

平成 30 年度入学者選抜学力検査問題(前期日程)

理 科

化学基礎・化学

(注 意)

1. 問題冊子は指示があるまで開かないこと。
2. 問題冊子は 9 ページ，解答用紙は 5 枚である。
指示があってから確認すること。
3. 解答はすべて解答用紙の指定のところに記入すること。
4. 計算その他を試みる場合は，解答用紙の裏または問題冊子の余白を利用してもよい。
5. 解答用紙は持ち帰ってはならないが，問題冊子は必ず持ち帰ること。

〔注意〕 必要があれば次の値を用いよ。

原子量 H = 1.01, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0,

S = 32.1, Zn = 65.4

標準状態における理想気体のモル体積 22.4 L/mol

〔I〕 次の文を読み、以下の問いに答えよ。

問 1 下の表はコロイドの分散系における分散質、分散媒の状態とその組み合わせをまとめたものである。表中の(1)~(8)に当てはまる最も適切な語句を語群から選んで表を完成させよ。

		分散媒		
		気体	液体	固体
分散質	気体		(1)	(2)
	液体	(3)	(4)	(5)
	固体	(6)	(7)	(8)

語群：

活性炭, 牛乳, 霧, 空気, 煙, 黒鉛, 塩水, せっけんの泡, ゼリー,
墨汁, ルビー

問 2 多量の沸騰水に塩化鉄(III)水溶液を少量加えて、水酸化鉄(III)の水溶液を得た。

- (1) この反応の化学反応式を記せ。
- (2) 水酸化鉄(III)が多数集まってできるコロイド溶液にレーザー光を当てたところ、光の通路が輝いて見えた。この現象の名称を記せ。
- (3) このコロイド溶液に直流の電圧をかけたところ、コロイド粒子は陰極の方に引き寄せられて移動した。この現象の名称を記せ。

- (4) (3)の実験結果より、このコロイド粒子は正・負のどちらに帯電しているか記せ。
- (5) このコロイド溶液に硫酸ナトリウムを加えたところ沈殿が生じた。この現象の名称を記せ。

〔Ⅱ〕 次の文を読み、以下の問いに答えよ。

$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ で表される可逆反応が平衡状態にあるとき、この反応の濃度平衡定数 K_c は、各物質のモル濃度 $[A]$ 、 $[B]$ 、 $[C]$ 、 $[D]$ ならびに係数 a 、 b 、 c 、 d を用いて、

$$K_c = (\text{①})$$

のように表される。

1884年にフランスのある化学者は、可逆反応が平衡状態にあるとき、濃度、(ア)、(イ)などの条件を変化させても、平衡はその影響を緩和する方向に移動することを提唱した。これを(ウ)とよぶ。(ウ)は、窒素と水素を原料としたアンモニアの工業的合成に応用されており、(エ)法とよばれる。この(エ)法における合成反応は、2 molのアンモニア分子合成時に92 kJの反応熱を伴う(オ)反応であり、

$$(\text{②})$$

のような熱化学方程式で表される。この反応は可逆反応であり、反応により気体分子の総数が減少する。そのため、アンモニアの生成率を高めるには(カ)の条件が必要であるが、この条件ではアンモニア生成反応が遅くなる。そこで、反応を速やかに行うために、反応系に Fe_3O_4 を主成分とする(キ)を添加し、反応における(ク)を小さくすることで反応速度を大きくしている。

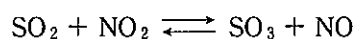
問 1 文中の(ア)~(ク)に当てはまる最適な語句を以下の語群から選んで記せ。なお、(ア)と(イ)の語句の順序は問わない。

語 群：

アンモニアソーダ, 圧力, オストワルト, 温度, 活性化エネルギー, 吸熱, 高温高圧, 高温低圧, 酵素, 触媒, 低温高圧, 低温低圧, ハーバー・ボッシュ, 発熱, 反応熱, ファントホッフの法則, ヘスの法則, 密度, 溶解度, ルシャトリエの原理

問 2 文中の(①)および(②)に当てはまる式をそれぞれ記せ。

問 3 2.00 L の反応容器内に 2.00 mol の二酸化硫黄と 3.00 mol の二酸化窒素を封入して 450 °C で加熱したところ, 次の反応が起こって平衡状態に達した。



このとき, 平衡状態において容器内に 1.50 mol の二酸化窒素が存在していた。以下の(1)および(2)の問いに答えよ。ただし, 物質は全て気体状態であり, 理想気体であるとする。

- (1) 450 °C におけるこの反応の濃度平衡定数 K_c を, 途中の計算過程とともに有効数字 2 桁で答えよ。
- (2) 次に, 同じ反応容器に 4.50 mol の二酸化硫黄と 4.50 mol の二酸化窒素を封入して 450 °C に加熱したところ, 反応が平衡状態に達した。このときに生成した三酸化硫黄の物質量を, 途中の計算過程とともに有効数字 2 桁で答えよ。必要ならば, $\sqrt{2} = 1.41$, $\sqrt{3} = 1.73$, $\sqrt{5} = 2.24$ を用いよ。

〔Ⅲ〕 次の文を読み、以下の問いに答えよ。

実験室中で、1.00 mol/L の塩酸 400 mL に亜鉛 6.54 g を加えると、水素が発生し、亜鉛がすべて溶解した。続いて、以下の A～F の気体を様々な反応により発生させた。

- | | | |
|---------|---------|---------|
| A 酸素 | B 硫化水素 | C 塩素 |
| D アンモニア | E 一酸化窒素 | F 二酸化炭素 |

問 1 塩酸と亜鉛の反応により発生した水素を、すべて水上置換により捕集してじゅうぶん乾燥させ、0℃、1気圧(標準状態)の下におくと、何Lの体積を占めるか求めよ。ただし、得られた水素は理想気体であるとする。途中の計算過程とともに有効数字2桁で答えよ。

問 2 亜鉛 6.54 g と反応した後の塩酸溶液は、さらに何gの亜鉛と反応することができるか。途中の計算過程とともに有効数字2桁で答えよ。

問 3 実験室中でA～Fの気体を発生させる試薬の組み合わせを、以下の(ア)～(サ)よりそれぞれ一つずつ選び、記号で答えよ。

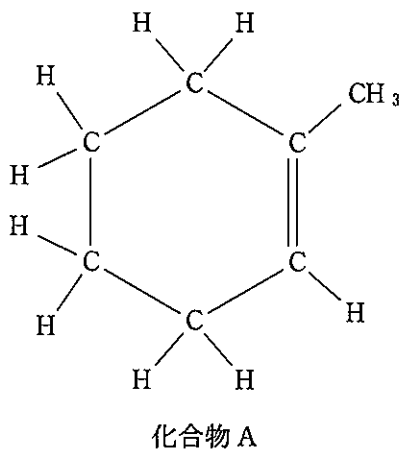
- (ア) 酸化マンガン(Ⅳ)と濃塩酸
- (イ) 酸化マンガン(Ⅳ)と過酸化水素水溶液
- (ウ) 炭酸カルシウムと希塩酸
- (エ) ギ酸と濃硫酸
- (オ) 銅と希硝酸
- (カ) 銅と濃硝酸
- (キ) 亜硫酸水素ナトリウムと希硫酸
- (ク) 硫化鉄(Ⅱ)と希硫酸
- (ケ) 塩化ナトリウムと濃硫酸
- (コ) 塩化アンモニウムと濃硫酸
- (サ) 塩化アンモニウムと水酸化カルシウム

問 4 実験室中でA～Fの気体を発生させたときの捕集法として適した方法を、
以下の①～③よりそれぞれ一つずつ選び、記号で答えよ。

- ① 上方置換 ② 下方置換 ③ 水上置換

〔IV〕 次の文を読み、以下の問いに答えよ。

化合物 A に暗所で臭化水素を反応させると、(ア) 則により化合物 B を主生成物として得た。なお、化合物 B の構造異性体であり、(ア) 則に従わない化合物 C が副生成物としてわずかに得られた。一方、化合物 A に臭素を反応させると化合物 D を生じた。また、化合物 A は白金存在下で水素と反応させると化合物 E となった。化合物 A に対して過マンガン酸カリウムを反応させると、反応液が酸性のときは化合物 F が生成し、塩基性のときは化合物 G が生成した。



問 1 化合物 B~G の構造式を、化合物 A の書き方にならって記せ。ただし、立体構造(立体化学)は考慮しなくてよい。また、化合物 B~G の不斉炭素原子をすべて○で囲め。

問 2 文中の(ア)に当てはまる最適な語句を記せ。

〔V〕 次の文を読み、以下の問いに答えよ。

アミノ酸は、タンパク質を構成する成分で、分子内にアミノ基 -NH_2 とカルボキシ基 -COOH をもつ化合物の総称である。アミノ基とカルボキシ基が同一の炭素原子に結合しているアミノ酸を **ア** という。**ア** は一般式 $\text{R-CH(NH}_2\text{)-COOH}$ で表され、側鎖(R-)の違いによってアミノ酸の種類が決まる。タンパク質に含まれる約 20 種の **ア** のうち、グリシンは R = H 、アラニン R = CH_3 、セリン R = HO-CH_2 、フェニルアラニン $\text{R = C}_6\text{H}_5\text{-CH}_2$ 、チロシン $\text{R = } p\text{-HO-C}_6\text{H}_4\text{-CH}_2$ 、システイン R = HS-CH_2 、メチオニン $\text{R = CH}_3\text{-S-(CH}_2\text{)}_2$ 、アスパラギン酸 R = HOOC-CH_2 、グルタミン酸 $\text{R = HOOC-(CH}_2\text{)}_2$ 、リシン $\text{R = H}_2\text{N-(CH}_2\text{)}_4$ である。このうち、ヒトの必須アミノ酸は **イ**、**ウ**、**エ** である。

あるアミノ酸分子のカルボキシ基と、別のアミノ酸分子のアミノ基との間で **オ** が起こると、アミド結合ができる。このように、アミノ酸どうしから生じたアミド結合を、特にペプチド結合という。アミノ酸 2 分子が **オ** して結合した分子を **カ**、3 分子が結合した分子を **キ**、多数のアミノ酸が **オ** により鎖状に結合した分子を **ク** という。

ア が **オ** して生じたペプチド X はその分子量が 400 以下である。ペプチド X は次の呈色反応を示した。ペプチド X の水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えて塩基性にした後、^①少量の硫酸銅(Ⅱ)水溶液を加えると赤紫色を呈した。 ペプチド X の水溶液に濃硝酸を加えて加熱し、冷却後にアンモニア水を加えて塩基性にすると橙黄色を呈した。ペプチド X の水溶液に塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると青紫色を呈した。また、ペプチド X の水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱した後、酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加えると黒色沈殿^③を生じた。ペプチド X を加水分解して得られたアミノ酸の 1 つは不斉炭素原子を有さなかった。ペプチド X に酸化剤を作用させると分子量が約 2 倍になった。^④

問 1 文中の ア ~ ク に当てはまる最適な語句を記せ。なお、
イ ~ エ の語句の順序は問わない。

問 2 下線部①と下線部②について、反応の名称をそれぞれ記せ。

問 3 下線部③の黒色沈殿の化学式を記せ。

問 4 下線部④について、なぜ分子量が約 2 倍になったのか、その理由を答えよ。

問 5 ペプチド X に該当する構造式を 1 つ記せ。ただし、立体構造(立体化学)は考慮しなくてよい。