

المپیاد کشوری مبتکران

اگر علم در ثریا هم باشد مردانی از پارس به آن دست می یابند.

رسول اکرم (ص)

توجه:

- این سولات تعدادی از سولات آزمون المپیاد کشوری مبتکران به همراه پاسخ تشریحی آن می باشد که در تاریخ ۲۹ دی ۱۳۸۷ برگزار گردید.
- در صورت تمایل جهت دریافت مابقی سولات به باشگاه المپیادهای علمی مبتکران مراجعه یا تماس حاصل فرمایید.
- این باشگاه آمادگی دارد در صورت تمایل مدارس سراسر کشور نسبت به برگزاری کلاس المپیاد و یا معرفی اساتید المپیاد اقدام نماید.

آدرس مرکز المپیادهای علمی مبتکران:

تهران - میدان انقلاب - خیابان ۱۲ فروردین - نرسیده به خیابان وحید نظری - بن بست خسروی - پلاک ۲ - طبقه ۲

تلفن: ۰۲۱-۶۶۴۸۷۹۲۹

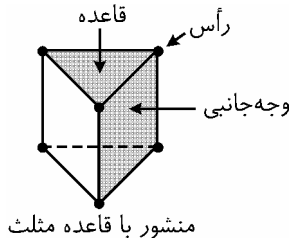
Website: www.mobtakeran.com

کلیه حقوق مادی و معنوی این دفترچه متعلق به شرکت آموزشی و فرهنگی مبتکران بوده و هرگونه تکثیر و بهره برداری بدون ذکر منبع و کسب مجوز ممنوع بوده و پیگرد قانونی دارد.





۱- سلول واحد یک ترکیب یونی به صورت منشور با قاعده‌ی مثلث به صورت شکل مقابل است که یون‌های A بر روی رئوس و مرکز وجوه جانبی منشور و یون‌های B در مرکز قاعده‌های منشور و یک یون B در مرکز منشور قرار گرفته است. فرمول این ترکیب یونی کدام است؟



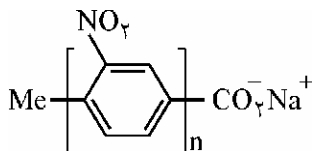
AB (۱)

A_۲B (۲)

A_۳B (۳)

AB_۳ (۴)

۲- تعداد فرم‌های رزونانسی ساختار روبه‌رو کدام است؟



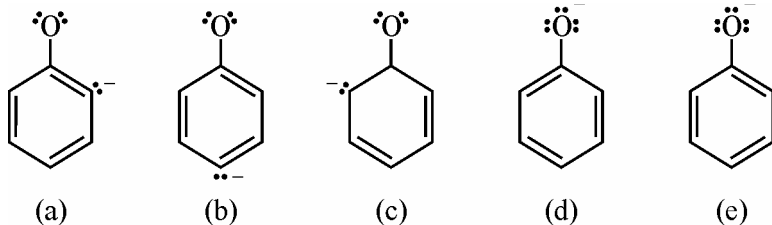
۲^{۲n+۱} (۳)

۲ⁿ (۱)

۲^{n+۱} (۴)

۲^{۲n} (۲)

۳- از دید مکانیک کوانتومی توزیع الکترونی هر ساختار به وسیله‌ی یک تابع موج نمایش داده می‌شود. ($\psi = \text{سای}$) تابع موج واقعی ψ از ترکیب (superposition) توابع موجی رزونانسی ایجاد می‌شود مثلاً برای NO_2^- داریم: $\psi = a\psi_1 + b\psi_2$, $a = b$ است یعنی درصد همکاری رزونانسی فرم دارای تابع موج ψ_1 با فرم رزونانس دارای تابع موج ψ_2 برای تشکیل ψ برابر است. در واقع احتمال حضور هر دو فرم برابر است این تابع برای سایر ترکیبات با توجه به تعداد رزونانس‌ها نوشته می‌شود: برای یون فنولات ($\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-$) داریم:



$$\psi = a\psi_1 + b\psi_2 + c\psi_3 + d\psi_4 + e\psi_5$$

تابع موج کلی فنولات را می‌توان صورت روبه‌رو نوشت:

چه ارتباطی میان ضرایب a و b و c و d و e وجود دارد؟

e = d < b < a = c (۴)

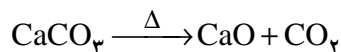
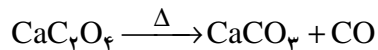
a = c < b < e = d (۳)

b < a = c < e = d (۲)

e = d < a = c < b (۱)



۴- $2/43 \text{ gr}$ کلسیم اگزالات را در یک واکنشگاه تحت واکنش های زیر قرار می دهیم.



در نهایت نسبت فشار CO_2 به فشار CO برابر $0/840$ است. مقدار CaO به دست آمده را محاسبه کنید. (فرض کنید واکنش اول به طور کامل انجام شده است.)

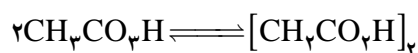
۵۴۱ mg (۴)

۷۵۳ mg (۳)

۹۴۲ mg (۲)

۸۹۶ mg (۱)

۵- بیستونی حاوی استیک اسید که دارای فشار 2 atm است تا حجم 10 برابر حجم اولیه منبسط می کنیم در همان دما فشار به $0/24 \text{ atm}$ می رسد. در حالت اول چند درصد از استیک اسید به دایمر خود تبدیل شده بود؟ [از تقریب های منطقی که حل مسئله را ممکن می کند استفاده کنید.] برای حل مسئله از اطلاعات ابتدای مسئله قبل استفاده کنید.



۱۹/۴

%

(۴)

۱۴/۳ % (۳)

۲۲/۱ % (۲)

۱۶/۷ % (۱)

۶- دانش آموزی به کمک یک گرماسنج بمبی، مقدار ΔU یک واکنش را به دست آورده است. با فرض ایده آل بودن گازهای تشکیل شده و یا حاضر در ظرف واکنش، و صرف نظر از حجم جامدات موجود در ظرف، کدام رابطه، ΔH واکنش را دقیق تر به دست می دهد؟

$$\Delta H = \Delta U + R(n_p(g)T_p - n_r(g)T_r) \quad (3)$$

$$\Delta H = \Delta U + P\Delta V \quad (1)$$

$$\Delta H = \Delta U + \text{انرژی فعالسازي اولیه} \quad (4)$$

$$\Delta H = \Delta U + RT(n_p(g) - n_r(g)) \quad (2)$$

۷- کدام یک از عبارات های زیر همواره صحیح است؟

$$\Delta G - \Delta A = \Delta(PV) \quad (4)$$

$$\Delta H = nC_p\Delta T \quad (3)$$

$$\Delta U = Q + W \quad (2)$$

$$\Delta S = \frac{Q}{T} \quad (1)$$

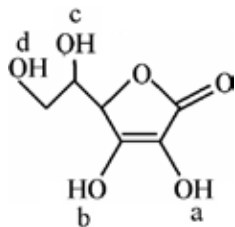
۸- 4 gr NaOH را در 100 cc آب حل کردیم و افزایش دمای آب برابر ΔT_1 شد. بار دیگر همین مقدار NaOH را در 200 cc آب حل می کنیم. افزایش دما (ΔT_2) چه نسبتی با ΔT_1 دارد؟

$$\Delta T_2 < \frac{\Delta T_1}{2} \quad (4)$$

$$\Delta T_2 > \frac{\Delta T_1}{2} \quad (3)$$

$$\Delta T_2 = \frac{\Delta T_1}{2} \quad (2)$$

$$\Delta T_2 = \Delta T_1 \quad (1)$$



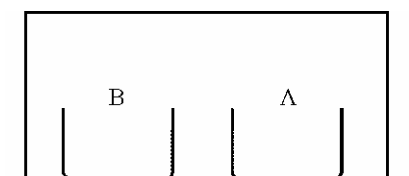
۹- اسیدی ترین هیدروژن ترکیب زیر (آسکوربیک اسید) کدام است؟

- a (۱)
b (۲)
c (۳)
d (۴)

۱۰- میزان نزول نقطه‌ی انجماد برای یک محلول ۲٪ جرمی از استیک اسید در یک حلال آلی ۰/۷۲ برابر میزان نزول نقطه‌ی انجماد برای یک محلول ۰/۱ مولال از یک حل شونده‌ی غیر فرار در همان حلال است. با صرف نظر کردن از تفکیک یا تجمع این حل شونده غیر فرار، چند درصد از کل مولکول‌های استیک اسید به صورت دimer در این حلال وجود دارند (از تفکیک استیک اسید در این حلال صرف نظر کنید و فرض کنید استیک اسید در این حلال فقط به صورت دimer و مونومر وجود دارد) (C = ۱۲, H = ۱, O = ۱۶)

- (۱) ۲۱٪ (۲) ۷۹٪ (۳) ۵۰٪ (۴) ۱۲٪

۱۱- دو ظرف یکسان A و B، همانند شکل زیر، در زیر یک درپوش شیشه‌ای قرار دارند. در ابتدا، ظرف A شامل ۵۰ گرم از یک حل شونده غیر فرار در ۱۰۰ گرم آب است و ظرف B شامل ۲۵ گرم از همان حل شونده در ۲۰۰ گرم آب است. محتوای دو ظرف A و B پس از گذشت مدت زمان طولانی، به ترتیب از راست به چپ عبارت است از: (فرض کنید دما در این مدت ثابت است و تمام حل شونده به طور کامل حل می‌گردد)



- (۱) ۵۰gr + ۱۰۰gr H₂O حل شونده، ۲۵gr + ۲۰۰gr H₂O حل شونده
(۲) ۲۵gr + ۹۰gr H₂O حل شونده، ۵۰gr + ۲۱۰gr H₂O حل شونده
(۳) ۵۰gr + ۲۰۰gr H₂O حل شونده، ۲۵gr + ۱۰۰gr H₂O حل شونده
(۴) ۵۰gr + ۱۵۰gr H₂O حل شونده، ۲۵gr + ۱۵۰gr H₂O حل شونده

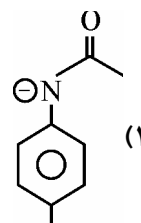
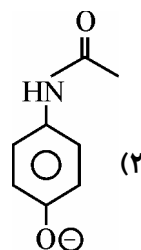
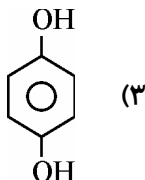
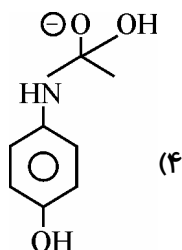
۱۲- یک نمونه‌ی آبی شامل CH₃CH₂OH، CH₃COOH، CH₃C(=O)CH₃ (همگی محلول در آب) را به یک ستون کروماتوگرافی شامل ذرات سیلیکاژل (SiO₂) به عنوان فاز ساکن، تزریق می‌کنیم. ترتیب خارج شدن هر کدام از این ۳ ترکیب آلی از انتهای ستون، به ترتیب از راست به چپ: (آب به عنوان فاز متحرک است)

- (۱) CH₃CH₂OH، CH₃CO₂H، CH₃C(=O)CH₃
(۲) CH₃C(=O)CH₃، CH₃CO₂H، CH₃CH₂OH
(۳) CH₃C(=O)CH₃، CH₃CH₂OH، CH₃CO₂H
(۴) CH₃CH₂OH، CH₃C(=O)CH₃، CH₃CO₂H

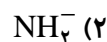


۱۳- ساختار استامینوفن (پارا استامول) را می بینید،

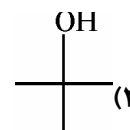
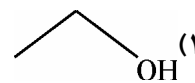
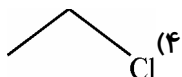
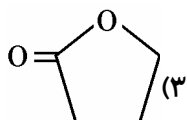
اگر روی آن یک اکی والان OH^- بریزیم به کدام ساختار می رسیم؟



۱۴- کدام یک از هسته دوست های زیر بیشترین میزان جانشینی نسبت به حذف را می دهد؟



۱۵- کدام یک نه در محلول اسیدی پایدار است و نه در محلول بازی؟



جرم های اتمی:

H: ۱, N: ۱۴, O: ۱۶, Na: ۲۳, P: ۳۱, Cl: ۳۵.۵, Zn: ۶۵, Ag: ۱۰۸, k: ۳۹

پاسخنامه تشریحی:

۱- گزینه ی ۱):

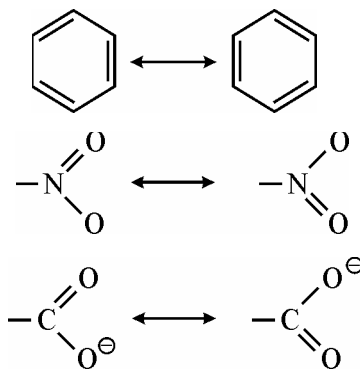
موضوع	سهم
مرکز منشور	۱
قاعده	$\frac{1}{3}$
وجه جانبی	$\frac{1}{3}$
رأس	$\frac{1}{12}$

$$A \text{ سهم} = 6 \times \frac{1}{12} + 3 \times \frac{1}{3} = 2A$$

$$B \text{ سهم} = 1 \times 1 + 2 \times \frac{1}{3} = 2B$$

$$2A, 2B \rightarrow AB$$

۲- گزینه ی ۳): ساختار بنزن دو رزونانس دارد:



هر NO_2 - نیز دو فرم رزونانسی دارد:

هر گروه کربوکسیلات نیز دارای دو فرم رزونانسی می باشد:

هر ساختار داخل پراتنز دارای یک بنزن و یک گروه نیترو است پس تعداد رزونانس های آن $2 \times 2 = 4$ می شود. و چون n تا از این ساختار موجود است $4^n = 2^{2n}$ فرم از آن ناشی می شود و با فرض ۲ حالت مربوط به گروه کربوکسیلات انتهایی در کل 2^{2n+1} فرم رزونانسی موجود است.

۳- گزینه ی ۳): اکسیژن به دلیل الکترو نگاتیوی بیشتر نسبت به کربن، موضع بهتری برای بار منفی ملکول است. بنا براین ساختارهای c و d به طور مساوی، از سایر ساختارها پایدار ترند. بین سه ساختار باقیمانده ی c, b, a ساختار b به دلیل تقارن و دور بودن پیوندهای دوگانه از هم، نسبت به دو ساختار متناظر c و a پایدار تر است.

$$\frac{P_{\text{CO}_2}}{P_{\text{CO}}} = \frac{n \text{CO}_2}{n \text{CO}} = 0.84$$

۴- گزینه ی ۱): با توجه به رابطه ی گازها:

$$\Rightarrow \text{تعداد مول CaO تشکیل شده} = \frac{1 \text{ mol CaCO}_3}{128 \text{ gr CaC}_2\text{O}_4} \times \frac{0.84 \text{ mol CaO}}{1 \text{ mol CaCO}_3} = 0.016 \text{ mol}$$

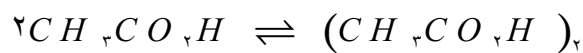
$$\text{جرم CaO} = 0.016 \text{ mol} \times \frac{56 \text{ gr CaO}}{1 \text{ mol CaO}} \times \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ gr}} = 896 \text{ mg}$$



۵- گزینه‌ی ۱؛ می‌توان فرض کرد در حجم زیاد دیگر جفت شدگی استیک اسید وجود ندارد. در نتیجه n_2 در این قسمت تعداد مول استیک اسید است.

n_2 : تعداد کل مول‌های استیک - اسید در فشار کم ((وقتی همه‌ی آن مونومر است)).

n_1 : مجموع اسید استیک دimer و مونومر در فشار بالا



n_2

$$n_2(1 - 2\alpha) \quad n_2\alpha \rightarrow n_1 = n_2(1 - \alpha)$$

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} \Rightarrow \frac{n_2}{n_2(1 - \alpha)} = \frac{0.24 \times 1.0 V_2}{2 \times V_1} \Rightarrow \frac{1}{1 - \alpha} = 1/2$$

$$\Rightarrow \alpha = 0.167 \Rightarrow \alpha = 16.7\%$$

۶- گزینه‌ی ۳؛

$$H = U + PV \Rightarrow \Delta H = \Delta U + \Delta(PV)$$

$$\Rightarrow \Delta H = \Delta U + (P_2 V_2 - P_1 V_1) \Rightarrow \Delta H = \Delta U + (n_2(g)RT_2 - n_1(g)RT_1)$$

$$\Rightarrow \Delta H = \Delta U + R(n_2(g)T_2 - n_1(g)T_1)$$

دقت کنید که چون در گرماسنج بمبی، دما در طی واکنش ثابت نمی‌ماند، بنابراین T_2 و T_1 متفاوتند و نمی‌توان مسأله را مانند حالت کلی و در دمای ثابت که به رابطه‌ی $\Delta H = \Delta U + RT(n_2(g) - n_1(g))$ می‌رسد حل کرد.

۷- گزینه‌ی ۴؛ طبق تعریف:

$$\begin{cases} G = H - TS \\ A = U - TS \end{cases}$$

$$G - A = H - U = PV \Rightarrow \Delta G - \Delta A = \Delta(PV)$$

ردّ سایر گزینه‌ها:

$$\Delta S = \frac{Q}{T} \quad \text{این گزینه‌ها فقط در حالتی که دما ثابت باشد، صحیح است.}$$

$$dS = \frac{\delta Q_{rev}}{T} \Rightarrow \Delta S = \int \frac{\delta Q_{rev}}{T}$$

ملاحظه می‌کنید که در معادله‌ی بالا در صورتی که دما ثابت باشد T از زیر انتگرال خارج می‌شود و به $\Delta S = \frac{Q}{T}$ می‌رسیم.

$\Delta U = Q + W$: این عبارت در صورتی که کار غیرانبساطی داشته باشیم نمی‌تواند صحیح باشد عبارت کلی تر روبه رو همواره

صحیح است. $\Delta U = Q + W + W^*$ که در آن W^* کار غیرانبساطی است.



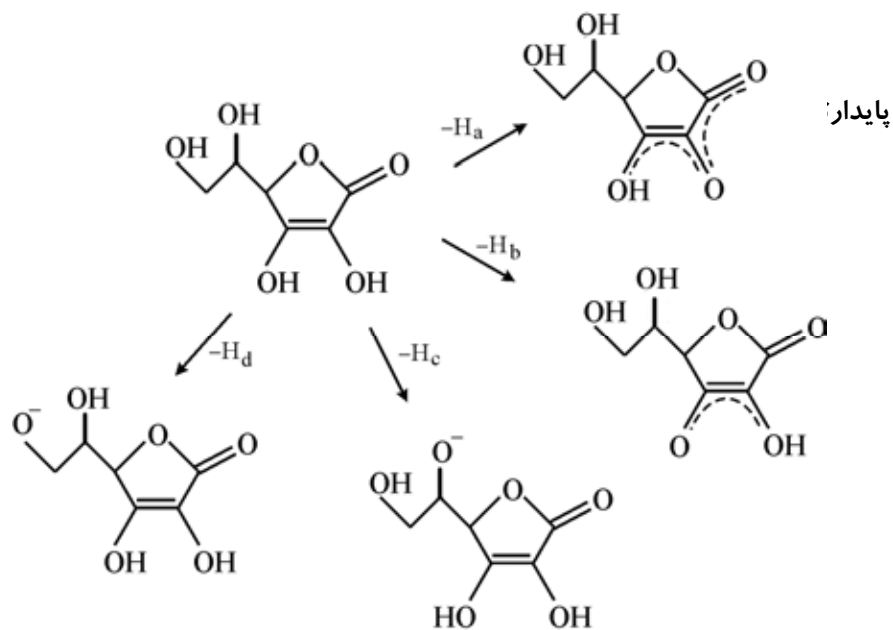
$\Delta H = nC_p\Delta T$: این رابطه در کل فقط برای فرآیند هم فشار صحیح است و برای گازهای ایده آل که آنتالپی آن‌ها به فشار وابسته نیست، کلاً صحیح است.

۸- گزینه‌ی ۳؛ می‌دانیم که اگر مقداری حل شونده را در مقدار بیش‌تری حلال حل کنیم، هر چه مقدار حلال بیش‌تر باشد، گرمای حاصله بیش‌تر می‌شود؛ بنابراین اگر از حل کردن ۴ گرم NaCl در ۱۰۰ گرم آب، گرمای Q_1 آزاد شود از حل کردن همین ۴ گرم در ۲۰۰ گرم آب، گرمای Q_2 آزاد خواهد شد که $Q_2 > Q_1$

این گرما صرف بالا بردن دمای آب می‌شود و داریم: $C_2 \simeq 2C_1$ «چون جرم آب دو برابر شده است.»

$$\left. \begin{array}{l} Q_2 = C_2\Delta T_2 \Rightarrow Q_2 = 2C_1\Delta T_2 \\ Q_1 = C_1\Delta T_1 \Rightarrow Q_1 = C_1\Delta T_1 \end{array} \right\} \Rightarrow Q_2 > Q_1 \Rightarrow 2C_1\Delta T_2 > C_1\Delta T_1 \Rightarrow \Delta T_2 > \frac{\Delta T_1}{2}$$

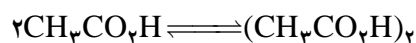
۹- گزینه‌ی ۱؛ با جدا شدن H_a ، آنیونی به دست می‌آید که پایدارترین آنیون است (در اثر رزونانس) در حقیقت این آنیون بیش‌ترین فرم‌های رزونانسی را دارد.



۱۰- گزینه‌ی ۲؛ ابتدا مولالیته‌ی محلول اسید استیک (با فرض این‌که ابتدا تفکیک یا تجمع نکرده باشد، مولالیته‌ی اولیه یا m) را به دست می‌آوریم:

$$m = \frac{2}{98} \times \frac{1000}{60} = 0.34 \text{ مولال}$$

بنا به فرض مسئله، استیک اسید فقط تجمع می‌کند. یعنی:





$$m_t(1-2\alpha) \quad m_t \alpha$$

$$m_t = m_{\text{HOAC}} + m_{(\text{HOAC})_2}$$

$$m_t = m_t(1-\alpha)$$

که α کسری از مولکول‌های اسید است که به صورت دimer وجود دارد.

بنابر فرض مسئله: مولال $m_t = 0.072 \times 0.1 = 0.0072$ ، میزان نزول نقطه‌ی انجماد 0.72 برابر نزول نقطه‌ی انجماد محلول $0.1m$ شکر است.

$$0.072 = 0.34(1-\alpha) \Rightarrow \alpha = 0.79$$

پس ۷۹٪ از کل مولکول‌های اسید به صورت دimer وجود دارند.

۱۱- گزینه‌ی ۳؛ بعد از زمان طولانی، فشار بخار آب در هر دو ظرف A و B باید یکسان شود و در نتیجه مولالیته‌ی محلول در محلول باید یکسان شود می‌توان گفت این معادل آن است که بگوییم هر دو محلول باید مقدار یکسانی از حل شونده به ازای یک مقدار یکسان آب داشته باشند پس چون محلول ظرف B رقیق‌تر است، مقداری آب از آن تبخیر شده و وارد محلول A می‌شود:

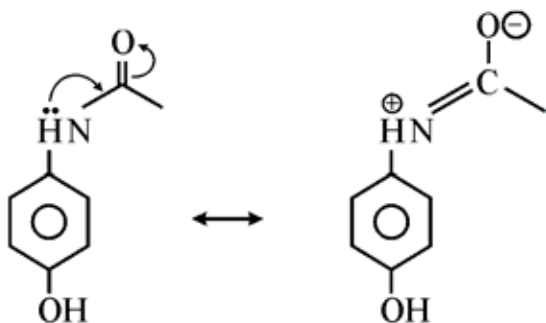
A	B
$\frac{50}{100+x}$	$\frac{25}{200-x}$

$$\Rightarrow 400 - 2x = 100 + x \Rightarrow x = 100 \text{ gr H}_2\text{O}$$

پس ترکیب نهائی به این صورت است: ظرف A شامل ۵۰gr حل شونده + ۲۰۰gr آب و ظرف B شامل ۲۵gr حل شونده + ۱۰۰gr آب.

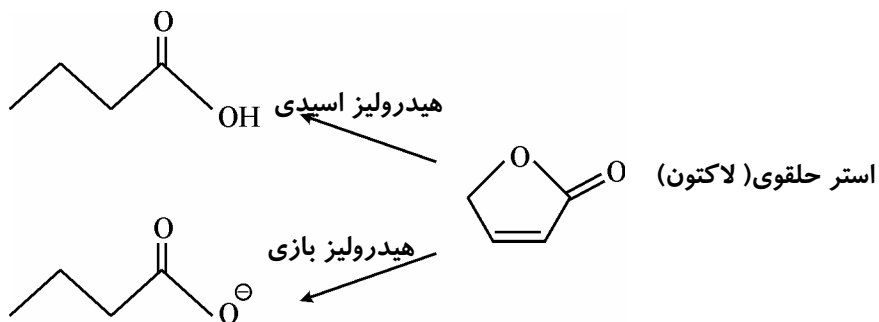
۱۲- گزینه‌ی ۳؛ ابتدا مواد غیرقطبی که بر هم کنش کم‌تری با ستون ((فاز ساکن)) دارند، خارج می‌شود، پس ابتدا $\text{CH}_3\text{C}(=\text{O})\text{CH}_3$ خارج می‌شود، بعد نوبت به اتانول است و نهایتاً استیک اسید که از همه قطبی‌تر است، دیرتر از همه از ستون خارج می‌شود.

۱۳- گزینه‌ی ۱؛ در استامینوفن هم اتم اکسیژن و هم اتم نیتروژن به خاطر غیرمستقر شدن جفت الکترون ناپیوندی قدرت اسیدی هستند. اتم نیتروژن به خاطر ساختار رزونانسی زیر اسیدی‌تر است.



۱۴- گزینه‌ی ۳؛ بازهای نرم مانند PH_3 و SH^- فعالیت هسته‌دوستی بالایی دارند. از این بین قدرت بازی SH^- بالاتر است و به همین دلیل ممکن است SH^- باعث حذف شود.

۱۵- گزینه‌ی ۳؛ الکل‌ها عموماً در محلول بازی پایدارند. آلکیل هالیدها معمولاً با اسیدها واکنش نمی‌دهند. استرها (چه حلقوی و چه غیر حلقوی) را می‌توان در محلول اسیدی یا بازی هیدرولیز کرد.



سرگروه کمیته طرح سوال المپیاد شیمی



فرشید عبدی

- 🏆 مدال نقره جهانی سال ۲۰۰۶ کره جنوبی
- 🏆 دانشجوی مهندسی صنایع دانشگاه صنعتی شریف
- 🏆 مبحث شیمی فیزیک



کمیته طرح سوال المپیاد شیمی

مجتبی شریف زاده



- 🏆 مدال طلای جهانی سال ۲۰۰۵
- 🏆 دانشجوی مهندسی برق دانشگاه صنعتی شریف
- 🏆 آرایش الکترونی ، خواص تناوبی و پیوند یونی



کاوه متین خو

- 🏆 مدال نقره جهانی سال ۲۰۰۷
- 🏆 دانشجوی مهندسی برق دانشگاه صنعتی شریف
- 🏆 پیوند کووالانسی و شکل هندسی



احسان شعبانی

- 🏆 مدال طلای جهانی سال ۲۰۰۷
- 🏆 دانشجوی مهندسی برق دانشگاه صنعتی شریف
- 🏆 استوکیومتری



امیر هادی کامکار

- 🏆 دیپلم افتخار المپیاد جهانی سال ۲۰۰۷
- 🏆 دانشجوی مهندسی برق دانشگاه صنعتی شریف
- 🏆 شیمی تجزیه و استوکیومتری

بهرروز بهنام

- 🏆 مدال نقره کشوری
- 🏆 کارشناس ارشد شیمی محض گرایش شیمی آلی
- 🏆 شیمی آلی



محسن محمودی

- 🏆 مدال برنز جهانی سال ۲۰۰۶
- 🏆 دانشجوی شیمی دانشگاه صنعتی شریف
- 🏆 آرایش الکترونی ، خواص تناوبی و پیوند یونی

سیدحسام موسوی مهر

- 🏆 مدال طلای کشوری
- 🏆 دانشجوی مهندسی برق دانشگاه صنعتی شریف
- 🏆 شیمی آلی



داوود طاهری نیا

- 🏆 مدال نقره جهانی سال ۲۰۰۶
- 🏆 دانشجوی شیمی دانشگاه صنعتی شریف
- 🏆 محلولها

سیده مولود موسوی

- 🏆 مدال طلای کشوری
- 🏆 دانشجوی شیمی دانشگاه صنعتی شریف
- 🏆 آرایش الکترونی ، خواص تناوبی و پیوند یونی

ICHO

International Chemistry Olympiad