جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش

ماخ

دفترچه سوالات به همراه پاسخ تستی
مرحله دوم
بیست و پنجمین دوره‌ی المپیاد شیمی سال ۱۳۹۳

تعداد سوالات		مدت آزمون (دقیقه)
سوالات چند گزینه‌ای	مساله‌های تشریحی	
۴۰	۵	۱۵۰

توضیحات مهم

استفاده از ماشین حساب آزاد است.

تذکرات آزمون:

ضمن آرزوی موفقیت برای شما دانش‌پژوه گرامی، خواهشمند است قبل از پاسخ به سؤالات آزمون به موارد زیر توجه کنید:

- این آزمون شامل **۴۰ پرسش چهارگزینه‌ای و ۵ مسأله‌ی تشریحی** و وقت آن **۱۵۰ دقیقه** است.
- پاسخ درست به هر سؤال ۳ نمره‌ی مثبت و پاسخ غلط یک نمره‌ی منفی دارد.
- در هر سؤال از میان گزینه‌های داده‌شده دقیقاً یک گزینه پاسخ صحیح است.
- استفاده از ماشین‌حساب در این آزمون مجاز است.
- استفاده از جدول تناوبی عناصر در این آزمون مجاز **نیست**.
- همراه داشتن تلفن همراه (حتی خاموش) در طول زمان آزمون مجاز **نیست**.
- فقط داوطلبانی می‌توانند دفترچه‌ی سؤالات را با خود ببرند که تا پایان آزمون در جلسه حضور داشته باشند.
- پاسخنامه‌ی تستی این آزمون توسط **کمیته‌ی علمی ماخ** تهیه شده است.

www.MAAKH.ir

کلیه حقوق این سوالات برای ماخ محفوظ است.

۱- ماخ در کدام گزینه شکل هندسی همه گونه‌ها یکسان نیست؟

الف) $SO_3, CH_3^+, CO_3^{2-}, NO_3^-$ ب) N_2O, NO_2^+, XeF_2, HCN

ج) $SnCl_2, NH_2^-, SF_2, ClF_2^+$ د) $BrF_4^-, PH_4^+, ClO_4^-, TeCl_4$

۲- ماخ یکی از اکسیدهای کربن، تری‌کربن‌دی‌اکسید با نقطه جوش $6^\circ C$ است. کدام عبارت درباره این مولکول درست است؟

الف) طول پیوند کربن- اکسیژن در این مولکول از طول پیوند کربن- اکسیژن در یون کربنات، بلندتر است.

ب) دارای چهار پیوند دوگانه است.

ج) دارای چهار زاویه پیوند با هم برابر است.

د) شش جفت الکترون ناپیوندی دارد.

۳- ماخ با جرم‌های مساوی، حجم کدام‌یک از گونه‌های HDO, H_2O, D_2O کمتر است؟

الف) HDO ب) H_2O ج) D_2O د) با هم برابرند

۴- ماخ کدام نیم واکنش نادرست است؟

الف) آندی در برقکافت محلول بسیار غلیظ KF در آب $2F^- \rightarrow F_2 + 2e^-$

ب) آندی در برقکافت محلول $0/1\,M$ سولفوریک اسید $6H_2O \rightarrow O_2 + 4H_3O^+ + 4e^-$

ج) کاتدی در روش هال $Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$

د) کاتدی در سلول سوختی $H_2O + O_2 + 4e^- \rightarrow 4OH^-$

۵- ماخ مولکول حلقوی $(NPCl_2)_3$، یک حلقه شش عضوی متقارن از اتم‌های N و P دارد که در آن طول پیوند نیتروژن- فسفر به طور قابل ملاحظه‌ای از طول پیوند یگانه نیتروژن- فسفر، کمتر است. کدام عبارت درباره این مولکول درست است؟

الف) زاویه پیوند PNP از ۱۰۹ درجه کمتر است.

ب) سه پیوند فسفر- کلر و سه پیوند نیتروژن- کلر دارد.

ج) نسبت تعداد جفت الکترون‌های ناپیوندی به جفت‌های پیوندی، ۷ به ۵ است.

د) ساختار مسطح با ۱۵ جفت پیوندی دارد.

۶- ماخ تعداد پیوندهای دوگانه در ترکیباتی با فرمول تجربی $(HNO)_n$ با جرم‌های مولکولی ۳۱ (نیتروکسیل) و ۶۲ (هیپونیترو اسید) و همچنین HN_3 (سیکلو تری آزن) به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

الف) ۱، ۱، ۱ ب) ۰، ۱، ۲ ج) ۱، ۲، ۱ د) ۱، ۱، ۲

۷- ماخ معادله‌های سرعت مربوط به سازوکار واکنش دو مرحله‌ای تجزیه آب اکسیژنه به صورت زیر است:

$$r_1 = k_1[H_2O_2][I^-]$$
$$r_2 = k_2[H_2O_2][IO^-]$$

کدام عبارت نادرست است:

الف) واکنش دارای دوپیچیده فعال و یک گونه حدواسط است.

ب) معادله واکنش مرحله اول به صورت $H_2O_2 + I^- \rightarrow H_2O + IO^-$ است.

ج) IO^- گونه حدواسط و I^- کاتالیزگر است.

د) با دو برابر کردن غلظت H_2O_2، سرعت واکنش چهار برابر می‌شود.

۸- آمونیاک موجود در محلول‌های تجاری شستشوی شیشه را می‌توان پس از تبدیل به یون آمونیم و رسوب‌دهی با هگزا کلروپلاتینیک اسید بصورت آمونیم هگزا کلروپلاتینات اندازه‌گیری کرد. پس از تجزیه نمک فوق با حرارت، پلاتین بجا مانده وزن می‌شود.

$$(NH_4)_2PtCl_6 \rightarrow Pt(s) + 2NH_3(g) + 2Cl_2(g)$$

اگر از دو میلی‌لیتر نمونه شیشه شور با چگالی ۰/۹ گرم بر میلی‌لیتر، پس از انجام مراحل فوق، ۰/۶۵ گرم پلاتین حاصل شود، برای تهیه ۱۰۰ میلی‌لیتر از محلول تجاری فوق چند گرم محلول ۲۵ درصد وزنی آمونیاک مصرف شده است؟ $(N = 14, Cl = 35/5, Pt = 195)$

الف) ۹/۹۶ ب) ۲۲/۶۷ ج) ۵/۶۷ د) ۲۵/۱۹

۹- حجم مشخصی از استیک اسید با ۵۰ گرم اتانول در شرایط مناسب واکنش می‌دهد. پس از کامل شدن واکنش، آب تولید شده می‌تواند ۸/۰۰ گرم مس (II) سولفات خشک را به مس (II) سولفات ۵ آبه تبدیل کند. جرم اتانول باقیمانده چقدر است؟

$(H = 1, C = 12, O = 16, S = 32 = Cu = 64)$

الف) ۳۸/۵ ب) ۱۹/۲ ج) ۲۸/۲ د) ۱۱/۵

۱۰- کدام‌یک از واکنش‌های موازنه‌نشده زیر، به صورتی که نوشته شده است انجام نمی‌شود؟

الف) $SiCl_4(l) + Mg(s) \rightarrow Si(s) + MgCl_2(s)$

ب) $C(s) + H_2O(g) \rightarrow CH_4(g) + CO_2(g)$

ج) $Li_2O_2(aq) + CO_2(g) \rightarrow Li_2CO_3(aq) + O_2(g)$

د) $Al_2(SO_4)_3(s) \rightarrow Al_2O_3(s) + So_2(g)$

۱۱- عنصر X در دوره‌ی چهارم و گروه دهم جدول تناوبی قرار دارد. آرایش الکترونی کاتیون آن در ترکیب X_2O_3 کدام است؟

الف) $[Ar]3d^8 4s^2$ ب) $[Ar]3d^7$ ج) $[Ar]3d^{10} 4s^2$ د) $[Ar]3d^9$

۱۲- غلظت یون هیدروکسیل در محلول آبی با غلظت یکسان کدامیک از نمک‌های زیر بیشتر است؟

الف) پتاسیم هیدروژن سولفات ب) پتاسیم کلرات

ج) پتاسیم هیدروژن کربنات د) آمونیم استات

۱۳- pH محلول HA با درجه تفکیک $\alpha = 0/1$ برابر با ۲/۰۰ و pH محلول HB با درجه تفکیک $\alpha = 0/2$ برابر با ۳/۰۰ می‌باشد. نسبت غلظت تعادلی HA به غلظت تعادلی HB چقدر است؟

الف) ۰/۰۵ ب) ۰/۰۴۴ ج) ۲۲/۵ د) ۲۰

۱۴- حلالیت یک اسید ضعیف تک پروتنی ($C_9H_8O_4$) در دمای اتاق ۳/۵ گرم بر لیتر است. چند گرم از این اسید در ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول آبی ۰/۰۱ مولار $NaOH$ قابل حل است؟ $(O = 16, C = 12, H = 1)$

الف) ۰/۳۵ ب) ۰/۵۳ ج) ۰/۱۸ د) ۱/۸

۱۵- pH محلولی از یک اسید ضعیف تک پروتونی ۲/۹ و درجه تفکیک آن مساوی $10^{-1/9}$ است. ثابت تفکیک این اسید کدام است؟

الف) $1/7 \times 10^{-5}$ ب) $1/6 \times 10^{-5}$ ج) $1/8 \times 10^{-5}$ د) $1/9 \times 10^{-5}$

۱۶- سوخت تازه یک راکتور حاوی ۸۵٪ حجمی متان می‌باشد. بعد از انجام واکنش‌ها، مقداری سوخت باقی می‌ماند که بازیافت شده و به راکتور باز می‌گردد. درصد حجمی متان در سوخت بازیافتی ۶۶٪ است. مخلوط سوخت تازه و بازیافتی ورودی به راکتور حاوی ۷۸٪ متان است. نسبت حجم سوخت بازیافتی به سوخت تازه چقدر است؟

الف) ۰/۳۷ ب) ۰/۴۲ ج) ۰/۶۳ د) ۰/۵۸

۱۷- ۱۰/۰ گرم از مخلوط CaO و BaO در واکنش کامل با ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول ۲/۵۰ مولار HCl مصرف می‌شود. درصد وزنی BaO در این مخلوط کدام است؟ ($Ca = ۴۰, Ba = ۱۳۷$)

الف) ۴۷/۳ ب) ۵۲/۷ ج) ۷۳ د) ۲۷

۱۸- ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۲۰ مولار $NH_۳$ با ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۱۰ مولار استیک اسید واکنش می‌دهد. pH مخلوط حاصل چقدر است؟ ($pK_a = ۴/۷۵$ استیک اسید و $pK_b = ۴/۷۵$ آمونیاک)

الف) ۱۰/۲۰ ب) ۱۱/۱۲ ج) ۹/۲۵ د) ۸/۳۰

۱۹- انحلال‌پذیری $NiSO_۴(s)$ در دمای معین ۸/۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب می‌باشد. برای ساختن ۵۰ گرم محلول سیر شده نیکل سولفات چند گرم نمک متبلور $NiSO_۴.۶H_۲O$ نیاز است؟

$(O = ۱۶, S = ۳۲, Ni = ۵۸)$

الف) ۶/۹ ب) ۶/۳ ج) ۶/۸ د) ۶/۵

۲۰- اگر ۵۰/۰ میلی‌لیتر محلول $NaCl$ به غلظت ۰/۰۰۷۵ مولار با ۷۰/۰ میلی‌لیتر محلول KCl به غلظت ۰/۰۱۳ مولار مخلوط شود، غلظت Cl^- در محلول حاصل تقریبا چند ppm است؟ (چگالی محلول‌ها را تقریبا ۱/۰۰ گرم بر میلی‌لیتر در نظر بگیرید.

$(Na = ۲۳, K = ۳۹, Cl = ۳۵/۵$

الف) ۳۵۵ ب) ۷۶۰ ج) ۷۱۰ د) ۳۸۰

۲۱- ۴۰/۰ گرم جیوه و ۴۴/۰ گرم ید را با یکدیگر حرارت می‌دهیم. این دو به طور کامل به $HgI_۲$ و $Hg_۲I_۲$ تبدیل می‌شوند. درصد جرمی $Hg_۲I_۲$ در مخلوط حاصل چقدر است؟

$(Hg = ۲۰۰/۶, I = ۱۲۶/۹)$

الف) ۵۹/۰ ب) ۱۵/۰ ج) ۲۰/۳ د) ۳۹/۴

۲۲- اگر A و B به ترتیب محلول‌های ۱/۰۰ مولال از KBr و $RbCl$ در آب باشند، کدام گزینه در مورد مقایسه چگالی این محلول‌ها صحیح است؟ $(K = ۳۹/۱۰, Br = ۷۹/۹۰, Rb = ۸۵/۴۷, Cl = ۳۵/۴۵)$

الف) چگالی دو محلول با هم برابر است.
ب) چگالی محلول A از B بیشتر است.
ج) چگالی محلول B از A بیشتر است.
د) اطلاعات داده شده برای پاسخ دادن به این سوال کافی نیست.

۲۳- در آزمایشگاه محلول‌های زیر از A موجود است:
۴۲۰ میلی‌لیتر محلول ۱/۳۲۴ مولار؛ ۳۷۵ میلی‌لیتر محلول ۰/۷۵۵ مولار؛ ۹۵۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۸۱۹ مولار
از شما خواسته شده است یک محلول ۱/۲۵۰ مولار از ترکیب A تهیه کنید که بیشترین حجم ممکن را داشته باشد. با در اختیار داشتن محلول‌های فوق، بیشترین حجم ممکن برای محلول تهیه شده کدام است؟

الف) ۴۴۵ ب) ۴۹۲ ج) ۴۶۵ د) ۴۸۲

۲۴- چگالی نمونه‌ای از آب دریا برابر با ۱/۰۳ گرم بر میلی‌لیتر بوده و مقدار $NaCl$ در آن ۲/۸ درصد وزنی است. غلظت $NaCl$ در یک محلول سیر شده برابر با ۵/۴۵ مول بر لیتر است. اگر ۱۰۰۰ مترمکعب از آب دریا با مشخصات فوق داشته باشیم، چند مترمکعب از آن باید تبخیر شود تا تشکیل بلور جامد $NaCl$ شروع شود؟ $(Na = ۲۳, Cl = ۳۵/۵)$

الف) ۹۱۰ ب) ۸۵۰ ج) ۷۶۰ د) ۶۵۰

۲۵- دو گاز آلاینده محیط‌زیست، SO_3 و NO می‌توانند در اتمسفر به صورت زیر با هم واکنش دهند:

$$SO_3(g) + NO(g) \rightleftharpoons SO_2(g) + NO_2(g) : K = 5.76 \times 10^3$$

یک ظرف ۴/۰۰ لیتری حاوی ۰/۹۸۰ مول $SO_3(g)$ در اختیار داریم. چند مول $NO(g)$ باید به این ظرف اضافه کنیم تا در نهایت ۰/۹۶۰ مول $SO_2(g)$ در حال تعادل داشته باشیم؟

الف) ۰/۹۶۸ ب) ۰/۹۷۰ ج) ۰/۹۶۶ د) ۰/۹۸۰

۲۶- ۲۰۰/۰ میلی‌لیتر محلول بافر استیک اسید / سدیم استات با $pH = 4/50$ در اختیار داریم که در آن غلظت سدیم استات برابر با ۰/۱۰۰ مول بر لیتر است. چند گرم سدیم استات جامد باید به این محلول اضافه شود تا pH برابر با ۴/۷۰ گردد؟ از تغییر حجم محلول صرف‌نظر کنید. ($pK_a = 4/75$ استیک اسید، $Na = 23, O = 16, C = 12, H = 1$)

الف) ۲/۶۰ ب) ۰/۹۶ ج) ۰/۷۰ د) ۱/۹۰

۲۷- از بمباران نوترونی $^{235}_{92}U$ و تبدیل آن به $^{141}_{56}Ba$ و $^{92}_{36}Kr$ در حدود 2×10^{10} کیلوژول بر مول انرژی آزاد می‌شود. این انرژی معادل گرمای سوختن چند تن گاز بوتان در فشار ثابت است؟ (گرمای حاصل از سوختن یک مول گاز بوتان در شرایط سوال را برابر با ۲۹۰۰ کیلوژول در نظر بگیرید. $H = 1, C = 12$)

الف) ۱۰۰ ب) ۳۰۰ ج) ۵۰۰ د) ۴۰۰

۲۸- اگر ۱۷/۹۴ ژول گرما برای گرم کردن ۱۰ گرم آلیاژی از طلا و مس از دمای ۲۵ به ۳۵ درجه سلسیوس در فشار ثابت لازم باشد، درصد جرمی طلا در این آلیاژ چقدر است؟ (گرمای ویژه طلا و مس در فشار ثابت به ترتیب برابر با $0/128 Jg^{-1}C^{-1}$ و $0/385 Jg^{-1}C^{-1}$ می‌باشد. گرمای ویژه طلا و مس در آلیاژ را نیز برابر با مقادیر فوق در نظر بگیرید.)

الف) ۷۰ ب) ۷۵ ج) ۸۰ د) ۶۵

۲۹- متانول جایگزین مناسبی برای بنزین به عنوان سوخت اتومبیل به حساب می‌آید. نسبت گرمای سوختن استاندارد یک گرم متانول مایع به گرمای سوختن استاندارد یک گرم اکتان مایع، $C_8H_{18}(l)$، با در نظر گرفتن معلومات داده شده کدام است؟ (اکتان یکی از هیدروکربن‌های غالب در بنزین است. ΔH_f° مربوط به $CH_3OH(l), C_8H_{18}(l), CO_2(g)$ و $H_2O(l)$ در شرایط استاندارد به ترتیب برابر با ۲۳۸-، ۲۵۰-، ۳۹۳- و ۲۸۶- کیلوژول بر مول است. $C = 12, O = 16, H = 1$)

الف) ۰/۵۵۵۵ ب) ۰/۴۹۱۱ ج) ۰/۴۷۳۷ د) ۰/۵۲۵۲

۳۰- در یک کارخانه تولید سولفوریک اسید، روزانه ۴۹۰ تن $H_2SO_4(l)$ تولید می‌شود. با در نظر گرفتن مراحل تولید سولفوریک اسید که در پایین داده شده است، چه مقدار گرما در دما و فشار ثابت در ازای تهیه ۴۹۰ تن اسید از S، O_2 و H_2O برحسب کیلوژول آزاد می‌شود؟ ($S = 32, O = 16, H = 1$)

$$S(s) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g) : \Delta H = -297\,kJ$$
$$2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g) : \Delta H = -198\,kJ$$
$$SO_3(g) + H_2O \text{ (در اسید غلیظ)} \rightarrow H_2SO_4(l) : \Delta h = -130\,kJ$$

الف) $3/12 \times 10^9$ ب) $2/63 \times 10^9$ ج) $3/55 \times 10^9$ د) $1/11 \times 10^{10}$

۳۱- سیلیسیم، Si، در صنایع نیمه هادی‌ها دارای نقش کلیدی است. سیلیسیم خالص از راه انجام واکنش‌های زیر تهیه می‌شود:

$$SiO_2(s) + 2C_{(\text{گرافیک})} \rightarrow Si_{(\text{خام})}(s) + 2CO(g) : \Delta H = 690\,kJ \quad (1)$$
$$Si_{(\text{خام})}(s) + 2Cl_2(g) \rightarrow SiCl_{4(\text{خالص})} : \Delta H = -657\,kJ \quad (2)$$
$$SiCl_4(g) + 2Mg(s) \rightarrow 2MgCl_2(s) + Si_{(\text{خالص})}(s) : \Delta H = -626\,kJ \quad (3)$$

با در نظر گرفتن هر سه واکنش فوق، مقادیر ΔH کلی برای رسیدن به ۱ مول سیلیسیم خالص و ΔH_f مولی $SiO_2(s)$ در شرایط داده شده برحسب کیلوژول به ترتیب از راست به چپ کدام است؟ (ΔH_f مولی $MgCl_2(s)$ و $CO(g)$ را به ترتیب برابر با ۶۴۱- و ۱۱۱- کیلوژول بر مول در نظر بگیرید)

الف) ۵۹۳- ، ۹۱۱- ب) ۶۹۰- ، ۹۱۱- ج) ۵۹۳- ، ۹۰۰- د) ۶۹۰- ، ۹۰۰-

۳۲- آمونیوم نیترات در دمای بالا به صورت زیر تجزیه می‌شود:

$$2NH_4NO_3(S) \rightarrow 2N_2(g) + 4H_2O(g) + O_2(g) : \Delta H = -238kJ$$

علاوه‌برآن، از مخلوط پودر آلومینیم و آمونیوم نیترات در جنگ جهانی دوم به عنوان بمب آتش‌زا استفاده شده است:

$$2Al(s) + 3NH_4NO_3(s) \rightarrow 3N_2(g) + 6H_2O(g) + Al_2O_3(s)$$

ΔH این واکنش برحسب کیلوژول کدام است؟ (ΔH_f آلومینیم اکسید در شرایط داده شده را برابر با $-1680 kJmol^{-1}$ در نظر بگیرید)

الف) ۱۳۲۳- ب) ۱۹۱۸- ج) ۱۴۴۲- د) ۲۰۳۷-

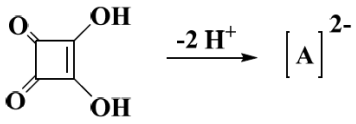
۳۳- هیدرازین $N_2H_4(l)$ و دی متیل هیدرازین $N_2H_2(CH_3)_2(l)$ به عنوان سوخت در پرتاب سفینه‌های فضایی استفاده می‌شوند. واکنش سوختن آن‌ها به صورت زیر است:

$$N_2H_4(l) + O_2(g) \rightarrow N_2(g) + 2H_2O(g)$$
$$N_2H_2(CH_3)_2(l) + 4O_2(g) \rightarrow N_2(g) + 4H_2O(g) + 2CO_2(g)$$

اگر از تفاوت میان آنتالپی مولی تشکیل هیدرازین و دی متیل هیدرازین صرف‌نظر شود، واکنش سوختن ۱ مول دی متیل هیدرازین در شرایط داده شده و فشار ثابت چند کیلوژول بر مول گرماده‌تر از واکنش سوختن ۱ مول هیدرازین است؟ آنتالپی مولی تشکیل $CO_2(g)$ و $H_2O(g)$ در این شرایط به ترتیب برابر با ۳۹۳- و ۲۴۲- کیلوژول بر مول است.

الف) ۱۷۵۴ ب) ۶۳۵ ج) ۸۷۷ د) ۱۲۷۰

۳۴- کدام گزینه در مورد گونه A درست است؟



الف) طول همه پیوندهای کربن- کربن یکسان است.
ب) فقط دو پیوند کربن- کربن طول‌های یکسانی دارند.
ج) فقط سه پیوند کربن- کربن طول‌های یکسانی دارند.
د) هر چهار پیوند کربن- کربن طول‌های متفاوتی دارند.

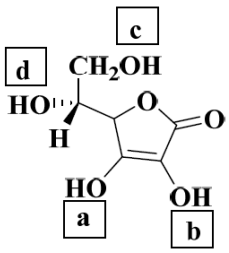
۳۵- ترتیب قدرت بازی متیل آمین، دی متیل آمین و تری متیل آمین در محلول آبی به صورت زیر است:

$$(CH_3)_2NH > CH_3NH_2 > (CH_3)_3N$$

با توجه به آن، اسید مزدوج کدام‌یک ضعیف‌تر آبپوشی می‌شود؟

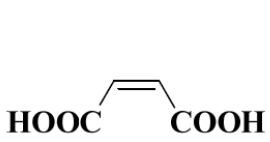
الف) $(CH_3)_2NH$ ب) $(CH_3)_3N$ ج) CH_3NH_2 د) به طور یکسان آبپوشی می‌شوند.

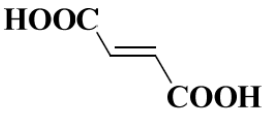
۳۶- ویتامین C گروه عاملی اسیدی ($COOH$) ندارد ولی به آن آسکوربیک اسید گفته می‌شود. کدام گروه OH در آن pK_a کوچکتری دارد؟

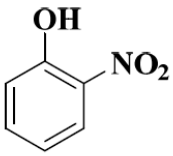


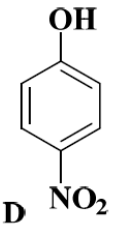
الف) c ب) b ج) a د) d

۳۷- کدام گزینه مقایسه حلالیت ترکیبات زیر در آب را درست نشان می‌دهد؟


A

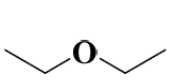

B


C


D

الف) $A > B\ ,\ D > C$ ب) $A > B\ ,\ C > D$ ج) $B > A\ ,\ D > C$ د) $B > A\ ,\ C > D$

۳۸- اگر نقطه‌چین نمایش تشکیل پیوند هیدروژنی باشد، چه تعداد از حالت‌های نمایش داده شده درست است؟


(A)

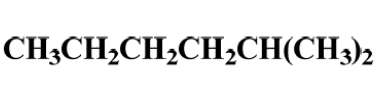
(B)

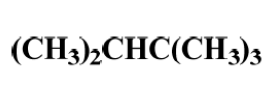
CH_3F (C) ، CH_3I (D)

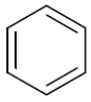
A.....H_2O A.....A B.....H_2O B.....B C.....H_2O D.....H_2O

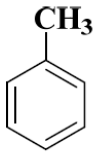
الف) ۲ ب) ۵ ج) ۴ د) ۳

۳۹- کدام گزینه مقایسه نقطه ذوب ترکیبات را درست نشان می‌دهد؟


A


B


C


D

الف) $B > A\ ,\ C > D$ ب) $B > A\ ,\ D > C$
ج) $A > B\ ,\ C > D$ $A > B\ ,\ D > C$

۴۰- نام ترکیبی با فرمول بسته $C_{۱۳}H_{۲۸}$ بر روی برچسب ظرف آن پاک شده است و فقط "....۲،۳-دی متیل نونان" قابل تشخیص است. چند ساختار برای این ترکیب محتمل است؟

الف) ۶ ب) ۴ ج) ۳ د) ۵

پرسش‌های تشریحی

سوال۱ به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

آ-۱) شکل زیر بخشی از طیف نشری یک یون تک الکترونی را در فاز کار نشان می‌دهد.

همه این خطوط مربوط به جهش الکترونی از حالت‌های برانگیخته به n-۲ می‌باشند. اگر خط طیفی B در $\lambda = ۱۴۲/۵\,nm$ مشاهده شود. با توجه به داده‌های سوال طول موج (؟؟ مربوط به خط طیفی C را بدست آورید) (۲ نمره)

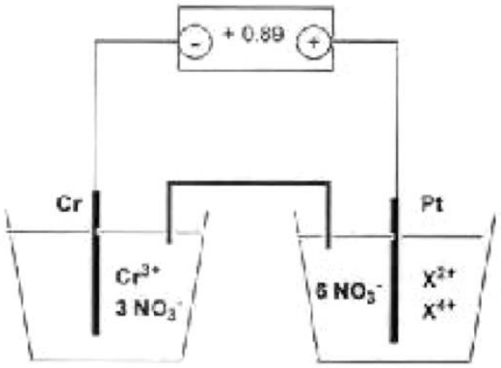
$$\frac{۱}{\lambda} = A(\frac{۱}{n_۱^۲} + \frac{۱}{n_۲^۲}) \qquad (A = \text{ثابت}\ \ n_۱ < n_۲)$$

آ-۲) آیا برای یون تک الکترونی بخش قبل (آ۱)، وجود یک لایه الکترونی با انرژی برابر $-۱/۶۰\times۱۰^{-۱۸}$ ژول مجاز است؟ (معادله انرژی در زیر داده شده است و در آن $h = ۶/۶۲۶\times۱۰^{-۳۴} J.s$,$c = ۳\times۱۰^{۸} m.s^{۵}$ و A مقدار ثابت در بخش (آ-۱) بر حسب $m^۲$ است). (۲/۵ نمره در صورت درست بودن راه‌حل و جواب اخر نمره تعلق می‌گیرد).

$$E = -hc\frac{۸}{n^۲}$$

آ-۳) در بین عنصرهای جدول تناوبی کدام عنصر بیشترین انرژی سومین یونش را دارد؟ (۱ نمره)

ب) به سلول الکتروشیمیایی زیر توجه کنید.



ب-۱) اگر پتانسیل کاهشی استاندارد الکترود برابر ۸/۴- ولت باشد پتانسیل کاهشی الکترود دیگر را محاسبه کنید (۱/۵ نمره)

ب-۲) واکنش کلی سلول را نوشته و موازنه کنید. (۱ نمره)

ب-۳) اگر به محلول پای آند، مقداری آب اضافه شود، نیروی محرکه سلول چه تغییری می‌کند؟ (۱ نمره)

الف) کمتر می‌شود. ب) بیشتر می‌شود. ج) تغییر نمی‌کند.

ب-۴) آیا برای نگهداری محلول $X^{۲+}$، ظرفی از جنس کروم مناسب است؟ (۱ نمره)

الف) بلی ب) خیر ج) اطلاعات داده شده کافی نیست.

ب-۵) اگر پس از گذشتن مدتی از شروع واکنش از جرم قطب منفی یک گرم کاسته شود، تغییر جرم تیغه قطب مثبت را مشخص کنید. ($Cr = ۵۲, X = ۱۲۰, Pt = ۱۹۵$) (۱/۵ نمره)

الف) مقدار تغییر بر حسب گرم ب) تغییر جرم ندارد. ج) اطلاعات داده شده کافی نیست.

پ) در بین گونه‌های زیر قوی‌ترین اکسنده و قوی‌ترین کاهنده را مشخص کنید. (۱/۵ نمره)

قوی‌ترین کاهنده H_2O قوی‌ترین اکسنده pt^{2+}

	پتانسیل کاهشی استاندارد (ولت)
$Ni^{2+} + 2e^- \rightleftarrows Ni$	-۰/۲۵
$Al^{3+} + 3e^- \rightleftarrows Al$	-۱/۶۶
$Cu^{2+} - 2e^- \rightleftarrows Cu$	+۰/۳۴
$Pt^{1+} - 2e^- \rightleftarrows Pt$	+۱/۲۰
$2H_2O + 2e^- \rightleftarrows H_2 + 2OH$	-۰/۸۳
$O_2 - 4H + -4e^- \rightleftarrows 2H_2O$	+۱/۲۳

سوال ۲- آ) آمونیاک یک محصول صنعتی بسیار مهم است. آ-۱) معادله شیمیایی موازنه شده تهیه آمونیاک از نیتروژن و هیدروژن را بدون به کار بردن ضرایب کسری و همچنین عبارت ثابت تعادل آن را بنویسید. (۱ نمره)

آ-۲) کدام شرایط زیر برای تهیه آمونیاک مناسب تر است؟ (فقط یکی را ضربدر بزنید) (۱ نمره)

الف) دمای مناسب بالا، کاتالیزگر مناسب

ب) دمای بسیار بالا، فشار متوسط، کاتالیزگر موثر

ج) فقط دما و فشار بسیار بالا

آ-۳) و مول $NH_3(g)$ را در یک ظرف با حجم ۰/۵۰ لیتر و دمای مناسب T قرار می‌دهیم تا تعادل زیر برقرار شود:

$$2NH_3(g) \rightleftarrows N_2(g) + 3H_2(g)$$

هرگاه مجموع مول‌های کارهای شرکت‌کننده در تعادل برابر با ۲/۸۰ باشد، آن‌گاه تعداد مول‌های N_2 در تعادل چقدر است؟ (۱ نمره)

؟ = تعداد مول‌های N_2 در تعادل

آ-۴) مقدار ثابت تعادل واکنش بالا بر حسب mol^2L^{-2} چقدر است؟ (۱ نمره)

$$K = \frac{[N_2][H_2]^3}{[NH_3]^2} = 1.92\ mol^2L^{-1}$$

آ-۵) هرگاه یک مول از هر یک از گازهای N_2, H_2, NH را در ظرف خالی و با حجم و دمای داده شده در بخش (آ-۳) وارد کنیم، آیا مخلوط حاصل به حالت تعادل خواهد بود؟ (۱ نمره)

بلی خیر زیرا، $Q - K$، $Q < K$، $Q > K$

آ-۶) با فرض آنکه ثابت تعادل واکنش گرماده داده شده در بخش (آ-۱) در دمای $467^\circ C$ برابر با $0/50 mol^{-1}L^2$ باشد، مقایسه دمای تعادل داده شده در بخش (آ-۳) در مقیاس سلسیوس با دمای $476^\circ C$ کدام است؟ در مربع علامت بزرگتر، کوچکتر یا مساوی بگذارید. (۱ نمره)

$467^\circ C$ ☐ دمای تعادل داده شده در بخش (آ-۳) سوال

ب) در واکنش: $A(aq) \rightleftharpoons B(aq)$

اگر $k_{(رفت)} = 0/40 S^{-1}$، $k_{(برگشت)} = -0/10 S^{-1}$ و $[A]_{(تعادلی)} = 0/20 molL^{-1}$ باشد مقدار (تعادلی) $[B]$ کدام است؟ (۱ نمره)

- (تعادلی) $[B]$

پ) برای دو اکسید فرضی MO_2 و M_2O، واکنش‌های زیر و مقادیر ثابت آن‌ها را در دمای ۱۰۰۰k در نظر بگیرید:

$$(۱)\quad MO_۲(s) \rightleftarrows M(s) + O_۲(g): \qquad K = ۰/۰۰۰۵۰ molL^{-۱}$$
$$(۲)\quad M^۲O(s) \rightleftarrows M^۲(s) + \frac{۱}{۲}O_۲(g): \qquad K' = ۰/۰۱۰ molL^{-۱}$$

اکنون در یک آزمایش ۰/۰۱۰ مول از هر یک از گونه‌های $M^۲O(s), M^۲(s), MO_۲(s), M(s)$ و ۰/۰۰۰۱۰ مول از $O_۲(g)$ را در یک ظرف یک لیتری بدون هوا و دارای خلا کامل در دمای ۱۰۰۰k قرار می‌دهیم. با توجه به آن، پ-۱) در لحظه آغاز آزمایش کدام مورد درست است؟

الف) تعادل‌های (۱) و (۲) به طور همزمان برقرارند. فقط تعادل (۱) برقرار است.

فقط تعادل (۲) برقرار است. هیچ یک از دو تعادل برقرار نیست.

پ-۲) پس از گذشتن زمانی طولانی از شروع واکنش چه گونه‌هایی در ظرف باقی خواهند ماند؟ (فقط فرمول یا گونه‌های باقیمانده نوشته شود) (۲ نمره) $MO_۲, M, O_۲, M'O$

پ-۳) فشار نهایی اکسیژن در ظرف پس از برقراری تعادل نهایی برحسب تمسفر کدام است؟ (فشار گاز کامل با غلظت یک مول بر لیتر در دمای ۱۰۰۰k را برابر با ۸۲ atm در نظر بگیرید) (۲ نمره) فشار نهایی $O_۲$ =؟

سوال ۳-آ) تعادل‌های زیر را در نظر بگیرید:

$$ZnS(s) \rightleftarrows Zn^{۲+}(aq) + S^{۲-}(aq) \quad : \quad K = ۱.۶ \times ۱۰^{-۲۴}$$
$$H_۲S(aq) \rightleftarrows H^+(aq) + HS^-(aq) \quad : \quad K = ۱.۳ \times ۱۰^{-۷}$$
$$HS(aq) \rightleftarrows H^+(aq) + S^{۲-}(aq) \quad : \quad K = ۷.۱ \times ۱۰^{-۱۶}$$

در یک محلول سیر نشده به $H_۲S$ که غلظت $H_۲S(aq)$ در آن ۰/۱۰۰ مولار است و pH محلول نیز در ۷/۰۰ تنظیم (ثابت) شده است، حلالیت جامد ZnS (غلظت یون $Zn^{۲+}$ در تعادل) را به دست آورید.

$$pH = ۷/۰۰ \text{ در } \left[Zn^{۲+}\right] = ۱.۷۳ \times ۱۰^{-۱۶} \quad molL^{-۱}$$

راه‌حل (۲ نمره در صورتی نمره دارد که جواب آخر صحیح باشد.)

ب) در شرایط یکسان با بخش (آ)، که غلظت $H_۲S(aq)$ در ۰/۱۰۰ مولار ثابت باشد، اگر بخواهیم حلالیت جامد ZnS نسبت به بخش (آ) ۱۰۰۰ برابر شود، pH محلول در چه عددی باید تثبیت شود؟

$$pH = ??$$

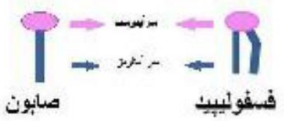
پ) ثابت تعادل واکنش زیر در دمای $۳۵۰^\circ C$ برابر با ۰/۲۹۵ است.

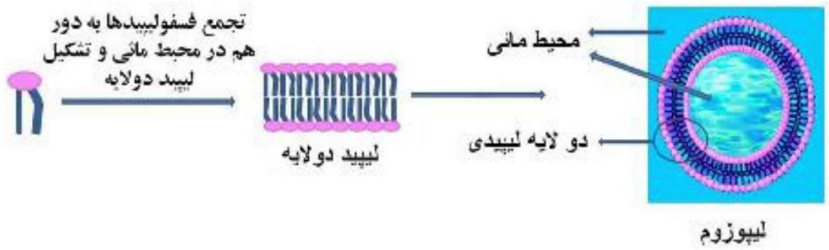
$$۲NH_۳(g) \rightleftharpoons N_۲(g) + ۳H_۲(g)$$
$$K = \frac{\left[N_۲\right]\left[H_۲\right]^۳}{\left[NH_۳\right]^۲} = ۰.۳۹۵$$

اگر ۱/۶۰۰ مول $NH_۳$ در یک ظرف در بسته ۵/۰۰ لیتری قرار گیرد و دما تا $۳۵۰^\circ C$ افزایش یابد. غلظت‌های تعادلی $H_۲, N_۲, NH_۳$ را به دس آورید.

$$\left[NH_۳\right] = \qquad molL^{-۱}$$
$$\left[N_۲\right] = \qquad molL^{-۱}$$
$$\left[H_۲\right] = \qquad molL^{-۱}$$

سوال ۴- فسفولیپیدها ترکیباتی هستند که مانند شوینده‌ها یک سر آبدوست و یک سر آبگریز دارند و لذا مشابه آن‌ها می‌توانند ساختارهایی نظیر میسل‌ها درست کنند. لیپوزوم‌ها ساختارهایی شبیه میسل‌ها هستند با این تفاوت که از کنار هم قرار گرفتن ۲ لایه فسفولیپید درست می‌شوند و یک محیط آبی درونی که می‌تواند خواص کاملا متفاوتی با محیط آبی بیرونی داشته باشد درون آن‌ها ایجاد می‌شود.

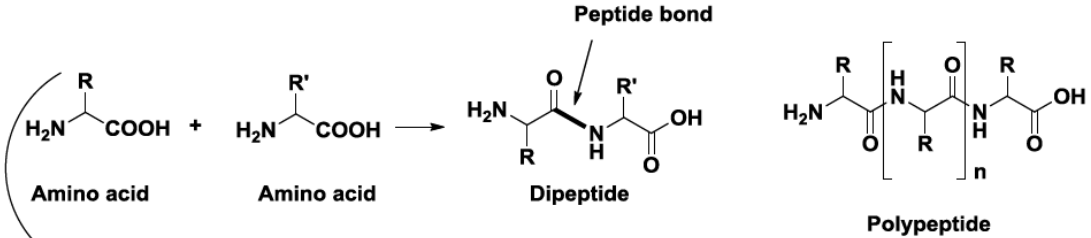




لیپوزوم‌ها امروزه کاربرد بسیار گسترده‌ای در ساخت داروهای مختلف پیدا کرده‌اند و از آن‌ها برای رساندن و اثر کردن دارو به یک بافت خاص استفاده می‌شود. به این منظور ابتدا باید دارو را وارد لیپوزوم کرد. در شکل زیر، دارو از محلول بافری شده با عبور از دولایه لیپیدی وارد لیپوزوم می‌شود.

در این سوال، داروی موردنظر یک آمین با فرمول RNH_2 بوده و pK_a برای اسید مزدوج آن برابر با ۹/۳ است. فرض کنید که فقط گونه بدون بار این دارو می‌تواند از دو لایه لیپوزوم عبور کند. اگر محلول محتوی داروی اولیه دارای pH بافری برابر با ۷/۴۰ بوده و حجم آن ۱۰۰۰ برابر حجم محلول درون لیپوزوم‌ها باشد، pH بافری محلول درون لیپوزوم‌ها باید چقدر باشد تا ۵۰ درصد کل داروی موجود در ظرف وارد لیپوزوم‌ها شود؟ (در صفحه بعد پاسخ دهید)

سوال ۵- آمینواسیدها ترکیباتی هستند که در ساختار آن‌ها هم گروه عاملی اسیدی (COOH) و هم گروه عاملی آمینی (NH_2) وجود دارد. از کنار هم قرارگرفتن دو یا سه مولکول آمینواسید و تشکیل پیوند پپتیدی بین آن‌ها یک دی‌پپتید یا تری‌پپتید تشکیل می‌شود و از کنار هم قرار گرفتن تعداد زیادی از آمینواسیدها از طریق تشکیل پیوندهای پپتیدی یک پلی‌پپتید تشکیل می‌شود. پلی‌پپتیدهایی که خواص بیولوژیک از خود نشان می‌دهند پروتئین نامیده می‌شوند. در شکل زیر نام و علامت‌های اختصاری (Abbreviation) پنج نوع آمینواسید مختلف نشان داده شده است.

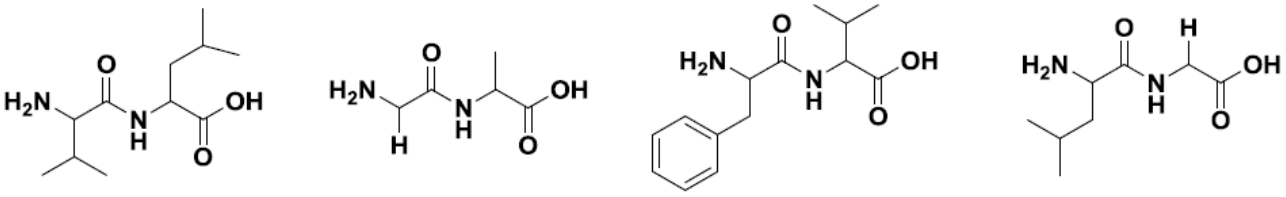


R	Amino acid Name		Abbreviation
—H	Glycine	-------	Gly
—CH_3	Alanine	-------	Ala
—$CH(CH_3)_2$	Valine	-------	Val
—$CH_2CH(CH_3)_2$	Leucine	-------	Leu
—CH_2—C$_6$H$_5$	Phenylalanine	-------	Phe

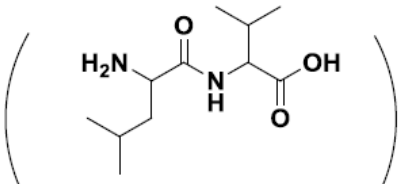
خواص یک پروتئین به ویژگی‌های ساختاری آن بستگی دارد. یکی از ویژگی‌های ساختاری پروتئین‌ها ترتیب قرار گرفتن آمینواسیدها در ساختار آن‌ها است. به عنوان مثال برای یک تری‌پپتید که در ساختار آن سه آمینواسید متفاوت وجود دارد از نظر ترتیب قرار گرفتن آمینواسیدها شش ساختار مختلف می‌توان در نظر گرفت.

یکی از راه‌های تعیین ترتیب قرار گرفتن آمینواسیدها در ساختار پروتئین‌ها، شکستن پروتئین به اجزای کوچکتر (دی‌پپتید، تری‌پپتید و ...) و شناسایی این اجزای کوچکتر است. سپس با کنار هم قرار دادن این اجزای کوچکتر می‌توان به ترتیب قرار گرفتن آمینواسیدها در پروتئین پی برد. شکستن مولکول پروتئین را می‌توان به کمک واکنش با آب (هیدرولیز) در محیط اسیدی انجام داد. در این واکنش پیوندهای پپتیدی از موقعیت‌های مختلف شکسته می‌شوند و امکان تشکیل انواعی از دی‌پپتید، تری‌پپتید و ... وجود دارد.

آ) پپتید A از کنار هم قرار گرفتن ۵ آمینواسید مختلف Ala، Gly، Val، Phe و Leu تشکیل شده و از هر آمینواسید فقط یک واحد در ساختار آن وجود دارد. از هیدرولیز این پپتید، دی‌پپتیدهای: Leu-Gly , Phe-Val , Gly-Ala , Val-Leu تشکیل می‌شوند. ساختار این دی‌پپتیدها در زیر داده شده است:



Val-Leu Gly-Ala Phe-Val Leu-Gly



Leu-Val

(به نحوه نامگذاری دی‌پپتیدهای فوق دقت کنید. به عنوان مثال Val-Leu و Leu-Val دی‌پپتیدهای متفاوتی هستند. در نمایش زنجیرهای پپتیدی، گروه COOH را در سمت راست زنجیر و گروه NH_2 را در سمت چپ زنجیر نمایش می‌دهند. بنابراین در Val-Leu گروه COOH متعلق به Leu و گروه NH_2 متعلق به Val است. این نحوه نمایش را در پاسخ‌های خود در کلیه قسمت‌های این سوال در نظر بگیرید)

با استفاده از ساختارهای دی‌پپتیدهای حاصل از هیدرولیز، ساختار پپتید A را داخل کادر رسم کنید. (برای نمایش آمینواسیدها از علامت‌های اختصاری و برای نمایش پیوندهای پپتیدی از خط تیره، مشابه الگوی زیر، استفاده کنید. عدم رعایت الگوی داده شده موجب حذف کامل نمره می‌شود) (۲ نمره)

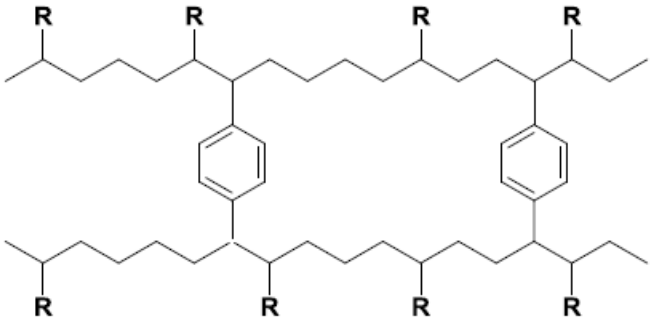
الگوی رسم ساختار (مثال): Leu-Ala-Phe-Gly-Val

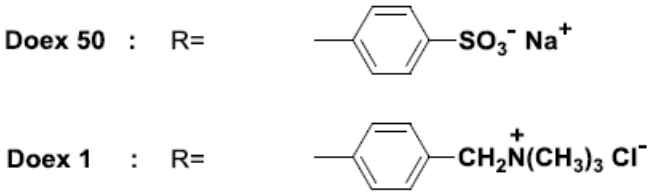
ب) در ساختار پپتید B تعداد ۱۰ آمینواسید از ۵ نوع مختلف (از هریک دو تا) وجود دارد. در ساختار این پپتید گروه‌های عاملی COOH و NH_2 وجود ندارد. از هیدرولیز این پپتید دی و تری پپتیدهای زیر به دست می‌آیند:

Phe-Ala, Leu-Phe, Gly-Leu, Val-Gly, Ala-val-Gly, Phe-Ala-Val, Val-Gly-Leu

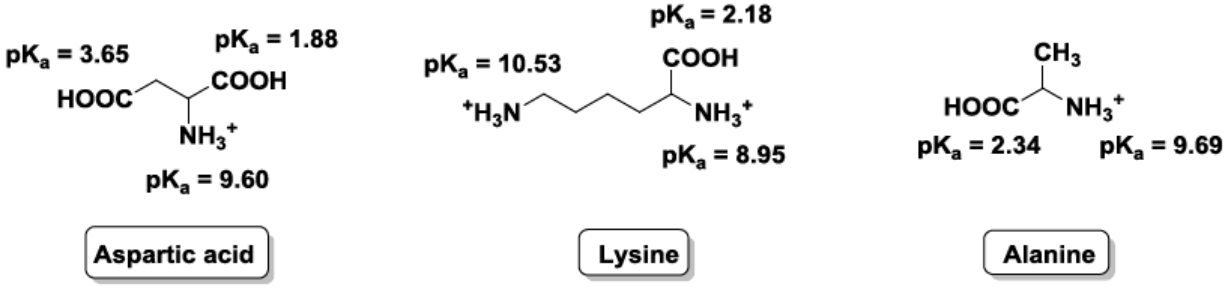
ساختار پپتید B را رسم کنید. برای رسم ساختار پپتید از الگوی داده شده (مثال) در بخش الف کمک بگیرید. (برای نمایش آمینواسیدها از علامت‌های اختصاری و برای نمایش پیوندهای پپتیدی از خط تیره استفاده کنید. عدم رعایت الگوی داده شده موجب حذف کامل نمره می‌شود) (۳ نمره)

پ) یکی از راه‌های جداسازی آمینواسیدها استفاده از رزین‌های تبادل یون و جذب آن‌ها در سطح رزین است. Doex 50 یک رزین تبادل کاتیون است. با استفاده از این رزین می‌توان برخی از یون‌ها را با یون‌های pK_a تعویض و آن‌ها را در سطح رزین جذب کرد. از طرف دیگر Doex 1 یک رزین تبادل آنیون است:





ساختارهای Alanine ، Lysine و Aspartic acid در pH کاملا اسیدی به صورت زیر است. مقادیر pK_a مربوط به گروه‌های عاملی در شکل داده شده است:



پ-۱) در محیط بافری در $pH = ۷$، کدام یک از آمینواسیدهای زیر در سطح Doex 50 بهتر جذب می‌شود؟ (۲ نمره، ۱ نمره منفی دارد)

الف) Aspartic acid ب) Lysine ج) Alanine

پ-۲) در محیط بافری در pH=۷، کدام یک از آمینواسیدهای زیر در سطح Doex 1 بهتر جذب می‌شود؟ (۲ نمره، ۱ نمره منفی دارد)

الف) Aspartic acid ب) Lysine ج) Alanine

پ-۳) ساختارهای Alanine ، Lysine و Aspartic acid را در ؟؟؟ با در نظر گرفتن بار، نظیر شکل‌های داده شده بالا، رسم کنید. (۳ نمره)

(ساختار Alanine در PH = ۷)

(ساختار Lysine در PH = ۷)

(ساختار Aspartic acid در PH = ۷)

کلید سوالات

۱ هـ د ج ب **الف**	۲۱ هـ د ب **الف**	۴۱ هـ د ج ب **الف**
۲ هـ د ج **الف**	۲۲ هـ ج ب **الف**	۴۲ هـ د ج ب **الف**
۳ هـ د ب **الف**	۲۳ هـ د ج **الف**	۴۳ هـ د ج ب **الف**
۴ هـ د ج ب	۲۴ هـ د ج ب	۴۴ هـ د ج ب **الف**
۵ هـ د ب **الف**	۲۵ هـ د ج ب	۴۵ هـ د ج ب **الف**
۶ هـ د ج ب	۲۶ هـ د ج **الف**	۴۶ هـ د ج ب **الف**
۷ هـ ج ب **الف**	۲۷ هـ ج ب **الف**	۴۷ هـ د ج ب **الف**
۸ هـ د ج **الف**	۲۸ هـ د ب **الف**	۴۸ هـ د ج ب **الف**
۹ هـ د ج ب	۲۹ هـ د ب **الف**	۴۹ هـ د ج ب **الف**
۱۰ هـ ج ب **الف**	۳۰ هـ د ج **الف**	۵۰ هـ د ج ب **الف**
۱۱ هـ د ج **الف**	۳۱ هـ د ج ب	۵۱ هـ د ج ب **الف**
۱۲ هـ د ب **الف**	۳۲ هـ ج ب **الف**	۵۲ هـ د ج ب **الف**
۱۳ هـ د ب **الف**	۳۳ هـ ج ب **الف**	۵۳ هـ د ج ب **الف**
۱۴ هـ د ج **الف**	۳۴ هـ د ج ب	۵۴ هـ د ج ب **الف**
۱۵ هـ د ج **الف**	۳۵ هـ د ج **الف**	۵۵ هـ د ج ب **الف**
۱۶ هـ ج ب **الف**	۳۶ هـ د ب **الف**	۵۶ هـ د ج ب **الف**
۱۷ هـ د ج ب	۳۷ هـ د ج ب	۵۷ هـ د ج ب **الف**
۱۸ هـ د ب **الف**	۳۸ هـ د ب **الف**	۵۸ هـ د ج ب **الف**
۱۹ هـ د ج **الف**	۳۹ هـ د ج ب	۵۹ هـ د ج ب **الف**
۲۰ هـ ج ب **الف**	۴۰ هـ ج ب **الف**	۶۰ هـ د ج ب **الف**