جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش

دفترچه سوالات و پاسخنامه‌ی تشریحی
مرحله اول
بیست و هفتمین دوره‌ی المپیاد شیمی سال ۱۳۹۵

تعداد سوالات		مدت آزمون (دقیقه)
سوالات چند گزینه‌ای	مساله‌های تشریحی	
۴۰	–	۱۲۰

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 وقت آن **۱۲۰ 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**.
- آزمون مرحله دوم برای دانش‌آموزان سال دهم دبیرستان تنها جنبه‌ی تشویق و آمادگی برای سال آینده دارد و شرکت‌کنندگان در دوره‌ی تابستانی از بین دانش‌آموزان سوم دبیرستان انتخاب می‌شوند.
- فقط داوطلبانی می‌توانند دفترچه‌ی سؤالات را با خود ببرند که تا پایان آزمون در جلسه حضور داشته باشند.
- دفترچه‌ی سؤالات این آزمون توسط **کمیته‌ی اجرایی ماخ** باز تولید شده است.
- پاسخنامه‌ی این آزمون توسط **مهدی شهبازی و عماد زارع** تهیه شده است.

www.MAAKH.ir

کلیه حقوق این سوالات برای ماخ محفوظ است.

۱- ماخ چه تعداد از گونه‌های زیر می‌توانند مسطح باشند؟

$ClOF_2^+$ XeO_3 C_2F_4 C_3F_4 CO_3^{2-} XeF_4 SO_3^{2-} CH_2NH

۱) ۵ ۲) ۷ ۳) ۶ ۴) ۴

۲- ماخ در کدام سه گونه زاویه پیوند ۱۸۰ درجه وجود دارد؟

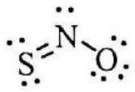
۱) XeF_2, I_3^+, ICl_2^-

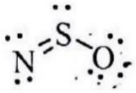
۲) $SnCl_2, N_2O, H_5IO_6$

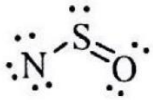
۳) $ZnCl_2, C(CO)_2, C_2(BF_2)_2$

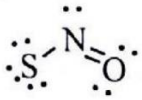
۴) HCN, CO_2, S_2O

۳- ماخ بهترین ساختار و فرم رزونانسی برای یون SNO^- کدام است؟

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۴- ماخ کدام ترتیب زاویه پیوند نادرست است؟

۱) $Cl-X-Cl$ $PCl_3 > AsCl_3 > SbCl_3$

۲) $X-S-X$ $SOBr_2 > SOCl_2 > SOF_2$

۳) $O-N-O$ $NO_3^- > NO_2 > NO_2^-$

۴) $O-Br-O$ $BrO_4^- > BrO_3^- > BrO_2^-$

۵- ماخ با توجه به اطلاعات جدول زیر، مرتبه واکنش نسبت به A و B در واکنش موازنه شده $A + B \rightarrow C$ به ترتیب کدام است؟ (غلظت‌ها برحسب مول بر لیتر و زمان، Δt ، برحسب دقیقه است)

شماره آزمایش	غلظت‌های اولیه		زمان انجام آزمایش	غلظت پایانی
	$[A]_o$	$[B]_o$	Δt	$[A]$
۱	۰/۱۰۰۰	۱/۰	۰/۵۰	۰/۰۹۷۵
۲	۰/۱۰۰۰	۲/۰	۰/۵۰	۰/۰۹۰۰
۳	۰/۰۵۰۰	۱/۰	۲/۰۰	۰/۰۴۵۰

۱) ۲ و ۱ ۲) ۲ و صفر ۳) ۱ و صفر ۴) ۱ و ۲

۶- ماخ در واکنش اکسایش-کاهش زیر، شمار الکترون‌های جابه‌جا شده (پس از موازنه واکنش) کدام است؟

$$Fe(CN)_6^{3-} + Cr_2O_7^{2-} + H^+ \rightarrow Fe^{3+} + CO_2 + NO_3^- + Cr^{3+} + H_2O$$

۱) ۶۰ ۲) ۴۸ ۳) ۳۰ ۴) ۸۴

۷- ماخ در واکنش گازی فرضی $3X + 2Y \rightarrow Z$ قانون سرعت از رابطه $R = k[X]^n[Y]$ تبعیت می‌کند. اگر آزمایشی با ۱۰ مول از هر یک از واکنش‌دهنده‌ها در یک ظرف ۱۰ لیتری آغاز شود، در لحظه‌ای که غلظت X با نصف غلظت Y برابر است، سرعت واکنش ۰/۲۵ برابر سرعت واکنش در لحظه آغاز واکنش می‌شود. n کدام است؟

۱) ۰/۲۵ ۲) ۱ ۳) ۰/۵ ۴) ۲

۸- ماخ واکنش کلی یک سلول الکتروشیمیایی به صورت $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$ می‌باشد، کدام گزینه نادرست است؟

۱) در اثر افزایش HNO_3 به محلول پای آند، ولتاژ سلول کاهش می‌یابد.

۲) در اثر افزایش $NaOH$ به محلول پای کاتد، ولتاژ سلول افزایش می‌یابد.

۳) نیم واکنش کاتدی سلول عبارت است از: $O_2 + 4H^+ + 4e \rightleftharpoons 2H_2O$

۴) نیم واکنش آندی سلول عبارت است از: $4OH^- \rightleftharpoons O_2 + 4e + 2H_2O$

۹- ماخ مخلوطی از منیزیم سولفات بی‌آب و نمک خوراکی دارای جرمی معادل ۲۰ گرم می‌باشد. پس از جذب آب توسط منیزیم سولفات و تشکیل منیزیم سولفات ۷ آبه، جرم این مخلوط به ۳۲/۶ گرم می‌رسد. درصد جرمی نمک طعام در این مخلوط چقدر است؟

$(H = 1, Cl = 35/5, Na = 23, O = 16, S = 32, Mg = 24)$

۱) ۲۸ ۲) ۶۴ ۳) ۶۰ ۴) ۴۰

۱۰- ماخ در کدام گزینه، عدد اکسایش کلر در دو ترکیب بیشترین تفاوت را دارد؟

۱) $S_2Cl_2, Fe(ClO_4)_3$ ۲) $Cu(ClO_2)_2, PCl_3$ ۳) ClO_3^-, Cl_2O_7 ۴) $KCl, HClO_3$

۱۱- ماخ در چه تعداد از گونه‌های زیر هیبرید رزونانسی وجود دارد؟

$$CO_3^{2-}, H_3CCHO, C_6H_6, C_2H_4, Cl_2O, SO_2, SO_3, O_3$$

۱) ۳ ۲) ۵ ۳) ۴ ۴) ۶

۱۲- ماخ چه تعداد از مولکول‌های زیر قطبی هستند؟

$$P_4, OCl_2, SF_4, ClF_3, SO_2Cl_2, CH_2Cl_2, PCl_3, CS_2$$

۱) ۶ ۲) ۷ ۳) ۵ ۴) ۴

۱۳- ماخ کدام روند در رابطه با انرژی شبکه بلور نادرست است؟

۱) $MgO > Na_2O > MgF_2$ ۲) $Cr_2O_3 > CaCl_2 > K_2S$

۳) $Al_2O_3 > AlF_3 > NaF$ ۴) $Fe_2O_3 > FeO > FeCl_2$

۱۴- ماخ pH محلول ۰/۰۵ مولار CH_3COOH با pH محلول 10^{-3} مولار HCl در شرایط یکسان برابر است. K_a استیک اسید کدام است؟

۱) 5×10^{-5} ۲) 2×10^{-5} ۳) $1/8 \times 10^{-5}$ ۴) 5×10^{-6}

۱۵- ماخ اگر بدانیم pH محلولی از استیک اسید با درصد تفکیک یونی ۱/۲، یک واحد بزرگتر از pH محلول هیدروفلوئوریک اسید با درصد تفکیک یونی ۲/۴ است، نسبت غلظت اولیه استیک اسید به هیدروفلوئوریک اسید کدام است؟

۱) ۵ ۲) ۰/۲ ۳) ۲۰ ۴) ۰/۰۵

۱۶- ماخ چهار لیتر از محلول یک اسید ضعیف HA با $pH = 4$ را با ۱ لیتر از محلول دیگری از همان اسید با $pH = 3/5$ مخلوط می‌کنیم. pH محلول جدید کدام است؟ (فرض کنید همواره $[A^-]$ خیلی کمتر از $[HA]$ است)

۱) ۳/۷۸ ۲) ۳/۶۸ ۳) ۳/۹۰ ۴) ۳/۶۰

۱۷- ماخ در شرایط آزمایش، $100\,mL$ از محلول ۰/۲ مولار اسید HA با چند میلی‌متر از محلول NH_3 با $pH = 11/3$ و درصد تفکیک یونی ۰/۵ به صورت کامل واکنش می‌دهد؟

۱) ۱۵۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۵۰

۱۸- ماخ اگر درصد جرمی X در اکسیدی از آن، با فرمول تجربی XO ، برابر با ۸۴/۶ باشد، درصد جرمی آن در اکسید XO_2 کدام است؟

$(O = 16)$

۱) ۲۶/۷ ۲) ۶۹/۲ ۳) ۷۳/۳ ۴) ۶۰

۱۹- ثابت تعادل غلظتی واکنش زیر در شرایط مناسب ۰/۰۱ است. اگر ۱۰۰ گرم کلسیم کربنات در یک ظرف دربسته ۱۰ لیتری در همان شرایط قرار داده شود، پس از برقراری تعادل، تنها کلسیم کربنات از جامد باقی مانده جدا شده و در ۱۰ لیتر محلول آبی ۱ مولار HCl حل می‌شود. پس از تبخیر کامل، نمک جامد کلسیم کلرید باقی می‌ماند. جرم نمک کلسیم کلرید خشک چقدر خواهد شد؟

$$CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$$

۱) ۱۰۰ گرم

۲) ۱۱۱ گرم

۳) واکنش تجزیه‌ی کلسیم کربنات کامل خواهد بود لذا کربناتی برای واکنش با HCl باقی نخواهد ماند.

۴) با توجه به نداشتن مقدار تعادلی کلسیم اکسید و کلسیم کربنات نمی‌توان راجع به این موضوع اظهارنظر کرد.

۲۰- دو نمونه ناخالص یکی از سدیم کلرات و دیگری از کلسیم کلرات با جرم‌های برابر، بر اثر تجزیه حرارتی به میزان برابر گاز تولید می‌کنند. نسبت درصد خلوص سدیم کلرات به کلسیم کلرات کدام است؟ ($O = ۱۶, Ca = ۴۰, Cl = ۳۵/۵, Na = ۲۳$)

۱) ۰/۸۷ ۲) ۰/۹۷ ۳) ۱/۱۵ ۴) ۱/۰۳

۲۱- مجموع ضرایب استوکیومتری واکنش زیر پس از موازنه کدام است؟

$$N_2O_4 + KI \rightarrow KNO_3 + NO + I_2$$

۱) ۱۶ ۲) ۶ ۳) ۹ ۴) ۱۳

۲۲- برای تهیه ۲۵۰ میلی‌لیتر محلول $100\ ppm$ از Ca^{2+}، چند میلی‌لیتر محلول ۰/۱۰ مولار $CaCl_2$ لازم است؟ ($Ca = ۴۰, Cl = ۳۵/۵$)

۱) ۱۷/۳ ۲) ۲/۲۵ ۳) ۲۵/۰ ۴) ۶/۲۵

۲۳- در واکنش تهیه صنعتی گاز HCN، اگر ۴۰۰۰ کیلوگرم از هر یک از گازهای CH_4 ،O_2 و NH_3 در ابتدای واکنش داشته باشیم، حداکثر چند کیلوگرم گاز HCN تولید می‌شود؟ ($H = ۱, C = ۱۲, O = ۱۶, N = ۱۴$)

$$2NH_3(g) + 3O_2(g) + 2CH_4(g) \rightarrow 2HCN(g) + 6H_2O(g)$$

۱) ۷۵۰ ۲) ۲۲۵۰ ۳) ۶۷۵۰ ۴) ۳۳۷۵

۲۴- از سوختن کامل ۱/۲۰۰ گرم از مخلوطی که فقط حاوی دو ترکیب $C_{24}H_{30}N_4O$ و $C_{12}H_{22}O_{11}$ می‌باشد، ۲/۳۵۷ گرم گاز CO_2 تشکیل می‌شود. عدد جرمی $C_{24}H_{30}N_4O$ در این مخلوط چقدر است؟

۱) ۵۸ ۲) ۶۷ ۳) ۴۲ ۴) ۳۳

۲۵- مولاریته محلولی با چگالی $1/04\ g/mL$ که از حل شدن ۱۲/۰ گرم قند $C_{12}H_{22}O_{11}$ در ۱۰۰/۰ گرم آب به دست آمده، کدام است؟

۱) ۰/۳۳۹ ۲) ۰/۳۱۳ ۳) ۰/۳۰۱ ۴) ۰/۳۲۶

۲۶- با توجه به ثابت‌های تعادل زیر، به ازای کدام مقدار pH، غلظت H_3PO_4 با غلظت HPO_4^{2-} برابر است؟

$$H_3PO_4 \rightleftharpoons H^+ + H_2PO_4^- \qquad K_{a,1} = 10^{-2/1}$$

$$H_2PO_4^- \rightleftharpoons H^+ + HPO_4^{2-} \qquad K_{a,2} = 10^{-7/2}$$

۱) ۷/۰۰ ۲) ۳/۹۰ ۳) ۴/۶۵ ۴) ۵/۷۰

۲۷- در واکنش تعادلی زیر در دمای $25^\circ C$، اگر $[HCO_3^-] = 2/8 \times 10^{-1}\ mol/L$ باشد، حاصلضرب $[OH^-][CO_2]$ در تعادل برحسب $(mol/L)^2$ کدام است؟ ($k_1 = 1/4 \times 10^4\ L mol^{-1} s^{-1}$ ، $k_{-1} = 1 \times 10^{-4}\ s^{-1}$)

$$OH^-(aq) + CO_2(aq) \underset{k_{-1}}{\overset{k_1}{\rightleftharpoons}} HCO_3^-(aq)$$

۱) 2×10^{-8} ۲) 2×10^{-9} ۳) 1×10^{-9} ۴) 1×10^{-7}

۲۸- آنتالپی تشکیل استاندارد، ΔH_f^o ، هیدرازین گاز، با توجه به معلومات داده شده، چند کیلوژول بر مول است؟

$$N_2H_4(g) \rightarrow 2N(g) + 4H(g) \quad : \quad \Delta H_T^o = +1715\,KJ$$
$$N_2(g) \rightarrow 2N(g) \quad : \quad \Delta H_T^o = +964\,KJ$$
$$H_2(g) \rightarrow 2H(g) \quad : \quad \Delta H_T^o = +436\,KJ$$

۱) +۱۲۱ ۲) +۳۱۵ ۳) -۳۱۵ ۴) -۱۲۱

۲۹- فرض کنید جریانی شامل مخلوط $A(g)$ و $B(g)$ با درصد مولی مناسب و دمای T از یک سو و $C(g)$ به میزان لازم و با همان دمای T وارد یک واکنشگاه با همان دمای T شود و دو واکنش به شرح زیر به طور همزمان در واکنشگاه انجام شود:

$$A(g) + C(g) \rightarrow CA(g) \quad : \quad \Delta H_T^o = -84000J$$
$$B(g) + C(g) \rightarrow CB(g) \quad : \quad \Delta H_T^o = +21000J$$

نسبت مولی A به B در جریان ورودی به واکنشگاه چند باشد تا با ادامه انجام دو واکنش در واکنشگاه، دمای آن، T ، ثابت و بدون تغییر بماند؟ C فقط به میزان لازم طبق معادله شیمیایی داده شده وارد واکنشگاه می‌شود.

۱) ۴ ۲) ۰/۵۰ ۳) ۰/۲۵ ۴) ۲

۳۰- در واکنش $C_2H_2(g) + HCN(g) \rightarrow CH_2CHCN(l)$ با توجه به معلومات داده شده، مقدار ΔH^o برحسب کیلوژول در دمای یکسان کدام است؟

$$2CH_2CHCN(l) + 10O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g) + 3H_2O(l) + N_2(g) \quad : \quad \Delta H_T^o = -3522KJ$$

گونه شیمیایی	$C_2H_2(g)$	$HCN(g)$	$CO_2(g)$	$H_2O(l)$
$\Delta H_f^o(kJmol^{-1})$	+۲۲۷	+۱۳۰	-۳۹۴	-۲۸۶

۱) -۵۰۷ ۲) -۲۰۷ ۳) -۴۱۴ ۴) -۵۷

۳۱- مخلوطی از $He(g)$ و $O_2(g)$ به نسبت مولی ۲۰ به ۱ با دمای اولیه صفر درجه سلسیوس را در یک ظرف آدیاباتیک (بی‌دررو) در مجاورت یک کاتالیزگر قرار می‌دهیم تا O_3 به طور کامل به O_2 تجزیه شود. دمای اولیه داخل ظرف آدیاباتیک و کاتالیزگر صفر درجه سلسیوس است. هرگاه دمای نهایی مخلوط داخل ظرف پس از کامل شدن فرآیند تجزیه O_3 در فشار ثابت برابر با $310^\circ C$ شود، آن‌گاه ΔH_f اوزون در شرایط داده شده برحسب کیلوژول بر مول کدام است؟ (فرض شود که ظرف آدیاباتیک و کاتالیزگر در فرآیند گرم شدن سهیم نمی‌شوند و میانگین گرمای ویژه اکسیژن و هلیم به ترتیب ۰/۹۴ و $5/2\,J.g^{-1}.^\circ C^{-1}$ باشد، $He = 4\ ,\ O = 16$)

۱) ۲۰۷/۴ ۲) ۱۲۵/۵ ۳) ۱۴۲/۹ ۴) ۳۱۰/۸

۳۲- n مول $AB(g)$ را در یک ظرف به حجم ثابت ۲ لیتر و دمای ثابت T وارد می‌کنیم تا تعادل زیر در آن برقرار شود:

$$AB(g) \rightleftharpoons A(g) + B(g)$$

اگر این واکنش پس از ۸۰ درصد پیشرفت به تعادل ترمودینامیکی برسد، ثابت تعادل غلظتی آن کدام است؟

۱) ۳/۲ ۲) ۳/۲ n ۳) ۱/۶ ۴) ۱/۶ n

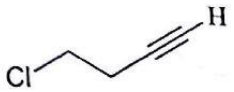
۳۳- در تعادل:

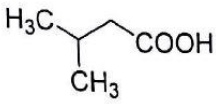
$$A(aq) + B(aq) \rightleftharpoons C(aq) + D(aq)$$

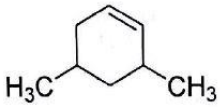
فرض کنید غلظت‌های تعادلی در دمای ثابت T به صورت $[C] = [D] = 4[A] = 4[B]$ باشد. با توجه به آن، هرگاه از A و B از خارج طوری به محیط تعادل در دمای ثابت T اضافه نماییم که غلظت هر یک به اندازه ۱۰ درصد افزایش یابد، آن‌گاه در تعادل جدید چند درصد بر غلظت هر یک از C و D نسبت به غلظت‌های آن‌ها در تعادل اولیه افزوده خواهد شد؟

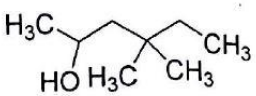
۱) ۸ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۴

۳۴- ماخ نام کدام ترکیب نادرست است؟


A


B


C


D

۱) A 4 – Chorobu – 1 – yne
۲) B 3 – methylbutanoic acid
۳) C 1,3 – dimethylcyclohex – 4 – ene
۴) D 4,4 – dimethylcyclohexan – 2 – ol

۳۵- ماخ برای ترکیبی با فرمول بسته $C_{۶}H_{۱۰}$، چه تعداد ایزومر ساختاری شاخه‌دار با پیوند سه‌گانه می‌توان رسم کرد؟

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۳ ۴) ۵

۳۶- ماخ چه تعداد از موارد زیر در صورت اجرا شدن در راستای شیمی سبز است؟

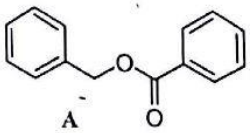
الف) انجام واکنش‌ها به صورتی که محصولات شیمیایی ناخواسته کمتری داشته باشند.

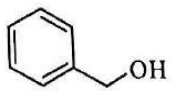
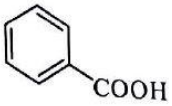
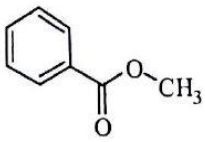
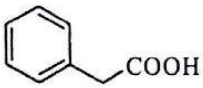
ب) انجام واکنش‌هایی شیمیایی بدون حضور حلال‌های آلی خطرناک

ج) انتقال کارخانه‌های تولید CFC به مکان‌هایی که مردم سکونت ندارند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) هیچکدام

۳۷- ماخ اگر برای تهیه استر A فقط یک ماده آلی و واکنشگرهای اکسنده مناسب در اختیار داشته باشید، کدام ترکیب آلی زیر را انتخاب می‌کنید؟


A

۱) 
۲) 
۳) 
۴) 

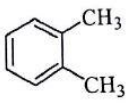
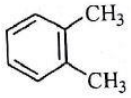
۳۸- ماخ از واکنش آلکن B با HBr ، در شرایط مناسب، ترکیبی با فرمول بسته $C_{۸}H_{۱۷}Br$ به دست می‌آید. محصول واکنش کدام است؟

B

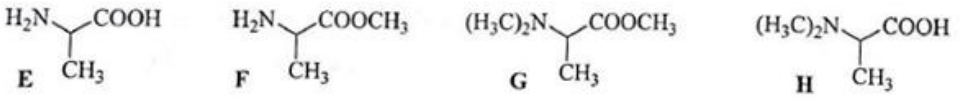
۱) ۵-برومو-۳،۳- دی متیل هگزان
۲) ۲-برومو-۴،۴- دی متیل هگزان
۳) ۳-برومو-۴،۴- دی متیل هگزان
۴) ۶-برومو-۳،۳- دی متیل هگزان

۳۹- ماخ کدام گزینه درست است؟

۱) دو ترکیب متفاوت به صورت C و D وجود ندارد.
۲) C و D نسبت به هم ایزومر ساختاری هستند.
۳) C و D با هم در تعادلند و ثابت تعادل در هر دمایی برابر یک است.
۴) C و D با هم در تعادلند و در اثر حرارت تعادل به سمت D جابه‌جا می‌شود.

C 
D 

۴۰- حلالیت کدام ترکیب در آب بیشتر است؟

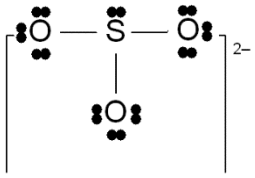


۱) H ۲) G ۳) F ۴) E

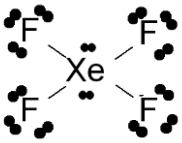
«پاسخنامه‌ی تشریحی»

۱- ماخ گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

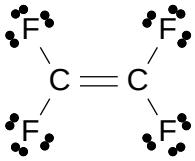
- ساختار هرمی مثلثی، پس مسطح نیست.



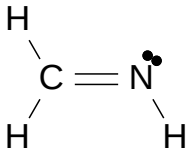
- ساختار مسطح مربعی، پس مسطح است.



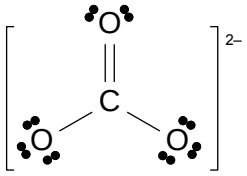
- مسطح، زیرا دو گروه CF_2 در صفحه‌ی xy قرار می‌گیرند؛ و اوربیتال P_z دو اتم کربن با هم در پیوند Π شرکت می‌کنند بنابراین ساختار مسطح است.



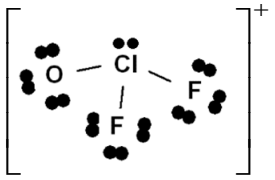
- مسطح، زیرا CH_2 و NH در صفحه xy قرار می‌گیرند؛ پس اوربیتال P_z کربن و نیتروژن با هم در پیوند Π شرکت می‌کنند.

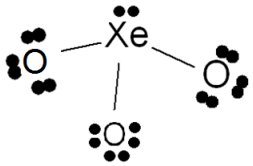


- ساختار مسطح مثلثی، پس مسطح است.



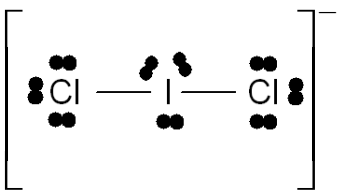
- دو اتم F سمت چپ در صفحه xy و دو اتم F سمت راست در صفحه xz قرار می‌گیرند پس مسطح نیست.
- هر دو ساختار هر مثلثی دارند، پس مسطح نیستند.



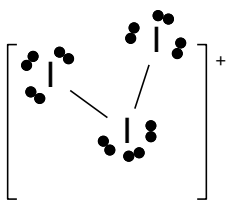


۲- ماخ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

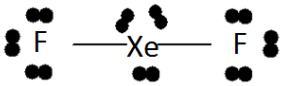
گزینه ۱



$\alpha = ۱۸۰^\circ$

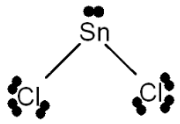


$\alpha < ۱۰۹/۵^\circ$

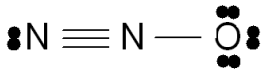


$\alpha = ۱۸۰^\circ$

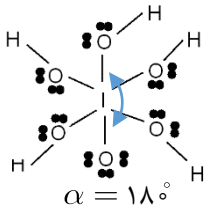
گزینه ۲



$\alpha < ۱۲۰^\circ$

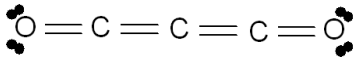


$\alpha = ۱۸۰^\circ$

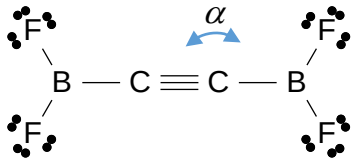


$\alpha = ۱۸۰^\circ$

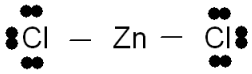
گزینه ۳



$\alpha = ۱۸۰^\circ$



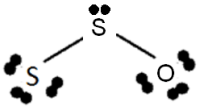
$\alpha = ۱۸۰^\circ$



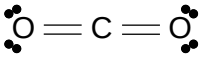
هیبریداسیون sp

در مورد ترکیب اول $ZnCl_2$ ترکیب کمپلکس است و لیگاندهای Cl^- به Zn^{2+} پیوند داتیو داده‌اند. بنابراین Zn^{2+} که آرایش الکترونی d^{10} دارد دو جفت الکترون پیوندی را در اوربیتال های p و s خود می پذیرد و هیبدیراسیون sp و آرایش خطی دارد.

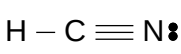
گزینه ۴



$\alpha < ۱۲۰^\circ$



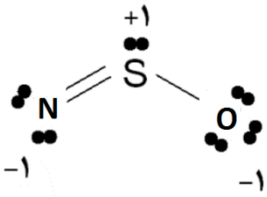
$\alpha = ۱۸۰^\circ$

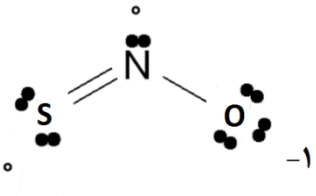


$\alpha = ۱۸۰^\circ$

۳- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

در ساختار مورد نظر بار منفی باید به اتم O داده شود (الکترونگاتیوی بیشتر) هم چنین ساختارمان باید بار قراردادی کمتری داشته باشد. گزینه های ۳ و ۴ بار منفی را به ترتیب به N و S داده اند هم چنین گزینه ۲ به علت بارهای قراردادی بیشتر ناپایدارتر است.





۴- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

گزینه‌ی ۱: هر چه الکترونگاتیوی اتم مرکزی بیشتر باشد؛ جفت الکترون‌های پیوندی را بیشتر به سمت خود کشیده دافعه‌ی الکترون‌ها حول مرکزی بیشتر شده و زاویه پیوند افزایش می‌یابد.

الکترونگاتیوی: $P > As > Sb$

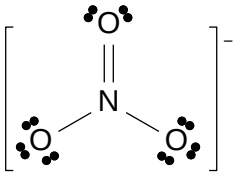
زاویه پیوند: $PCl_3 > AsCl_3 > SbCl_3$

گزینه ۲: با همان استدلال گزینه ۱ هرچه الکترونگاتیوی گروه های اطراف بیشتر باشد زاویه پیوند کمتر است

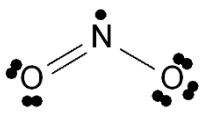
الکترونگاتیوی: $F > Cl > Br$

زاویه پیوند: $SOBr_2 > SOCl_2 > SOF_2$

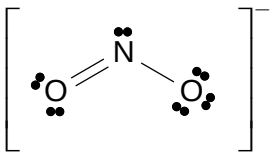
گزینه ۳:



$\alpha = ۱۲۰^\circ$



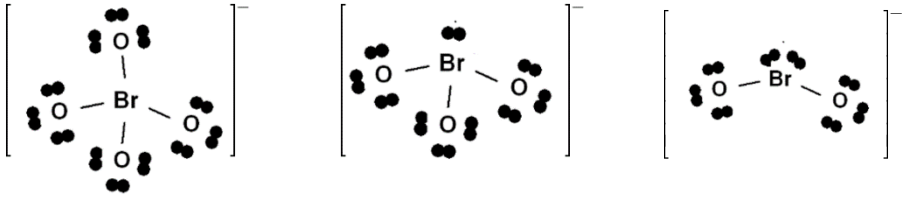
$\alpha \simeq ۱۳۴^\circ$



$\alpha < ۱۲۰^\circ$

(دقت شود که دافعه تک الکترون ناپیوندی از جفت الکترون ناپیوندی خیلی کمتر است طوری‌که زاویه پیوند از $\alpha = ۱۲۰^\circ$ هم بیشتر می‌شود.)

گزینه ۴:



$\alpha = ۱۰۹/۵^\circ$ $\alpha < ۱۰۹/۵^\circ$ $\alpha < ۱۰۹/۵^\circ$

نکته: دافعه جفت الکترون‌ها: ناپیوندی – ناپیوندی > ناپیوندی – پیوندی > پیوندی – پیوندی

بنابراین هرچه جفت الکترون‌های ناپیوندی روی اتم مرکزی بیشتر باشند، بیشتر باشد پیوندها به هم نزدیکتر شده و زاویه پیوند کاهش می‌یابد.

۵- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. ماخ

سرعت واکنش برابر است با تغییرات غلظت A تقسیم بر زمان.

آزمایش ۱: $\text{سرعت} = \frac{۰/۱ - ۰/۰۹۷۵}{۰/۵} = ۵ \times ۱۰^{-۳} \text{mol/L.min}$

آزمایش ۲: $\text{سرعت} = \frac{۰/۱ - ۰/۰۹}{۰/۵} = ۰/۰۲ \text{mol/L.min}$

آزمایش ۳: $\text{سرعت} = \frac{۰/۰۵ - ۰/۰۴۵}{۲} = ۲/۵ \times ۱۰^{-۳} \text{mol/L.min}$

در آزمایش ۱ و ۲ غلظت B دوبرابر و سرعت ۴ برابر شده است پس مرتبه B برابر ۲ است.

در آزمایش ۱ و ۳ غلظت A نصف و سرعت واکنش هم نصف شده، پس مرتبه A برابر ۱ است.

۶- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. ماخ

$$\overset{+۲\ -۳}{Fe(CN)_۶^{۴-}} + \overset{+۶}{Cr_۲O_۷^{۲-}} + H^+ \rightarrow \overset{+۳}{Fe^{۳+}} + \overset{+۴}{CO_۲} + \overset{+۵}{NO_۳^-} + \overset{+۳}{Cr^{۳+}} + H_۲O$$

$۶\times۸\uparrow$ $۶\times۲\uparrow$ $۲\times۳\downarrow$

پس به ازای هر $Fe(CN)_۶^{۴-}$، $۶\times۲+۶\times۸=۶۰$ درجه اکسایش و به ازای هر $Cr_۲O_۷^{۲-}$، $۲\times۳=۶$ درجه کاهش داریم. پس نسبت ضریب $\frac{Cr_۲O_۷^{۲-}}{Fe(CN)_۶^{۴-}}$ برابر $\frac{۶۰}{۶}=۱۰$ می‌باشد. حال بقیه ضرایب را بدست می‌آوریم:

$$Fe(CN)_۶^{۴-} + ۱۰\,Cr_۲O_۷^{۲-} + ۸۰\,H^+ \rightarrow Fe^{۳+} + ۶\,CO + ۶\,NO_۳^- + ۲۰\,Cr^{۳+} + ۴۰\,H_۲O$$

توجه : ضریب H^+ را از روی موازنه‌ی بار دو سمت واکنش به‌دست می‌آوریم و از روی آن ضریب $H_۲O$ را به‌دست می‌آوریم.

تعداد الکترون‌های جابه‌جا شده = تعداد درجه اکسایش = تعداد درجه کاهش = ۶۰

۷- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. ماخ

$$[X]_۰ = [Y]_۰ = \frac{۱۰}{۱۰} = ۱ mol/Lit$$

	$۳X$	+	$۲Y$	$\rightarrow$	Z
غلظت اولیه:	۱		۱		
غلظت پایانی:	$۱-۳x$		$۱-۲x$		

$$[X]=\frac{۱}{۲}[Y]\Rightarrow ۱-۳x=\frac{۱}{۲}(۱-۲x)\Rightarrow ۲-۶x=۱-۲x\Rightarrow x=۰/۲۵$$

$$\Rightarrow\begin{cases}[X]=۱-۳x=۰/۲۵\\[Y]=۱-۲x=۰/۵\end{cases}$$

$$\frac{[X]_۰}{[X]}=\frac{۱}{۰/۲۵}=۴\ ,\ \frac{[Y]_۰}{[Y]}=\frac{۱}{۰/۵}=۲\quad ;\quad \frac{r_۰}{r}=۴\Rightarrow ۴^{n}\times ۲=۴\Rightarrow ۲^{۲n}=۲\Rightarrow ۲n=۱\Rightarrow n=\frac{۱}{۲}$$

۸- ماخ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

نیم واکنش کاتدی: $O_{۲(g)}+۴e^-+۴H^+_{(aq)}\rightleftarrows ۲H_۲O_{(l)}$

نیم واکنش آندی: $۴OH^-_{(aq)}\rightleftarrows O_{۲(g)}+۴e^-+۲H_۲O_{(l)}$

هر عاملی که نیم‌واکنش‌های آندی وکاتدی را به سمت راست جابه‌جا کند باعث افزایش ولتاژ سلول و هر عاملی که آن‌ها را به سمت چپ جابه‌جا کند باعث کاهش ولتاژ سلول می‌شود. افزودن $HNO_۳$ به محلول آند OH^- را مصرف کرده و نیم‌واکنش آندی را به سمت چپ جابجا می‌کند پس ولتاژ سلول کاهش می‌یابد. همچنین افزودن $NaOH$ به محلول کاتد H^+ را مصرف کرده نیم‌واکنش کاتدی به سمت چپ جابه‌جا شده ولتاژ سلول کاهش می‌یابد.

۹- ماخ گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

$$\begin{matrix}\begin{cases}MgSO_۴\\NaCl\end{cases}&\rightarrow&\begin{cases}MgSO_۴.۷H_۲O\\NaCl\end{cases}\\ ۲۰g&&۳۲/۶g\end{matrix}$$

جرم آب اضافه شده $۳۲/۶-۲۰=۱۲/۶g$

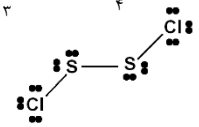
$$۱۲/۶g\,H_۲O\times\frac{۱mol\,H_۲O}{۱۸g\,H_۲O}\times\frac{۱mol\,MgSO_۴.۷H_۲O}{۷mol\,H_۲O}\times\frac{۱mol\,MgSO_۴}{۱mol\,MgSO_۴.۷H_۲O}\times\frac{۱۲۰g\,MgSO_۴}{۱mol\,MgSO_۴}=۱۲g\,MgSO_۴\Rightarrow$$

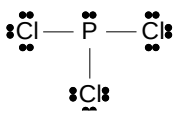
$$m_{NaCl}=۲۰-۱۲=۸g$$

$$\%NaCl=\frac{۸}{۲۰}\times ۱۰۰=۴۰\%$$

۱۰- ماخ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

۱) $Fe\ ClO_۴{}_۳\rightarrow ClO_۴^-:۴\times -۲+x=-۱\rightarrow x=+۷$

$S_۲Cl_۲\rightarrow$  $x=-۱\rightarrow$ تفاوت عدد اکسایش کلر $=۸$

۲) $PCl_۳$  $x=-۱$

$Cu(ClO_۲)_۲\rightarrow ClO_۲^-:۲\times(-۲)+x=-۱\rightarrow x=+۳\rightarrow$ تفاوت $=۴$

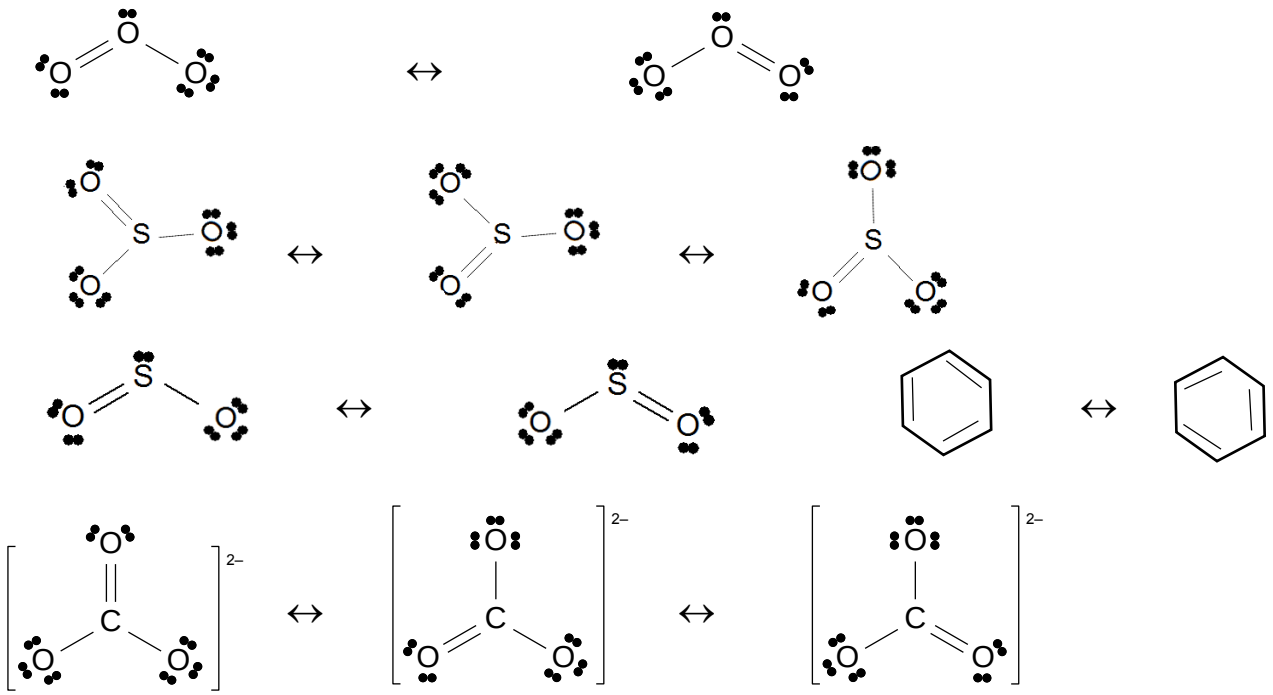
۳) $Cl_۲O_۷\rightarrow ۷\times(-۲)+۲x=۰\rightarrow x=+۷$

$ClO_۳^-\rightarrow ۳\times(-۲)+x=-۱\rightarrow x=+۵\rightarrow$ تفاوت $=۲$

۴) $HClO_۳\rightarrow +۱+x+۳\times(-۲)=۰\rightarrow x=+۵$

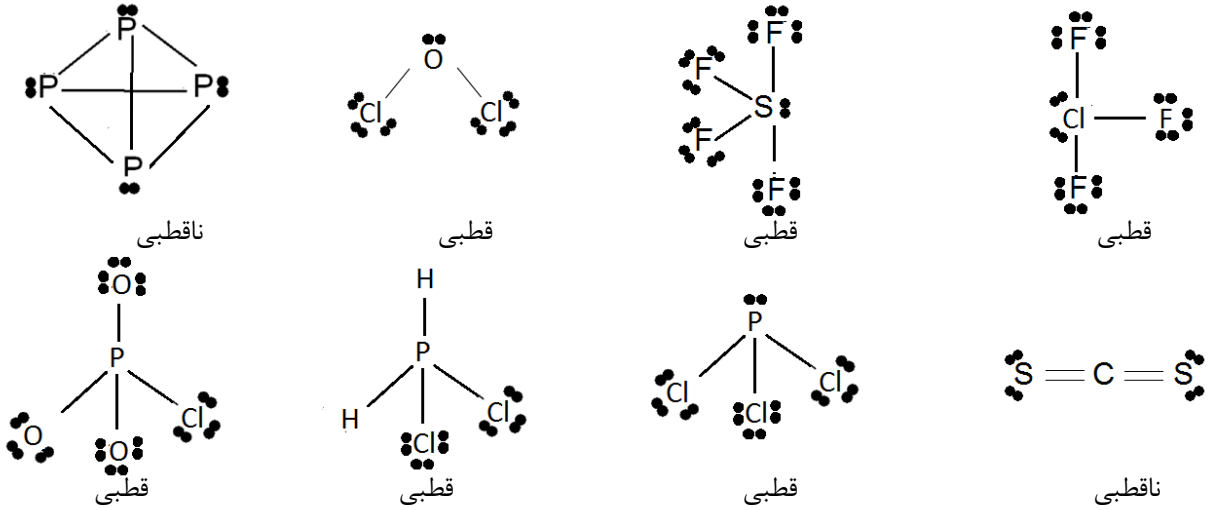
$K^+Cl^-\rightarrow x=-۱\rightarrow$ تفاوت $=۶$

۱۱- ماخ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.



Cl_2O، C_2H_4 و H_3CCHO فاقد ساختارهای رزونانسی هستند.

۱۲- ماخ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.



۱۳- ماخ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

نکته: انرژی شبکه $\propto$ (بار کاتیون × بار آنیون × تعداد آنیون و کاتیون در هر واحد فرمولی)

چنانچه در هنگام مقایسه انرژی شبکه بین دو ترکیب عبارت بالا برای آنها باهم برابر شد ترکیبی که فاصله بین هسته‌ای (شعاع کاتیون + شعاع آنیون) کوچکتری داشته باشد انژی شبکه‌ی بیشتری دارد.

۱) $MgO : ۲ \times ۲ \times ۲ = ۸$

$\begin{cases} Na_2O : ۱\times۲\times۳=۶ \\ MgF_2 : ۲\times۱\times۳=۶ \end{cases} \rightarrow \begin{cases} r_{Mg^{2+}} < r_{Na^+} \\ r_{F^-} < r_{O^{2-}} \end{cases}$ → فاصله بین هسته‌ای در MgF_2 کمتر و انرژی شبکه در آن بیشتر است.

→ انرژی شبکه : $MgO > MgF_2 > Na_2O$

۲) $Cr_2O_3 : ۳\times۲\times۵=۳۰$

$\begin{cases} CaCl_2 : ۲\times۱\times۳=۶ \\ K_2S : ۱\times۲\times۳=۶ \end{cases} \rightarrow \begin{cases} r_{Ca^{2+}} < r_{K^+} \\ r_{Cl^-} < r_{S^{2-}} \end{cases}$ → فاصله بین هسته‌ای در $CaCl_2$ کمتر و انرژی شبکه در آن بیشتر است.

→ انرژی شبکه : $Cr_2O_3 > CaCl_2 > K_2S$

۳) $Al_2O_3 : ۳\times۲\times۵=۳۰$

$\begin{cases} AlF_3 : ۳\times۱\times۴=۱۲ \\ NaF : ۱\times۱\times۲=۲ \end{cases}$ → انرژی شبکه : $Al_2O_3 > AlF_3 > NaF$

۴) $Fe_2O_3 : ۳\times۲\times۵=۳۰$

$\begin{cases} FeO : ۲\times۲\times۲=۸ \\ FeCl_2 : ۲\times۱\times۳=۶ \end{cases}$ → انرژی شبکه : $Fe_2O_3 > FeO > FeCl_2$

۱۴- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$PH_{CH_3COOH} = PH_{HCl} \rightarrow \left[H^+\right]_{CH_3COOH} = \left[H^+\right]_{HCl}$$

$$HCl \overset{۱۰۰\%}{\rightarrow} H^+ + Cl^-$$

اولیه : $۱۰^{-۳}$ — —

نهایی : — $۱۰^{-۳}$ $۱۰^{-۳}$

$\rightarrow \left[H^+\right]_{HCl} = ۱۰^{-۳} \rightarrow \left[H^+\right]_{CH_3COOH} = ۱۰^{-۳}$

$$\begin{cases} CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+ \\ ۰/۰۵ \quad\quad ۱۰^{-۳} \quad\quad ۱۰^{-۳} \end{cases} \qquad \left[H^+\right] = \left[CH_3COO^-\right] = ۱۰^{-۳},\ \left[CH_3COOH\right] = ۰/۰۵$$

$$\rightarrow Ka_{CH_3COOH} = \frac{\left[H^+\right]\left[CH_3COO^-\right]}{\left[CH_3COOH\right]} = \frac{۱۰^{-۳}\times۱۰^{-۳}}{۰/۰۵} = ۲\times۱۰^{-۵}$$

۱۵- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$$

اولیه : C_0 — —

تعادلی : $C_0 - x$ x x

$$\alpha\left(\text{درجه تفکیک}\right) = \frac{\text{مقدار تفکیک شده اسید}}{\text{مقدار اولیه اسید}} = \frac{x}{C_0} = \frac{\left[H^+\right]}{C_0} \Rightarrow \left[H^+\right] = C_0\alpha$$

$$[H^+]=10^{-PH} \rightarrow \frac{[H^+]_{CH_3COOH}}{[H^+]_{HF}}=\frac{10^{-PH_{CH_3COOH}}}{10^{-PH_{HF}}}=10^{-(PH_{CH_3COOH}-PH_{HF})}=10^{-1}=0/1$$

$$\frac{[H^+]_{CH_3COOH}}{[H^+]_{HF}}=0/1 \Rightarrow \begin{cases} \frac{C_{\circ CH_3COOH}\times\alpha_{CH_3COOH}}{C_{\circ HF}\times\alpha_{HF}}=0/1 \\ \frac{C_{\circ CH_3COOH}}{C_{\circ HF}}\times\frac{1/2\times10^{-2}}{2/4\times10^{-2}}=0/1 \rightarrow \frac{C_{\circ CH_3COOH}}{C_{\circ HF}}=0/2 \end{cases}$$

۱۶- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$\begin{cases} C_{\circ 1}: & \text{غلظت اولیه اسید درمحلول ۱} \\ C_{\circ 2}: & \text{غلظت اولیه اسید در محلول ۲} \\ C_{\circ 3}: & \text{غلظت اولیه اسید در محلول ۳} \end{cases}$$

$$[H^+]=[A^-] \rightarrow Ka=\frac{[H^+][A^-]}{[HA]}=\frac{[H^+]^2}{C_\circ}$$

ثابت تعادل تنها تابع دماست پس برای دو محلول باید ثابت تعادل برابر باشد.

$$Ka=\frac{[H^+]_1^2}{C_{\circ 1}} \rightarrow C_{\circ 1}=\frac{(10^{-4})^2}{Ka}=\frac{10^{-8}}{Ka}$$

$$Ka=\frac{[H^+]_2^2}{C_{\circ 2}} \rightarrow C_{\circ 2}=\frac{(10^{-3/5})^2}{Ka}=\frac{10^{-7}}{Ka}$$

$$C_{\circ 3}=\frac{C_{\circ 1}\times V_1+C_{\circ 2}\times V_2}{V_1+V_2}=\frac{\frac{10^{-8}}{Ka}\times 4+\frac{10^{-7}}{Ka}\times 1}{5}$$

$$Ka=\frac{[H^+]_3^2}{C_{\circ 3}}=\frac{[H^+]_3^2}{(\frac{10^{-8}}{Ka}\times 4+\frac{10^{-7}}{Ka}\times 1)\times\frac{1}{5}} \rightarrow [H^+]_3^2=Ka\times(\frac{4\times10^{-8}}{Ka}+\frac{10^{-7}}{Ka})\times\frac{1}{5}=2/8\times10^{-8} \rightarrow$$

$$[H^+]_3=1/673\times10^{-4} \rightarrow PH_3=3/78$$

۱۷- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

$$PH_{NH_3}=11/3 \rightarrow POH_{NH_3}=14-11/3=2/7 \rightarrow [OH^-]_{NH_3}=10^{-2/7}$$

$$[OH^-]_{NH_3}=C_{\circ NH_3}\times\alpha_{NH_3}=C_{\circ NH_3}\times 0/5\times10^{-2} \rightarrow C_{\circ NH_3}=0/4$$

$$C_{\circ HA}\times V_{HA}=C_{\circ NH_3}\times V_{NH_3} \rightarrow 100\times 0/2=0/4\times V_{NH_3} \rightarrow V_{NH_3}=50$$

۱۸- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$XO: \%X = ۸۴/۶ \rightarrow \frac{M_X}{M_X + ۱۶} \times ۱۰۰ = ۸۴/۶ \rightarrow M_X = ۸۷/۸۹۶$$

$$XO_۲: \%X = \frac{M_X}{M_X + ۲ \times ۱۶} \times ۱۰۰ = \frac{۸۷/۸۹۶}{۸۷/۸۹۶ + ۳۲} \times ۱۰۰ = ۷۳/۳\%$$

۱۹- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$۱۰۰g CaCO_۳ \times \frac{۱mol CaCO_۳}{۱۰۰g CaCO_۳} = ۱mol CaCO_۳$$

$$K = [CO_۲] = ۰/۰۱ \rightarrow n_{CO_۲} = [CO_۲] \times V = ۰/۰۱ \times ۱۰ = ۰/۱mol$$ مقدار $CaCO_۳$ تفکیک شده:

$$\rightarrow n_{CaCO_۳} \text{ باقی‌مانده} = ۱ - ۰/۱ = ۰/۹mol$$

$$CaCO_{۳(s)} + ۲HCl_{(aq)} \rightarrow CaCl_{۲(aq)} + H_۲O_{(l)} + CO_{۲(g)}$$

$$n_{HCl} = C_{HCl} \times V_{HCl} = ۱ \times ۱۰ = ۱۰mol$$

$$\begin{cases} CaCO_۳ : \frac{۰/۹}{۱} = ۰/۹ \rightarrow \text{محدود کننده} \\ HCl : \frac{۱۰}{۲} = ۵ \end{cases}$$

$$۰/۹mol CaCO_۳ \times \frac{۱mol CaCl_۲}{۱mol CaCO_۳} \times \frac{۱۱۱g CaCl_۲}{۱mol CaCl_۲} = ۹۹/۹g CaCl_۲ \simeq ۱۰۰g$$

۲۰- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

$$۲NaClO_{۳(s)} \rightarrow ۲NaCl_{(s)} + ۳O_{۲(g)}$$

$$Ca(ClO_۳)_{۲(s)} \rightarrow CaCl_{۲(s)} + ۳O_{۲(g)}$$

$$m\,g NaClO_۳ \text{ ناخالص} \times (\% \text{ خلوص } NaClO_۳) \times \frac{۱mol\,NaClO_۳}{۱۰۶/۵ g NaClO_۳} \times \frac{۳mol O_۲}{۲mol\,NaClO_۳} =$$

$$m\,g Ca(ClO_۳)_۲ \text{ ناخالص} \times (\% \text{ خلوص } Ca(ClO_۳)_۲) \times \frac{۱mol Ca(ClO_۳)_۲}{۲۰۷g Ca(ClO_۳)_۲} \times \frac{۳mol O_۲}{۱mol Ca(ClO_۳)_۲}$$

$$\rightarrow \frac{(\%\text{خلوص} NaClO_3)}{(\%\text{خلوص} Ca(ClO_3)_2)} = ۱/۰۳$$

۲۱- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$xN_۲O_۴ + ۱KI \rightarrow ۱KNO_۳ + (۲x-۱)NO + \frac{۱}{۲} I_۲$$

شروع موازنه از عنصر K: ضریب یک به KI

برای موازنه N و O مشکل داریم چون دو مجهول وجود دارد در نتیجه ادامه موازنه را با x جلو می‌رویم.

$$۴x = ۳ + (۲x-۱) \rightarrow x = ۱$$

$$\xrightarrow{\times ۲} ۲N_۲O_۴ + ۲KI \rightarrow ۲KNO_۳ + ۲NO + I_۲$$ مجموع ضرایب $= ۹$

۲۲- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

در محلول‌هایی که از غلظت ppm استفاده شده به علت غلظت کم حل‌شونده می‌توان مقدار محلول (و به تبع چگالی) آن را با حلال برابر گرفت. در نتیجه چگالی محلول برابر چگالی آب $\frac{g}{ml}$ ۱ است.

$$۲۵۰ml \text{ محلول} \times \frac{۱g \text{ محلول}}{۱ml \text{ محلول}} = ۲۵۰g$$

$$ppm Ca^{۲+} = \frac{g Ca^{۲+}}{g \text{ محلول}} \times ۱۰^{۶} \rightarrow g Ca^{۲+} = ۱۰۰ \times ۲۵۰ \times ۱۰^{-۶} = ۰/۰۲۵g$$

$$۰/۰۲۵g Ca^{۲+} \times \frac{۱mol\ Ca^{۲+}}{۴۰g Ca^{۲+}} \times \frac{۱mol CaCl_۲}{۱mol Ca^{۲+}} \times \frac{۱L \text{ محلول}}{۰/۱mol CaCl_۲} \times \frac{۱۰۰۰ ml}{۱L \text{ محلول}} = ۶/۲۵ml$$

۲۳- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

ابتدا باید واکنش‌دهنده محدودکننده را بیابیم. برای یافتن محدود کننده، ابتدا مول واکنش‌دهنده‌ها را یافته و بر ضریب استوکیومتری واکنش موازنه شده تقسیم می‌کنیم، در هرکدام که عدد کوچکتری حاصل شد، محدودکننده می‌باشد.

$$۲NH_۳ + ۳O_۲ + ۲CH_۴ \rightarrow ۲HCN + ۶H_۲O$$

$$\underset{mg}{} \quad \underset{mg}{} \quad \underset{mg}{}$$

$$\frac{m}{۱۷ \times ۲} mol \quad \frac{m}{۳۲ \times ۳} mol \quad \frac{m}{۱۶ \times ۲} mol$$

محدودکننده $O_۲$ است:

$$۴۰۰۰kg\ O_۲ \times \frac{۱\ mol O_۲}{۳۲\ g O_۲} \times \frac{۲\ mol HCN}{۳\ mol O_۲} \times \frac{۲۷\ g HCN}{۱\ mol HCN} = ۲۲۵۰kg\ HCN$$

۲۴- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

$$۱\underbrace{C_{۲۴}H_{۳۰}N_۳O}_{x\ mol} + O_۲ \rightarrow \underbrace{۲۴CO_۲}_{۲۴x\ mol}$$

$$۱\underbrace{C_{۱۲}H_{۲۲}O_{۱۱}}_{y\ mol} + O_۲ \rightarrow \underbrace{۱۲CO_۲}_{۲y\ mol}$$

جرم مولی $C_{۲۴}H_{۳۰}N_۳O = ۳۷۶\ g/mol$

جرم مولی $C_{۱۲}H_{۲۲}O_{۱۱} = ۳۴۲\ g/mol$

$$\begin{cases} ۳۷۶x + ۳۴۲y = ۱/۲ \\ (۲۴x + ۱۲y) \times ۴۴ = ۲/۳۵۷ \end{cases} \rightarrow \begin{cases} x = ۱/۰۶۱ \times ۱۰^{-۳} \\ y = ۲/۳۴ \times ۱۰^{-۳} \end{cases}$$

$$\text{درصد جرمی } C_{۲۴}H_{۳۰}N_۳O = \frac{\text{جرم } C_{۲۴}H_{۳۰}N_۳O}{\text{جرم کل مخلوط}} \times ۱۰۰ = \frac{۱/۰۶۱ \times ۱۰^{-۳} mol \times ۳۶۷\ g.mol^{-۱}}{۱/۲g} \times ۱۰۰ = ۳۳\%$$

۲۵- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

$$\text{مولاریته } C_{12}H_{22}O_{11} = \frac{\text{مول } C_{12}H_{22}O_{11}}{\text{لیتر محلول}}$$

$$12g\,C_{12}H_{22}O_{11} \times \frac{1\ mol\,C_{12}H_{22}O_{11}}{342\ g\,C_{12}H_{22}O_{11}} = 0/0351\ mol$$

$$\text{محلول } 1\,L \times \frac{\text{محلول } 1000\,ml}{\text{محلول } 1/04g} \times \frac{\text{محلول } 1\,ml}{\text{محلول } 112g} = 0/1077\,L \text{ محلول} \quad \text{حل‌شونده } 12g + \text{آب } 100g = \text{محلول } 112g$$

$$\rightarrow M = \frac{0/035\,mol}{0/1077\,L} = 0/326$$

۲۶- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

با جمع دو واکنش، ثابت تعادل آن‌ها در هم ضرب می‌شود، در نتیجه داریم:

$$H_3PO_4 \leftrightarrows 2H^+ + HPO_4^{2-} \qquad K = Ka_1 \times Ka_2 = 10^{-9/3} = \frac{[H^+]^2 \times [HPO_4^{2-}]}{[H_3PO_4]}$$

$$\rightarrow [H^+] = \sqrt{10^{-9/3}} = 10^{-4/65} \rightarrow PH = -\log(10^{-4/65}) = 4/65$$

۲۷- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$OH^-_{(aq)} + CO_{2(aq)} \rightleftharpoons HCO^-_{(aq)}$$

$$\text{تعادل } K = \frac{k \text{ رفت}}{k \text{ برگشت}} = \frac{k_1}{k_{-1}} = \frac{1/4 \times 10^4}{1 \times 10^{-4}} = 1/4 \times 10^8 = \frac{[HCO_3^-]}{[OH^-][CO_2]} \rightarrow [OH^-] \times [CO_2] = \frac{2/8 \times 10^{-1}}{1/4 \times 10^8} = 2 \times 10^{-9}$$

۲۸- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$1N_{2\,(g)} + 2H_{2\,(g)} \rightarrow 1N_2H_{4(g)} \qquad \Delta H_f(N_2H_4) = ?$$

با توجه به سؤال داریم:

$$1\ mol\ N_2H_{4\,(g)} \text{ مجموع انرژی‌های پیوند در} = 1715kJ$$

$$1\ mol\ N_{2(g)} \text{ مجموع انرژی‌های پیوند در} = 964kJ$$

$$1\ mol\ H_{2(g)} \text{ مجموع انرژی‌های پیوند در} = 436kJ$$

$$\Delta H \text{ واکنش} = \text{مجموع انرژی پیوند فرآورده‌ها} - \text{مجموع انرژی پیوند واکنش‌دهنده‌ها} = 1 \times 964 + 2 \times 436 - 1 \times 1715 = 121kJ$$

۲۹- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

برای این‌که دما تغییر نکند، گرمایی نباید در کل مبادله شود، در نتیجه گرمای آزاد شده و مصرف شده باید برابر باشد.

$$\begin{cases} a\,mol\,A \\ b\,mol\,B \end{cases} \rightarrow |-84000| \times a = 21000 \times b \rightarrow \frac{b}{a} = 4\ ,\ \frac{a}{b} = 0/25$$

۳۰- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$۲CH_۲CHCN_{(l)} + ۱۰\ O_{۲(g)} \rightarrow ۶CO_{۲(g)} + ۳\,H_۲O_{(l)} + N_{۲(g)} \qquad \Delta H = -۳۵۲۲kJ$$

$$\Delta H \text{ واکنش} = \sum \Delta H_f \text{ فراورده‌ها} - \sum \Delta H_f \text{ واکنش‌دهنده‌ها}$$

$$\rightarrow -۳۵۲۲kJ = (۶ \times \Delta H_f CO_۲ + ۳ \times \Delta H_f H_۲O + \Delta H_f N_۲) - (۲\Delta H_f CH_۲CHCN + ۱۰\Delta H_f O_۲)$$

$$\rightarrow -۳۵۲۳ = (۶ \times -۳۹۴ + ۳ \times -۲۸۶ + ۰) - (۲\Delta H_f CH_۲CHCN + ۰)$$

$$\rightarrow \Delta H_f CH_۲CHCN = ۱۵۰ \frac{kJ}{mol}$$

$$C_۲H_۲(g) + HCN(g) \rightarrow CH_۲CHCN(l) \quad \Delta H = ?$$

$$\Delta H = \Delta H_f CH_۲CHCN - (\Delta H_f C_۲H_۲ + \Delta H_f HCN) \quad \rightarrow \quad \Delta H = ۱۵۰ - (۲۲۷ + ۱۳۰) = -۲۰۷kJ$$

۳۱- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

قبل از واکنش $\begin{cases} x_{mol} & O_۲ \\ ۲۰x_{mol} & He \end{cases}$ $\qquad O_۲ \rightarrow \frac{۳}{۲}O_۲$ $\qquad$ بعد از واکنش $\begin{cases} \frac{۳}{۲}x_{mol}\,O_۲ \times \frac{۳۲g\,O_۲}{۱mol\,O_۲} = \frac{۳}{۲}x \times ۳۲ \\ ۲۰x_{mol}He \times \frac{۴gHe}{۱mol\,He} = ۲۰x \times ۴ \end{cases}$

گرمای آزاد شده هنگام تجزیه $O_۳$ توسط مواد باقی مانده بعد از واکنش جذب شده و صرف افزایش دما شده است.

جذب شده $Q = m_۱c_۱\Delta T(O_۲ \text{ برای گاز}) + m_۲c_۲\Delta T(He \text{ برای گاز})$

$$\rightarrow Q = \left[(\frac{۳}{۲}x \times ۳۲)g \times ۰/۹۴\frac{J}{g^\circ c} \times (۳۱۰ - ۰)^\circ c\right] + \left[(۲۰x \times ۴)g \times ۵/۲\frac{J}{g^\circ c}(۳۱۰ - ۰)^\circ c\right]$$

$$\rightarrow Q = ۱۴۲۹۴۷/۲J = ۱۴۲/۹۴۷ \times xKJ \leftrightarrow x \text{ مول } O_۳ \text{ گرمای آزاده شده به ازای تجزیه}$$

$$\rightarrow \Delta H = -\frac{۱۴۲/۹۴۷xKJ}{x_{mol}} \simeq -۱۴۲/۹\frac{KJ}{mol}$$

$$\frac{۳}{۲}O_۲(g) \rightarrow O_۳(g) \qquad \Delta H_f O_۳ = +۱۴۲/۹\frac{kJ}{mol}$$

۳۲- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

حجم ظرف $= ۲(L)$

	$AB_{(g)}$	$\rightleftharpoons$	$A_{(g)}$	$+$	$B_{(g)}$
مقدار اولیه	$n\ mol$		۰		۰
مقدار تعادلی	$n - ۰/۸n$		$۰ + ۰/۸n$		$۰ + ۰/۸n$
غلظت تعادلی	$\frac{۰/۲n(mol)}{۲(L)}$		$\frac{۰/۸n(mol)}{۲(L)}$		$\frac{۰/۸n(mol)}{۲(L)}$

ثابت تعادل $K = \frac{[A][B]}{[AB]} = \frac{۰/۴n \times ۰/۴n}{۰/۱n} = ۱/۶n$

پیشرفت واکنش برابر ۸۰% است درنتیجه $۰/۸n$ مول از AB تجزیه شده است.

۳۳- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$[C]=[D]=۴[A]=۴[B]=a \rightarrow [C]=[D]=a \ , \ [A]=[B]=\frac{a}{۴}$$

با توجه به سؤال برای راحتی کار a را مساوی ۴ در نظر می‌گیریم:

$$[A]=[B]=۱M \qquad [C]=[D]=۴M$$

$$A_{(aq)} + B_{(aq)} \rightleftharpoons C_{(aq)} + D_{(aq)}$$

غلظت‌های تعادل اول	۱	۱	۴	۴	$k=\frac{[C][D]}{[A][B]}=۱۶$
	$\downarrow +۱۰\%$	$\downarrow +۱۰\%$			
قبل از تعادل دوم	۱/۱	۱/۱	۴	۴	
پس از رسیدن دوباره به تعادل	$۱/۱-x$	$۱/۱-x$	$۴+x$	$۴+x$	

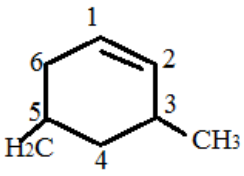
در تعادل دوم $\rightarrow \frac{(۴+x)(۴+x)}{(۱/۱-x)(۱/۱-x)}=۱۶ \rightarrow \frac{(۴+x)^۲}{(۱/۱-x)^۲}=۱۶ \xrightarrow{\sqrt{\ }} \frac{۴+x}{۱/۱-x}=۴ \rightarrow x=۰/۰۸$

درصد افزایش غلظت C و D نسبت به تعادل اولیه $= \frac{۰/۰۸}{۴} \times ۱۰۰ = ۲\%$

۳۴- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

در سیکلو آلکن ها شماره‌گذاری به‌طوری است که به دو کربن پیوند دوگانه شماره ۱ و ۲ داده شود و زودتر به شاخه فرعی برسد.

نام صحیح: 3,5 - dimethylcyclohexene

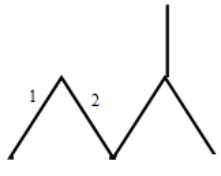


۳۵- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

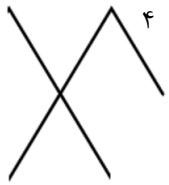
هیدروکربن‌های شاخه‌دار $C_۶H_{۱۰}$ با درجه سیرنشدگی ۲ طبق سؤال فقط یک پیوند سه‌گانه دارد.

شماره‌گذاری برای حالت‌های ممکن قرار گیری پیوند سه‌گانه

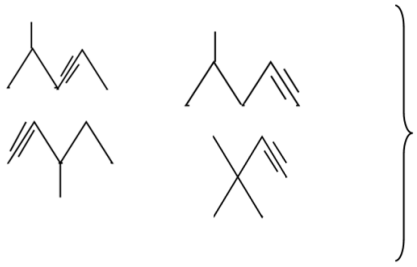
شاخه‌ی اصلی ۵ کربنه:



شاخه‌ی اصلی ۴ کربنه:



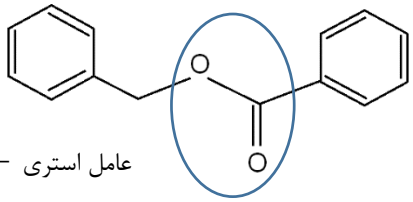
۴ ایزومر



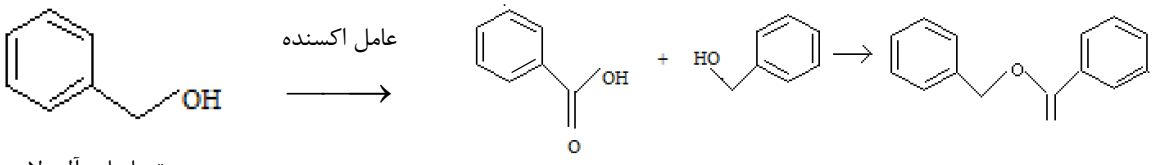
۳۶- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

با توجه به کتاب در شیمی اول دبیرستان، شیمی سبز در پی طراحی فرایندهایی است که بتوان مصرف و تولید مواد خطرناک (مثل حلال) را کاهش داد و یا متوقف کرد به علاوه با کاهش تولید مواد ناخواسته، استفاده از ترکیبات شیمیایی کمتر شده. در مورد CFC ها هم توافق شده تا تولید آن کاهش یابد، جابه‌جایی کارخانه‌ها در سوراخ شدن لایه اوزون تأثیری ندارد. «الف و ب» صحیح بوده ولی «ج» غلط است.

۳۷- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

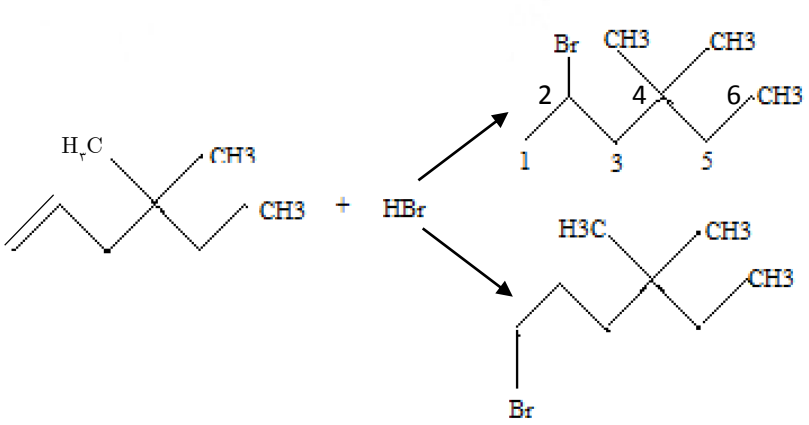


عامل استری ← مکانیزم استری شدن



تنها ماده آلی لازم

۳۸- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.



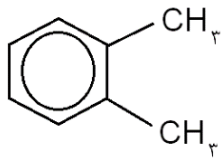
محصول اصلی بر اساس قاعده مارکونیکوف

محصول فرعی در گزینه‌ها نیست

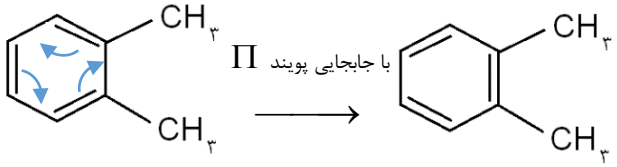
نام‌گذاری: شماره‌گذاری از سمتی که زودتر به شاخه فرعی برسیم ← ۲- برومو -۴،۴- دی متیل هگزان

۳۹- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

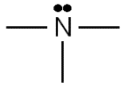
این ترکیب دارای دو فرم رزونانسی یکسان است که در واقعیت به‌صورت میانگینی از هردو (هیبرید رزونانس) بوده بنابراین این‌گونه نیست که ترکیب‌ها به یکی از این دو فرم وجود داشته باشد یا لحظه‌ای در فرم C و در لحظه‌ای بعد در فرم D باشد. بنابراین تعادلی بین آن‌ها وجود ندارد و این‌گونه نیست که ما مخلوطی از هر دو داشته باشیم بلکه یک ترکیب حد واسط داریم.



هیبرید رزونانس C و D ←



۴۰- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

هر چهار ترکیب از سمت گروه کربوکسیل و گروه آمین  می‌توانند با مولکول‌های آب پیوند هیدروژن برقرار کنند. از نظر قطبیت اسیدها به دلیل قطبیت بیشتر انتظار می‌رود انحلال پذیری بیشتری نسبت به گروه عاملی استری داشته باشد، همچنین هرچه گروه آلکلیل بیشتری در ترکیب باشد، قسمت غیر قطبی مولکول بزرگتر شده در نتیجه انحلال‌پذیری آن کمتر می‌شود.

آمین نوع یک (ترکیب E) نسبت به امین نوع ۳ (ترکیب H) می‌تواند پیوند هیدروژنی بیشتری با مولکول‌های آب برقرار کند.(به علت هیدروژن متصل به نیتروژن در آمین نوع یک)

با توجه به توضیحات داده شده ترکیب E بیشترین حلالیت را در گزینه‌ها دارد.