



باسمه تعالی
جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش
مبارزه علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست‌وجو و کشف واقعیت‌هاست.
«امام خمینی (ره)»



دفترچه سؤالات مرحله اول سال ۱۴۰۰

سی و دومین دوره المپیاد شیمی

صبح - ساعت: ۰۹:۰۰

کد دفترچه: ۱

تعداد سؤالات	مدت آزمون (دقیقه)
۴۰	۱۲۰

شماره صندلی:

نام خانوادگی:

نام:

استفاده از هر نوع ماشین حساب مجاز است.

توضیحات مهم

- ۱- کد دفترچه سؤالات شما ۱ است. این کد را در محل مربوط روی پاسخ‌نامه با مداد پر کنید. در غیر این صورت پاسخ‌نامه شما تصحیح نخواهد شد.
- ۲- بلافاصله پس از آغاز آزمون، تعداد سؤالات داخل دفترچه و وجود همه برگه‌های دفترچه سؤالات را بررسی نمایید. در صورت وجود هرگونه نقصی در دفترچه، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید.
- ۳- یک برگ پاسخ‌نامه در اختیار شما قرار گرفته که مشخصات شما بر روی آن نوشته شده است. در صورت نادرست بودن آن، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید. ضمناً مشخصات خواسته شده در پایین پاسخ‌نامه را با مداد مشکی بنویسید.
- ۴- برگه پاسخ‌نامه را دستگاه تصحیح می‌کند، پس آن را تا نکنید و تمیز نگه دارید و به علاوه، پاسخ هر پرسش را با مداد مشکی نرم در محل مربوط علامت بزنید. لطفاً خانه مورد نظر را کاملاً سیاه کنید.
- ۵- پاسخ درست به هر سوال ۳ نمره مثبت و پاسخ نادرست ۱ نمره منفی دارد.
- ۶- آزمون مرحله دوم برای دانش‌آموزان پایه دهم، صرفاً جنبه آزمایشی و آمادگی دارد و شرکت‌کنندگان در دوره تابستانی از بین دانش‌آموزان پایه یازدهم انتخاب می‌شوند.
- ۷- دفترچه باید همراه پاسخ‌نامه تحویل داده شود.

کلیه حقوق این سؤالات برای سازمان ملی پرورش استعدادهای درخشان محفوظ است.

آدرس سایت اینترنتی: ysc-sampad.medu.ir

۱- نمونه ای از یک سنگ معدن سرب-مالاشیت دارای چگالی $6/86 \text{ g/cm}^3$ است. اگر چگالی سرب و مالاشیت به ترتیب برابر با $11/35 \text{ g/cm}^3$ و $3/95 \text{ g/cm}^3$ باشد، درصد جرمی سرب در سنگ معدن چقدر است؟ (فرض کنید در این سنگ معدن سرب به صورت فلزی است. مالاشیت: $(\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2)$)

۵۶ (۱) ۶۵ (۲) ۳۵ (۳) ۳۹ (۴)

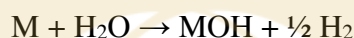
۲- چند اتم ^{204}Pb در یک قطعه سرب به وزن $1/57$ گرم وجود دارد؟ درصد فراوانی ^{204}Pb برابر $1/4$ درصد است. ($\text{Pb}=207/2 \text{ g/mol}$)

۶/۴ × ۱۰^{۱۹} (۱) ۴/۵۶ × ۱۰^{۲۵} (۲) ۶/۳ × ۱۰^{۲۱} (۳) ۵/۴۳ × ۱۰^{۲۳} (۴)

۳- یک نمونه کربن تترابرمید CBr_4 بسیار خالص حاوی $96/379$ درصد برم و $3/621$ درصد کربن است. با استفاده از جرم اتمی کربن ($12/011 \text{ g/mol}$)، جرم اتمی دقیق برم برحسب g/mol را محاسبه کنید.

۷۹/۳۵ (۱) ۷۹/۹۷ (۲) ۷۹/۹۲ (۳) ۸۰/۰۵ (۴)

۴- فلزات قلیایی در حضور آب واکنش شیمیایی زیر را انجام می دهند:



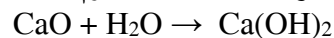
در شرایط معین، از واکنش $2/1$ گرم سدیم با آب، $1/14$ لیتر گاز هیدروژن تولید شده است. تحت همان شرایط $3/4$ گرم از یک فلز قلیایی 497 میلی لیتر گاز هیدروژن تولید کرده است. جرم اتمی این عنصر قلیایی کدام است؟ ($\text{Na}=23$)

۳۹/۱ (۱) ۶/۹ (۲) ۱۳۲/۹ (۳) ۸۵/۴ (۴)

۵- یک نمونه از سدیم کلرید و پتاسیم کلرید محتوی $58/0$ درصد جرمی کلر است. درصد جرمی سدیم کلرید در این نمونه چقدر است؟ ($\text{Cl}=35/5$ ، $\text{Na}=23/0$ ، $\text{K}=39/1$)

۷۹/۵ (۱) ۲۰/۵ (۲) ۵۶/۷ (۳) ۴۸/۱ (۴)

۶- جرم یک لوله آزمایش و اکسید جامد CaO داخل آن، برابر $10/86$ گرم است. CaO طبق واکنش زیر با جذب آب در هوا به طور کامل به کلسیم هیدروکسید تبدیل می شود. اگر جرم لوله و کلسیم هیدروکسید تولید شده $11/15$ گرم باشد، جرم لوله چقدر بوده است؟ ($\text{H}=1$ ، $\text{O}=16$ ، $\text{Ca}=40/1$)

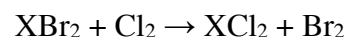


۹/۲۵ (۱) ۹/۹۶ (۲) ۸۰/۳ (۳) ۰/۹۱ (۴)

۷- مخلوطی از دو ترکیب SO_2 و SO_3 به جرم $1/78$ گرم درون یک ظرف قرار دارند. با اکسایش کامل SO_2 درون ظرف، تنها ترکیب درون ظرف، SO_3 به جرم $2/08$ گرم خواهد بود. نسبت مولی SO_3 به SO_2 در مخلوط اولیه چقدر بوده است؟ ($\text{S}=32/1$ ، $\text{O}=16$)

۲/۶ (۱) ۴/۱ (۲) ۰/۳۸ (۳) ۰/۵۶ (۴)

۸- دی برمید عنصر X در حضور گاز کلر به طور کامل به دی کلرید تبدیل می شود. وقتی $1/55$ گرم از XBr_2 واکنش می دهد، $0/92$ گرم XCl_2 تولید می شود. جرم اتمی X کدام است؟ ($\text{Br}=79/9$ ، $\text{Cl}=35/5$)



۵۸/۷ (۱) ۶۳/۵ (۲) ۵۵/۸ (۳) ۶۵/۴ (۴)

۹- تمام کربن موجود در نمونه‌ای از K_2CO_3 به جرم $18/6$ گرم به وسیله فرآیندهایی به $K_2Zn_3[Fe(CN)_6]_2$ تبدیل شده است. جرم محصول بدست آمده چقدر است؟ ($Fe=55/8, Zn=65/4, C=12, N=14, O=16, K=39/1$)

(۱) ۱۵/۷ (۲) ۷/۸ (۳) ۴۷/۱ (۴) ۹/۴

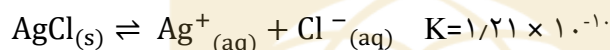
۱۰- چگالی جیوه در صفر درجه سلسیوس برابر $13/5995 \text{ g/cm}^3$ و در دمای 35°C برابر $13/5094 \text{ g/cm}^3$ است. به فرض اینکه در یک روز تابستان که دما 35°C است، ارتفاع ستون جیوه 760 میلی‌متر باشد، فشار واقعی هوا چند اتمسفر است؟

(۱) ۰/۹۱۰ (۲) ۱/۰۹ (۳) ۱/۰۱ (۴) ۰/۹۹۳

۱۱- عنصری متشکل از سه ایزوتوپ با جرمهای $74/5, 72/1$ و $70/2$ amu است. جرم اتمی این عنصر $73/6$ amu است. در صورتی که ایزوتوپ سنگین دارای فراوانی $68/7$ درصد باشد، درصد فراوانی ایزوتوپ سبکتر چقدر است؟

(۱) ۲۰/۳ (۲) ۲۳/۵ (۳) ۷/۸ (۴) ۴/۱

۱۲- انحلال پذیری $AgCl$ در محلول $0.1M NaCl$ چند مول بر لیتر است؟



(۱) $1/1 \times 10^{-5}$ (۲) $1/21 \times 10^{-9}$ (۳) $1/21 \times 10^{-11}$ (۴) $1/1 \times 10^{-9}$

۱۳- $4/6$ گرم از یک ترکیب آلی سوزانده شده و $8/8$ گرم کربن دی‌اکسید و $5/4$ گرم آب به دست آمده است. چه تعداد از عبارات زیر قطعا درست هستند؟

- فرمول تجربی این ترکیب CH_3 است.
- فرمول مولکولی این ترکیب C_2H_6 است.
- این ترکیب دو ایزومر ساختاری دارد.
- فرمول مولکولی این ترکیب قطعا C_2H_6O است.
- این ترکیب قطعا در آب نامحلول است.

(۱) ۱ (۲) ۳ (۳) هیچ کدام (۴) ۲

۱۴- مقدار $125/0$ گرم محلول سدیم هیدروکسید با $75/0$ گرم محلول سولفوریک اسید به طور کامل خنثی می‌شود. تمام محلول حاصل با سرد کردن تا دمای زیر 32°C ، به یک جامد متبلور تبدیل می‌شود. در اثر حرارت دادن $2/000$ گرم از این جامد، مقدار $0/882$ گرم نمک بدون آب به دست می‌آید. درصد جرمی سدیم هیدروکسید در محلول اولیه کدام است؟ ($H=1, O=16, Na=23, S=32$)

(۱) ۴۰ (۲) ۳۵ (۳) ۸۰ (۴) ۲۰

۱۵- کمترین مقدار سدیم هیدروکسید بر حسب مول که باید به $5/0$ لیتر محلول اسید فرضی HA اضافه کرد تا pH آن از ۴ به ۵ افزایش یابد کدام است؟

(۱) $9/0 \times 10^{-5}$ (۲) $4/5 \times 10^{-4}$ (۳) $2/0 \times 10^{-5}$ (۴) $8/0 \times 10^{-4}$

۱۶- نمک نقره‌ی یک کربوکسیلیک اسید دارای ۵۴/۸ درصد جرمی نقره است. این کربوکسیلیک اسید حاوی ۴۰ درصد کربن و ۶/۶۷ درصد هیدروژن می‌باشد. برای این کربوکسیلیک اسید چه تعداد ساختار مختلف می‌توان در نظر گرفت؟ (گروه عاملی کربوکسیلیک اسیدها COOH است. فقط ایزومری ساختاری را در نظر بگیرید. $H=1, C=12, O=16, Ag=108$)

- (۱) ۳ (۲) ۲ (۳) ۱ (۴) ۴

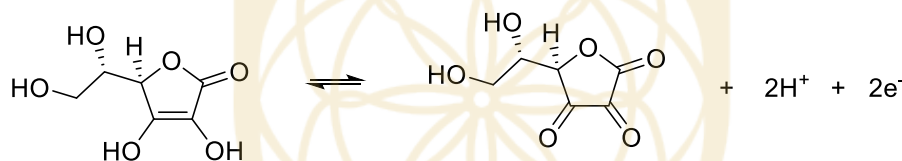
۱۷- pH حلال HA خالص برابر ۴ می‌باشد. pH محلول ۰/۰۱ مولار NaA در این حلال برابر است با:

- (۱) ۱۲ (۲) ۴ (۳) ۶ (۴) ۲

۱۸- از مخلوط کردن ۶۹ گرم الکل A با ۳۶ گرم ترکیب معدنی B، ترکیب X و ۳۳/۶ لیتر گاز هیدروژن (در دمای صفر درجه و فشار یک اتمسفر) آزاد می‌شود. همین مقدار هیدروژن را می‌توان از الکترولیز ۷۲ گرم B مذاب به دست آورد که در این فرایند هیدروژن در آند آزاد می‌شود. چنانچه ۱۲ گرم از B در آب حل شده و حجم محلول به نیم لیتر رسانده شود، pH محلول چه قدر خواهد بود؟

- (۱) ۰/۳ (۲) ۱۴ (۳) ۱۳/۷ (۴) صفر

۱۹- ویتامین C (آسکوربیک اسید) طبق نیم‌واکنش زیر اکسید می‌شود:



در کدام یک از محلول‌های زیر، ویتامین C راحت‌تر اکسید می‌شود؟

- (۱) ۰/۰۱ M CH₃COOH (۲) ۰/۰۱ M NH₄Cl (۳) ۰/۰۰۱ M NaHSO₄ (۴) ۰/۰۰۱ M NaHCO₃

۲۰- واکنش‌های تعادلی زیر را در فاز گاز در نظر بگیرید. در دمای ۴۰۰ کلوین $K_2 > K_1$ است:



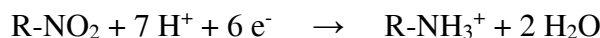
۰/۱ مول از A خالص را در ظرفی خالی به حجم ۲ متر مکعب قرار داده و دما را تا ۴۰۰ کلوین بالا می‌بریم تا تعادل‌ها برقرار شوند. در این حالت فشار تعادلی B را P_1 می‌نامیم. در یک ظرف خالی دیگر به حجم ۲ متر مکعب، ۰/۱ مول از C را قرار داده و دما را تا ۴۰۰ کلوین بالا می‌بریم. فشار تعادلی B را در این حالت P_2 می‌نامیم. P_1 و P_2 نسبت به هم کدامند؟

- (۱) $P_1 < P_2$ (۲) $P_1 > P_2$ (۳) $P_1 = P_2$ (۴) نمی‌توان تعیین کرد

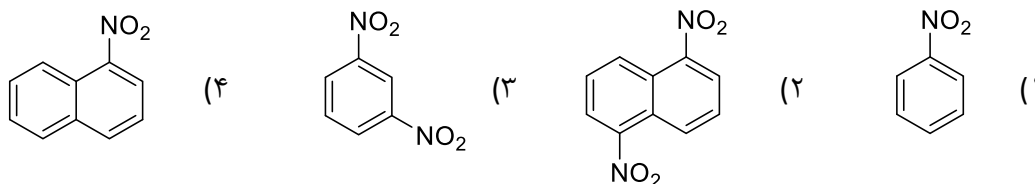
۲۱- محلول یک اسید ضعیف دارای درجه‌ی یونش ۰/۰۵ و محلول دیگری از همین اسید دارای درجه‌ی یونش ۰/۱۵ است. چنانچه حجم‌های برابر از این دو محلول با هم مخلوط شوند، درصد یونش در محلول حاصل چه قدر خواهد بود؟

- (۱) ۴/۷ (۲) ۶/۷ (۳) ۱۰/۰ (۴) ۱۳/۰

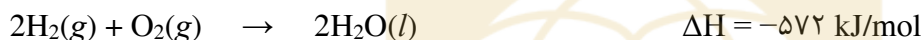
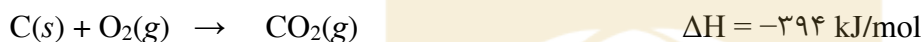
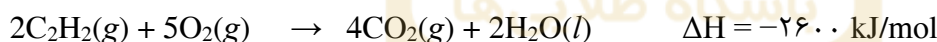
۲۲- گروه‌های نیترو (-NO_2) در ترکیبات آلی را می‌توان با استفاده از برق‌کافت در محیط اسیدی، به آمین‌های نوع اول کاهش داد:



برای کاهش کامل $1/64$ گرم از یک ترکیب آلی نیترودار به کمک جریان الکتریکی با شدت جریان $3/3$ آمپر، به 44 دقیقه زمان نیاز است. این ترکیب آلی کدام است؟ بار الکتریکی یک مول الکترون برابر 96485 کولن است. ($\text{N}=14$, $\text{O}=16$, $\text{H}=1$, $\text{C}=12$)



۲۳- با توجه به اطلاعات زیر، ΔH واکنش $2\text{C}(s) + \text{H}_2(g) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2(g)$ بر حسب کیلوژول بر مول کدام است؟



(۱) ۸۱۷ (۲) ۳۳۴ (۳) ۶۲۰ (۴) ۲۲۶

۲۴- برای واکنش گازی $\text{N}_2\text{O}_2(g) \rightleftharpoons \text{N}_2(g) + \text{O}_2(g)$ در دمای معین T داریم:

$$K_c = \frac{[\text{N}_2][\text{O}_2]}{[\text{N}_2\text{O}_2]} = 0.40$$

مقدار 0.10 مول از گاز N_2O_2 را به یک ظرف دربسته $2/1$ لیتری وارد کرده و دما را تا T بالا می‌بریم تا تعادل شیمیایی برقرار شود. تعداد مول O_2 در حال تعادل کدام است؟

(۱) 0.090 (۲) 0.083 (۳) 0.055 (۴) 0.045

۲۵- اگر چگالی محلول $1/5$ مولار شکر در آب، $1/30 \text{ g/cm}^3$ باشد، مولالیته این محلول چقدر است؟ (جرم مولی شکر 342 گرم بر مول است)

(۱) $2/0$ (۲) $1/9$ (۳) $1/5$ (۴) $1/7$

۲۶- تکنیک طیف سنجی جرمی برای تعیین جرم دقیق ایزوتوپ‌های مختلف عناصر مورد استفاده قرار می‌گیرد. در یک آزمایشگاه با استفاده از روشهای طیف سنجی جرمی نسبت‌های زیر بدست آمده است:

$$\frac{^{19}\text{F}}{^{12}\text{C}} = 1.5832, \quad \frac{^{19}\text{F}}{^{35}\text{Cl}} = 0.5433, \quad \frac{^{81}\text{Br}}{^{35}\text{Cl}} = 2.3140$$

بر اساس این اطلاعات، جرم اتمی ^{81}Br بر حسب گرم بر مول کدام است؟

(۱) 80.92 (۲) 79.90 (۳) 79.35 (۴) 79.93

۲۷- معادله سرعت واکنش $A(g) + B(g) \rightarrow C(g) + D(g)$ به صورت $r = k [A]^a [B]^b$ است. در آغاز واکنش، غلظت های A و B یکسان بوده و پس از مصرف شدن نیمی از گاز B، سرعت واکنش به یک هشتم سرعت اولیه رسیده است. مقدار α کدام است؟

- (۱) صفر (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۳

۲۸- کدام واکنش اکسایش- کاهش از لحاظ ترمودینامیکی خود به خودی نیست؟

- (۱) واکنش $Zn(s)$ با $Cu^{2+}(aq)$ (۲) واکنش $Al(s)$ با $Ag^+(aq)$
(۳) واکنش $Fe(s)$ با $H^+(aq)$ (۴) واکنش $Mn(s)$ با $Mg^{2+}(aq)$

۲۹- درصد مولی گاز نئون در هوا ۰/۰۰۱۸ درصد است. این مقدار معادل چند ppm حجمی است؟

- (۱) ۱۲۴۰ (۲) ۱۸۰۰ (۳) ۱۲ (۴) ۱۸

۳۰- تندی متوسط مولکول های گاز نیتروژن در دماهای ۳۰۰ و ۴۰۰ کلوین، به ترتیب ۴۷۶ و ۵۵۰ متر بر ثانیه است. تندی متوسط این مولکول ها در دمای ۵۰۰ کلوین چند متر بر ثانیه است؟ (رابطه بین انرژی جنبشی متوسط و دما خطی است.)

- (۱) ۶۲۴ (۲) ۶۱۵ (۳) ۶۸۸ (۴) ۷۹۳

۳۱- در دمای ۴۰۰ کلوین، تندی متوسط مولکول های نیتروژن و اتم های آرگون در هوا به ترتیب ۵۵۰ و ۴۶۰ متر بر ثانیه است. در این دما تندی متوسط مولکول های اکسیژن چند متر بر ثانیه است؟ ($O_2=32/0$ ، $Ar=40/0$ ، $N_2=28/0$)

- (۱) ۴۸۱ (۲) ۵۲۰ (۳) ۵۱۴ (۴) ۵۷۵

۳۲- در ساختار چه تعداد از مواد زیر کربن بکار رفته است؟

کوارتز، ماسه، گرافن، الماس

- (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۱ (۴) ۴

۳۳- ترکیبی با فرمول بسته $C_4H_6Br_2$ چهار ایزومر ساختاری دارد که اسکلت کربنی یکسانی دارند ولی موقعیت اتم های برم در آنها متفاوت است. چه تعداد از این چهار ایزومر، گروه متیل دارند؟ (ایزومرهای فضایی مد نظر نمی باشند)

- (۱) صفر (۲) ۴ (۳) ۳ (۴) ۲

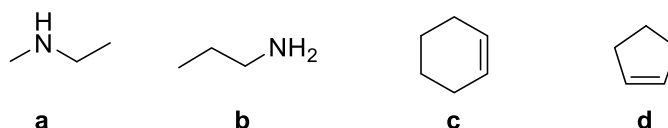
۳۴- آلکان A ($C_{15}H_{32}$) در ساختار خود دوشاخه پروپیل ($CH_3CH_2CH_2-$) دارد ولی شاخه متیل ندارد. برای این آلکان چند ساختار می توان رسم کرد؟ (ایزومرهای فضایی مد نظر نمی باشند)

- (۱) ۳ (۲) ۵ (۳) ۴ (۴) بیشتر از ۵

۳۵- از واکنش ترکیب اشباع A با فرمول بسته C_5H_{10} با گاز کلر در شرایط مناسب سه محصول اشباع مونوکلره با فرمول بسته C_5H_9Cl تشکیل می‌شود. تحت همین شرایط و با مکانیسم مشابه امکان تشکیل چند محصول دی‌کلره از A وجود دارد به طوری که کلرها روی دو کربن مجاور باشند؟ (ایزومرهای فضایی مد نظر نمی‌باشند)

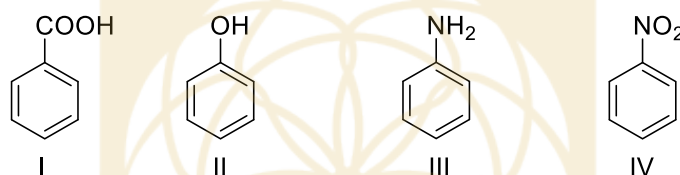
(۱) ۲ (۲) بیشتر از ۴ (۳) ۴ (۴) ۳

۳۶- کدام مقایسه در مورد نقطه جوش ترکیبات زیر درست است؟



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

۳۷- مخلوطی از ترکیبات زیر به صورت محلول در اتر وجود دارند:



به این مخلوط محلول سدیم پی‌کربنات اضافه شده و فاز آلی (A) و فاز آبی (B) از هم جدا می‌شوند. به فاز آلی (A) به دست آمده محلول سود اضافه می‌شود و فاز آبی (C) و فاز آلی (D) از هم جدا می‌شوند. به فاز آلی D محلول هیدروکلریک اسید اضافه شده و فاز آبی (E) و آلی (F) از هم جدا می‌شوند. چه تعداد از عبارات زیر در مورد ترکیبات فوق (به فرم خنثی و یا نمک آن‌ها) صحیح است؟ (فرض کنید حلالیت I, II, III, IV در آب خالص ناچیز است. در کلیه مراحل، استخراج به طور کامل انجام می‌شود.)

H_2CO_3	$K_{a1} = 4 \times 10^{-7}$ $K_{a2} = 5 \times 10^{-11}$
I	$K_a = 6 \times 10^{-5}$
II	$K_a = 1 \times 10^{-10}$
III	$K_b = 4 \times 10^{-10}$

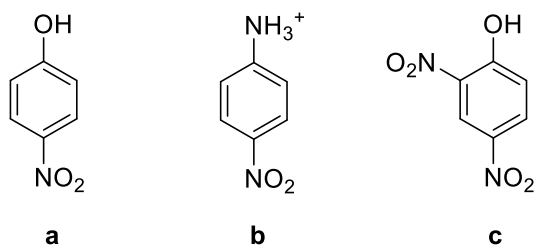
I، II و III به ترتیب در C، B و E هستند.
 II، III و IV به ترتیب در E، C و F هستند.
 III در A، D و E قرار دارد.
 II در A، B و D قرار دارد.
 IV در A، D و F قرار دارد.

(۱) ۲ (۲) ۱ (۳) ۴ (۴) ۳

۳۸- درصد نفت کوره در کدامیک بیشتر است؟

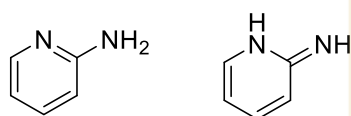
(۱) نفت سنگین کشورهای عربی (۲) نفت سبک کشورهای عربی
 (۳) نفت سنگین ایران (۴) نفت برنت دریای شمال

۳۹- کدام گزینه ترتیب خاصیت اسیدی ترکیبات داده شده را درست نشان می‌دهد؟

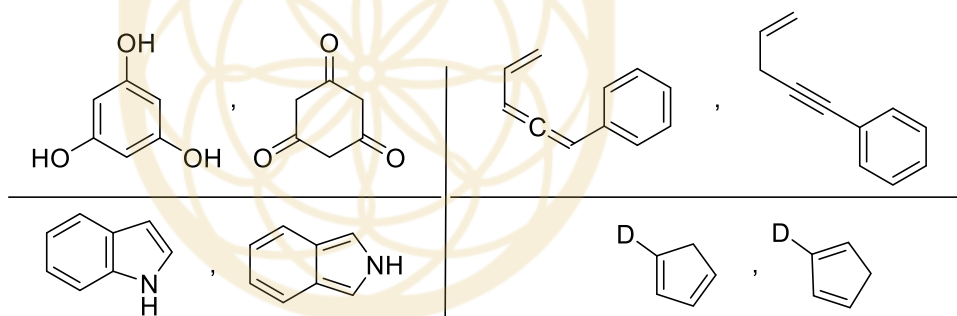


- (۱) $a > b, a > c$
 (۲) $a > b, c > a$
 (۳) $b > a, a > c$
 (۴) $b > a, c > a$

۴۰- ایزومرهای ساختاری که در موقعیت پیوند پای (دوگانه یا سه گانه) و اتم هیدروژن با یکدیگر تفاوت دارند نسبت به هم توتومر نامیده می‌شوند. به عنوان مثال به ایزومرهای توتومری زیر توجه کنید:



چه تعداد از جفت ساختارهای نمایش داده شده نسبت به هم توتومر هستند؟



- (۴) ۴ (۳) ۲ (۲) ۱ (۱) ۳

