow \frac{0.48}{48} \times 100 = 1\%$$

۲۰- گزینه ج

به دلیل کاهش شدید انرژی نخستین یونش از E به F می توان نتیجه گرفت که F به گروه اول جدول تناوبی تعلق دارد. پس عناصر به ترتیب به گروه ۴ تا ۱ اصلی تعلق دارند. AD_4 دارای ساختار چهاروجهی بوده در نتیجه ناقطبی می باشد.

۲۱- گزینه ب

پرمنگنات یک اکسند قوی می باشد و سبب کاهش یون Cr^{2+} می شود.

۲۲- گزینه ب

B: $[B]_0$ غلظت اولیه

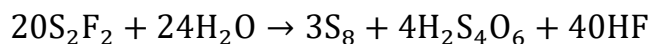
بعد از برقراری تعادل:



$$2x = 0.1[B]_0 \rightarrow x = 0.05[B]_0$$

$$\rightarrow K = \frac{[C]^2}{[A][B]} = \frac{0.1^2[B]_0^2}{(2.95[B]_0)(0.95[B]_0)} = 0.0035$$

۲۳- گزینه الف



۲۵-گزینه ب

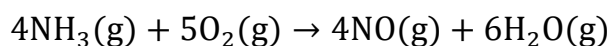
تعداد مول گاز هلیوم و نئون را به ترتیب برابر با X و Y در نظر می‌گیریم و فرض می‌کنیم ۱ لیتر از مخلوط مورد نظر داریم. خواهیم داشت:

$$1L \text{ مخلوط} \times 0.423 \frac{g}{L} \text{ مخلوط} = 0.423 g \text{ مخلوط} \rightarrow 4x + 28y = 0.423$$

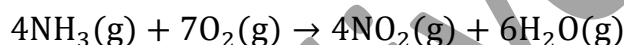
$$1 L \text{ مخلوط} \times \frac{1 mol \text{ مخلوط}}{22.4 L \text{ مخلوط}} = 0.0446 mol \text{ مخلوط} \rightarrow x + y = 0.0446$$

$$\rightarrow x = 0.0344 \quad , \quad y = 0.0101 \rightarrow \%He = \frac{0.0344 \times 4}{0.423} \times 100 = 32.5\%$$

۲۶-گزینه د



$$x \text{ mol } NH_3 \times \frac{5 \text{ mol } O_2}{4 \text{ mol } NH_3} = 1.25x \text{ mol } O_2$$

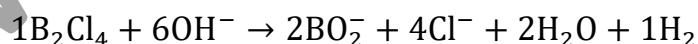


$$y \text{ mol } NH_3 \times \frac{7 \text{ mol } O_2}{4 \text{ mol } NH_3} = 1.75y \text{ mol } O_2$$

$$\rightarrow (x + y) \times 17 = 6.8 \quad (1.25x + 1.75y) \times 32 = 20.8 \rightarrow x = 0.1 \quad y = 0.3$$

$$\rightarrow 0.1 \text{ mol } NH_3 \times \frac{4 \text{ mol } NO}{4 \text{ mol } NH_3} = 0.1 \text{ mol } NO \rightarrow 0.1 \times 30 = 3 \text{ g } NO \rightarrow \%NO = \frac{3}{50 + 6.8} \times 100 = 5.3\%$$

۲۷-گزینه الف



۲۸-گزینه ج

$$\text{HNO}_3, \text{pH} = 2.5, V = 40 \text{ ml} \rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-2.5} \rightarrow \text{mol H}^+ = 10^{-2.5} \times 0.04 \\ = 1.26 \times 10^{-4}$$

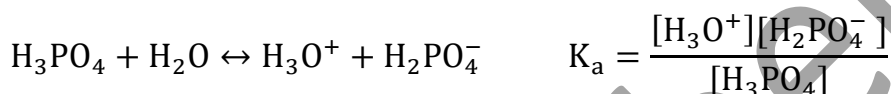
$$\text{H}_2\text{SO}_4, [\text{H}_2\text{SO}_4] = 0.001, V = 30 \text{ ml} \rightarrow [\text{H}^+] = 2 \times 0.001 \rightarrow \text{mol H}^+ \\ = 0.002 \times 0.03 = 6 \times 10^{-5}$$

$$\text{KOH}, [\text{KOH}] = 0.01, V = 20 \text{ ml} \rightarrow [\text{OH}^-] = 0.01 \rightarrow \text{mol OH}^- = 0.01 \times 0.02 \\ = 2 \times 10^{-4}$$

$$\rightarrow [\text{OH}^-] = \frac{\text{mol OH}^-}{V} = \frac{2 \times 10^{-4} - (6 \times 10^{-5} + 1.26 \times 10^{-4})}{0.03 + 0.02 + 0.04} = 1.55 \times 10^{-4}$$

$$\text{pOH} = -\log(1.55 \times 10^{-4}) = 3.8 \rightarrow \text{pH} = 14 - 3.8 = 10.18$$

۲۹-گزینه ج



به دلیل ضعیف بودن اسید از تفکیک بیشتر اسید صرف نظر می شود و می توان نوشت:

$$[\text{H}_3\text{PO}_4] = 0.02 - [\text{H}_3\text{O}^+] \quad [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{H}_2\text{PO}_4^-]$$

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{H}_2\text{PO}_4^-]}{[\text{H}_3\text{PO}_4]} \rightarrow 7.08 \times 10^{-3} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{0.02 - [\text{H}_3\text{O}^+]} \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 0.0088 \rightarrow \text{pH} \\ = 2.055$$

۳۰-گزینه الف

تعداد مول NO_2 و N_2O_4 را به ترتیب برابر x و y در نظر می گیریم

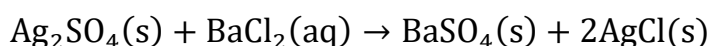
$$\text{STP: } (x + y) \times 22.4 = 8.96$$

$$92 \times x + 46 \times y = 34.5$$

$$\rightarrow x = 0.35 \quad y = 0.05 \rightarrow [\text{N}_2\text{O}_4] = \frac{0.35}{8.96} = 0.04 \quad [\text{NO}_2] = \frac{0.05}{8.96} = 5.58 \times 10^{-3}$$

$$K = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = 7.98 \times 10^{-4} \approx 8 \times 10^{-4}$$

۳۱-گزینه ب



از آنجاییکه:

$$\frac{mol}{ضریب} \rightarrow BaCl_2 < Ag_2SO_4$$

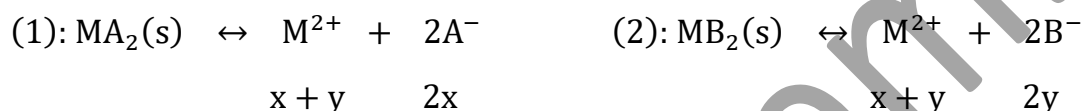
نتیجه می گیریم که $BaCl_2$ محدود کننده می باشد

$$(0.225 \times 0.02) \text{ mol } BaCl_2 \times \frac{1 \text{ mol } BaSO_4}{1 \text{ mol } BaCl_2} \times \frac{233 \text{ g } BaSO_4}{1 \text{ mol } BaSO_4} = 1.0485 \text{ g } BaSO_4$$

$$(0.225 \times 0.02) \text{ mol } BaCl_2 \times \frac{2 \text{ mol } AgCl}{1 \text{ mol } BaCl_2} \times \frac{143.5 \text{ g } AgCl}{1 \text{ mol } BaSO_4} = 1.2915 \text{ g } AgCl$$

$$\text{جرم رسوب: } 1.2915 + 1.0485 = 2.34 \text{ g}$$

۳۲-گزینه د



$$(1): (x + y) \times (2x)^2 = 1.6 \times 10^{-5} \quad (2): (x + y) \times (2y)^2 = 4 \times 10^{-5}$$

$$\rightarrow \frac{(2)}{(1)} \rightarrow \frac{y^2}{x^2} = 2.5, \quad y = 1.58x$$

$$\rightarrow (2): (x + y) \times (2y)^2 = (x + 1.58x) \times (2 \times 1.58x)^2 = 4 \times 10^{-5} \rightarrow x = 0.01158, y = 0.0183$$

$$\rightarrow [M^{2+}] = x + y \approx 0.03$$

۳۳-گزینه ج



$$mmol \text{ NaCH}_3\text{COO} = 0.1 \times 250 = 25 \quad mmol \text{ HCl} = 0.25 \times 100 = 25$$

واکنش به طور کامل انجام می شود و محدود کننده نداریم.

$$25 \text{ mmol HCl} \times \frac{1 \text{ mmol CH}_3\text{COOH}}{1 \text{ mmol HCl}} = 25 \text{ mmol CH}_3\text{COOH}$$

$$[CH_3COOH] = \frac{25}{100 + 250} = 0.0714 \rightarrow pC_a = 1.146$$

pH اسید های ضعیف را می توان از رابطه زیر بدست آورد:

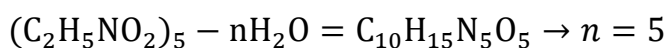
$$pH = \frac{1}{2}(pK_a + pC_a) = \frac{1}{2}(4.76 + 1.146) = 2.96$$

۳۴-گزینه ج

پاسخنامه تشریحی مرحله دوم بیست و چهارمین المپیاد شیمی
تهیه و تنظیم: صادق یعقوب نژاد و محمد علی رضایت
در آمیدها گروه کربونیل مجاور نیتروژن خاصیت الکترون کشندگی دارد و از طرفی پیوند دوگانه گروه کربونیل با الکترون های منفرد نیتروژن در رزونانس می باشند. در نتیجه قدرت بازی آمیدها کمتر از آمین ها می باشد.

۳۵- گزینه ب

به ازای تشکیل هر پیوند پپتیدی یک مولکول آب از ساختار مولکول حذف می شود. از طرفی فرمول مولکولی گلیسین به صورت $C_2H_5NO_2$ می باشد. در صورتی که تعداد پیوند پپتیدی را با n نشان دهیم خواهیم داشت:



در صورتی که پنتاپپتید مورد نظر به صورتی خطی می بود باید ۴ پیوند پپتیدی می داشتیم. وجود ۵ پیوند پپتیدی بیانگر حلقوی بودن پنتاپپتید مورد نظر می باشد. در ساختار حلقوی نیز با جایگزین کردن یک آمینو اسید تنها یک ساختار خواهیم داشت.

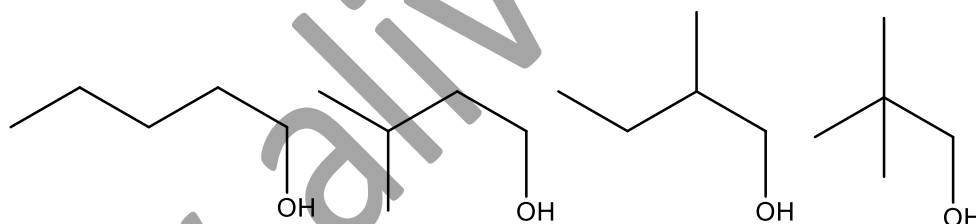
۳۶- گزینه ج

وجود گروه های الکترون دهنده مانند آلکیل ها بر روی حلقه بنزن قدرت اسیدی را کاهش می دهد و وجود گروه های الکترون کشنده مانند هالوژن ها بر روی حلقه بنزن قدرت اسیدی را افزایش می دهد.

۳۷- گزینه ب

تنها الکل های نوع اول در اثر اکسایش به آلدهید تبدیل می شوند

ساختار های محتمل برای A



۳۸- گزینه الف

۳۹- گزینه د

آمین ها خاصیت بازی دارند و در واکنش با اسید های آلی تشکیل نمک می دهند

۴۰- گزینه د

در طی واکنش H^+ از آنزیم دریافت می شود و تنها در تبدیل گزینه ۴ آنزیم H^+ آزاد می کند