

平成 20 年度

入 試 問 題

化 学 【174】

試験開始の合図があるまでに、次の注意事項をよく読んでください。

1. 試験開始の合図があるまで、問題用紙を開かないでください。
2. 机の上には、受験票・鉛筆・シャープペンシル・消しゴム・鉛筆削り（電動式は除く）・腕時計（時刻表示機能だけのもの）・眼鏡以外のものは置かないでください。
3. 問題用紙・解答用紙の両方に必ず志望学部（学校）・志望学科（専攻）・志望コース・受験番号・氏名・フリガナを記入してください。提出の前に記入漏れがないか再度確認してください。
4. 5 問題中 4 問題を選択し、解答してください。
5. 選択した問題については、解答用紙左端の選択欄に○を必ず記入してください。
6. 試験中に問題用紙の印刷不鮮明・ページの落丁・乱丁に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
7. 問題用紙の余白等は適宜利用して構いません。
8. 解答はすべて解答用紙の所定欄に記入してください。
9. 配布された問題用紙・解答用紙は試験終了後回収しますので、持ち帰らないでください。

◇携帯電話・PHS などは、電源を切った上でカバン等の中にしまってください。

志望学部(学校)	志 望 学 科 (専攻)	志望コース	受 験 番 号	フリ ガナ	
	()			氏 名	

〔注意〕 必要に応じて以下の数値を用いなさい。

大気圧(1 atm) : 101 kPa

気体定数 : 8.3 kPa・L/(K・mol)

H = 1, C = 12, N = 14, O = 16.0, Fe = 56.0

ファラデー定数 : 96500 C/mol

〔 1 〕 次の文章を読んで、下記の問いに答えなさい。

鉄は、溶鉱炉の上部から鉄鉱石（赤鉄鉱）、コークス、石灰石を入れ、下部より熱風を送り込んでつくる。赤鉄鉱はコークスが燃焼してできた気体により還元されて、金属の鉄になる。この鉄は、不純物として（ A ）を3～5%含んでおり、（ B ）とよばれ硬くてもろい。これを転炉に入れて（ C ）を吹き込み、（ A ）の含有量を減らすと（ D ）が得られる。溶鉱炉内では、石灰石は熱分解し、鉄鉱石中の不純物（ SiO_2 ）と反応して（ E ）を形成し、（ B ）の上に浮かぶ。

鉄に希硫酸を加えると、水素を発生しながら溶けて、（ F ）で示されるイオンが生じる。このイオンは、過酸化水素水によって酸化されて、（ G ）で示されるイオンになる。（ G ）が生成したことは、この水溶液に（ H ）の水溶液を加えると暗赤色になることや、（ I ）の水溶液を加えると濃青色沈殿を生じることから確認することができる。

問 1 文中の空欄（ A ）～（ I ）を埋めなさい。ただし、（ A ）～（ E ）は語句で、（ F ）～（ I ）は化学式で答えなさい。

問 2 下線部の赤鉄鉱が還元される反応の化学反応式を答えなさい。

問 3 純鉄 1.00 t を得るためには、理論上、鉄鉱石（赤鉄鉱の含有量 80 %）が何 t 必要となるか。

答えは有効数字 2 桁で答えなさい。

問 4 (1) 鉄 28.0 g に充分量の希硫酸を加えたときに発生する水素の物質量を、有効数字 2 桁で答えなさい。

(2) このとき得られた水素をすべて水にするために、白金電極を用い 10.0 A の電流による硝酸銀水溶液の電気分解で得られる気体を用いたとすると、理論上、電気分解を何時間何分おこなえばよいか答えなさい。ただし、分単位以下の小数は四捨五入すること。

〔 2 〕 ジカルボン酸に関する以下の各設問に答えなさい。

問1 文中の空欄(A)～(H)を適切に埋めなさい。同一の語句を何度埋めてもかまわない。

分子式が $C_4H_4O_4$ で表される不飽和ジカルボン酸には、(A)酸と(B)酸とよばれる2種類が存在する。両者の分子式は同じであるが、その性質は異なる。この(A)酸と(B)酸のような異性体は、一般に(C)異性体とよばれる。この2つの酸のうちで極性が強いのは(D)酸である。また融点が高いのは(E)酸である。それは(E)酸が分子間に(F)をより多く形成するからである。また、両者のうち(G)酸は、約 $160^{\circ}C$ まで加熱すると分子内で脱水が起こり(H)とよばれる化合物ができる。

問2 炭素・水素・酸素のみからなるジカルボン酸がある。このジカルボン酸には水和物および無水物が存在する。その無水物 4.50 g を完全燃焼させると、 4.40 g の二酸化炭素と、 0.90 g の水が得られた。次にこのジカルボン酸の水和物の 3.402 g を水に溶かした。この水溶液を中和するためには 2.00 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液が 27.0 mL 必要であった。またこのジカルボン酸の水和物を 31.5 g とり約 $100^{\circ}C$ に置いておいたところ、 9.0 g の水和水を放出して、無水物となった。

- (1) このジカルボン酸の無水物の組成式を示しなさい。
- (2) このジカルボン酸の無水物の分子式を示しなさい。
- (3) このジカルボン酸の名称を答えなさい。
- (4) このジカルボン酸の水和物の分子量を求めなさい。

〔 3 〕 以下の各問いに答えなさい。

問1 四酸化二窒素は、常温では徐々に解離して二酸化窒素との混合気体となり、充分時間がたつと平衡に達する。0.230 g の四酸化二窒素を、101 kPa (1 気圧)、30.0 °C の条件下で平衡に達するまでおいたとき、83.0 mL の体積を占めた。

(1) 平衡に達した後、もとの四酸化二窒素の何%が二酸化窒素に解離したか。小数点以下を四捨五入した整数で答えなさい。

(2) このとき、二酸化窒素の分圧は何 kPa か。小数点以下を四捨五入した整数で答えなさい。

問2 次の文章の空欄にあてはまる語句を下の【選択肢】から選び番号で答えなさい。

(a) NH_3 , H_2O , HF は分子と分子の間で()結合をする。

(b) ドライアイス、ナフタレン、ヨウ素などは()結晶である。

(c) ()の法則によれば、一定圧力のもとでは気体の体積は絶対温度に比例する。

(d) 一定温度で一定量の液体に溶ける溶解度の低い気体の体積は、かかっている圧力に無関係に一定である。これを()の法則という。

(e) 「化学反応の前後で物質の質量の総和は変化しない」という質量保存の法則を提唱したのは()である。

(f) 飽和水蒸気圧は高温になると増す。これは()の法則から、温度が上昇すると気-液平衡が吸熱の方向へ移動し気体の圧力が増すからであると説明できる。

(g) A, B 二元素からなる化合物が二種類以上あるとき、一定質量のAと化合するBの質量は、これらの化合物の間では簡単な整数比になる。これは倍数比例の法則とよばれ、それを提出したのは()である。

(h) すべての気体は、同温・同圧のとき、同体積中に同数の分子を含む。これは()の法則である。

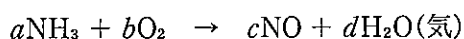
【選択肢】

- | | | | |
|--------|-----------|----------|---------|
| ① 共有 | ② イオン | ③ 配位 | ④ 水素 |
| ⑤ 分子 | ⑥ ファラデー | ⑦ ドルトン | ⑧ ラボアジェ |
| ⑨ ボーア | ⑩ ル・シャトリエ | ⑪ ラウール | ⑫ トムソン |
| ⑬ ヘンリー | ⑭ アボガドロ | ⑮ アレーニウス | ⑯ ケルビン |
| ⑰ ボイル | ⑱ シャルル | | |

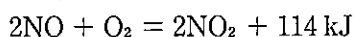
〔 4 〕 硝酸に関する次の文章を読み、以下の各問いに答えなさい。

硝酸は、工業的には、次の 3 段階を経て製造される。

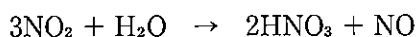
I アンモニアと空気を混合し、約 800℃の白金網の間に通じる。



II 生じた一酸化窒素を冷却した後、空気中の酸素と反応させて二酸化窒素にする。



III 生じた二酸化窒素を水に吸収させる。このとき反応により生じた一酸化窒素は、回収されIIの反応に回される。



問1 Iで示した反応式の係数 a , b , c , d をそれぞれ答えなさい。ただしこれらの係数はすべて整数で、共通の因数をもたないものとする。

問2 この硝酸の工業的製法は 1902 年にドイツの化学者により発表された。その化学者の名前を答えなさい。

問3 IIの反応が平衡となった後、以下の操作を行った場合、必ず、反応の平衡が右方向に変化するものはどれか、次の中から選び番号で答えなさい。

- ① 温度と圧力を高くする。
- ② 温度を高くし圧力を下げる。
- ③ 圧力を変えずに温度を高くする。
- ④ 温度を低くし圧力を上げる。
- ⑤ 温度と圧力を低くする。

問4 一酸化窒素の生成熱を小数点以下を四捨五入した整数で答えなさい。ただし、二酸化窒素の生成熱は -33 kJ である。

問5 Iの反応の反応熱を小数点以下を四捨五入した整数で答えなさい。ただし、アンモニアおよび気体の水の生成熱は、それぞれ 46 kJ , 242 kJ である。

問6 原料のアンモニアが硝酸となる反応をまとめて、1つの化学反応式で書きなさい。ただし、反応式の係数は整数で共通の因数をもたないものとする。

〔 5 〕 以下の各問いに答えなさい。

問1 水溶液の浸透圧が25℃で最も大きいものを次の中から選び番号で答えなさい。

- ① 0.10 mol/L のリン酸ナトリウム水溶液
- ② 0.10 mol/L のグルコース水溶液
- ③ 0.10 mol/L の塩化バリウム水溶液
- ④ 0.3 mol/L のスクロース水溶液
- ⑤ 0.3 mol/L のグリシン水溶液

問2 最外殻の電子の数が異なるものの組み合わせを、以下の組み合わせからすべて選び番号で答えなさい。あてはまるものがない場合は×を答えなさい。

- ① B と Al
- ② He と Ar
- ③ O^{2-} と Ne
- ④ N と P
- ⑤ Na^+ と Cl^-

問3 次の樹脂のうち、熱硬化性樹脂はどれか、あてはまるものをすべて選び番号で答えなさい。あてはまるものがない場合は×を答えなさい。

- ① ポリプロピレン
- ② PET 樹脂
- ③ メタクリル樹脂
- ④ メラミン樹脂
- ⑤ ポリ塩化ビニル

問4 炭化水素に関する次の文章のうち正しいものをすべて選び番号で答えなさい。正しいものがない場合は×を答えなさい。ただし、分子内に単結合以外の結合は複数存在しないものとする。

- ① アルカンの沸点は、炭素原子数が増えると低くなる。
- ② 直鎖状のアルケンは一重結合を軸とした分子内の回転が自由にできる。
- ③ アルケンには水によく溶けるが、有機溶媒にはほとんど溶けない。
- ④ 同じ炭素原子数のアルキンとシクロアルケンの分子は、互いに構造異性体の関係にある。
- ⑤ アルキンの三重結合の結合距離は、アルケンの二重結合の結合距離より長い。
- ⑥ 2-ブチンの分子内の炭素は、すべて同一直線状にある。

問5 次の分子のうち、極性を持たない分子をすべて選び番号で答えなさい。あてはまるものがない場合は×を答えなさい。

- ① メチルアルコール
- ② *p*-ニトロフェノール
- ③ 2,2-ジメチルプロパン
- ④ エチレングリコール
- ⑤ トリクロロメタン

問6 エタノールに関する以下の文章で誤りを含むものをすべて選び番号で答えなさい。あてはまるものがない場合は×を答えなさい。

- ① エタノールには構造異性体は存在しない。
- ② エタノールはアセチレンから2段階で合成することができる。
- ③ エタノールは、デンプンや糖から微生物を利用してつくることができる。
- ④ エタノールはアルカリ性でヨウ素と反応させると黄色沈殿を生ずる。
- ⑤ エタノールに単体のナトリウムを加えると水素が発生する。
- ⑥ エタノールに酢酸を濃硫酸存在下で反応させると酢酸エチルが得られる。

問7 物質の分離方法として誤っているものをすべて選び番号で答えなさい。あてはまるものがない場合は×を答えなさい。

- ① 大豆中の油脂は、ヘキサンを用いて抽出することができる。
- ② 窒素と酸素は、沸点の違いで分離することができる。
- ③ 水溶液中の水酸化鉄(III)のコロイド粒子は、ろ過してろ紙上に集めることができる。
- ④ ヨウ素と塩化ナトリウムの混合物は、加熱により分離することができる。
- ⑤ 硫酸バリウムと塩化ナトリウムの混合物を水に溶かしてからろ過することにより、硫酸バリウムを分離できる。

問8 シクロヘキセンの2個の水素が塩素に置換した化合物には何種類の異性体が考えられるか答えなさい。ただし光学異性体は互いに区別しないで1つと数えるものとする。