

平成 31 年 度

試 験 問 題 ①

学 科 試 験

(9 時 ~ 12 時)

【注 意】

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中をみてはならない。
2. 試験教科、試験科目、ページ、解答用紙および選択方法は下表のとおりである。

| 教 科 | 科 目 | ペー ジ | 解 答 用 紙 数 | 選 択 方 法 |
|-----|-----|---------|-----------|--|
| 数 学 | 数 学 | 1 ~ 10 | 2 枚 | 数学、英語は必須解答とする。 理科は左の3科目のうちから1科目を選択せよ。 |
| 英 語 | 英 語 | 11 ~ 14 | 3 枚 | |
| 理 科 | 化 学 | 15 ~ 26 | 2 枚 | |
| | 生 物 | 27 ~ 44 | 2 枚 | |
| | 物 理 | 45 ~ 52 | 1 枚 | |

3. 監督者の指示に従って、選択しない理科科目を含む全解答用紙(10枚)に受験番号と選択科目(理科のみ)を記入せよ。
 - ① 受験番号欄に受験番号を記入せよ。
 - ② 理科は選択科目記入欄に選択する1科目を○印で示せ。

上記①、②の記入がないもの、および理科2科目または理科3科目選択した場合は答案全部を無効とする。
4. 解答はすべて解答用紙の対応する場所に記入せよ。
5. 問題冊子の余白を使って、計算等を行ってもよい。
6. 試験開始後、問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせよ。
7. 解答用紙はいずれのページも切り離してはならない。
8. 解答用紙は持ち帰ってはならない。問題冊子は持ち帰ってよい。

化 学

【注意】

- 1 化学の全問を通して、必要ならば次の数値を用いよ。

原子量：H = 1.0, ^2H = 2.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0,

F = 19.0, Na = 23.0, S = 32.0, Cl = 35.5, Ca = 40.0, Ag = 108

ファラデー定数： $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

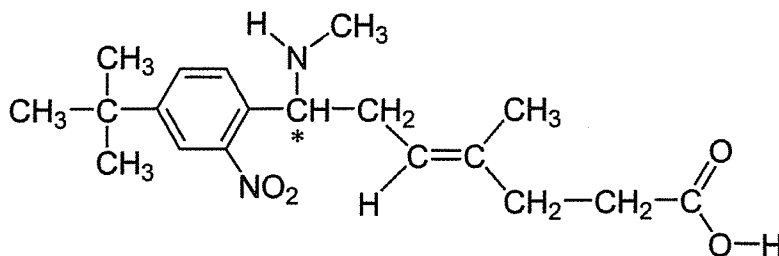
理想気体の標準状態における体積：22.4 L/mol

気体定数： $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

アボガドロ定数： $N_A = 6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$

- 2 特に指定のない限り、有効数字は2ケタで答えよ。

- 3 構造式は下の例にならって書け。ただし、*印は不斉炭素原子を表している。



- 【1】 ハロゲン(Br, Cl, F, I)に関する次の(ア)~(オ)の文章のうち、正しいものをすべて選び、記号で答えよ。

- (ア) ハロゲンの単体はいずれも常温、常圧において有色、有毒である。
(イ) ハロゲン化水素の沸点は、ハロゲンの原子量が大きいほど高い。
(ウ) 硝酸銀水溶液にハロゲン化ナトリウム水溶液を加えると、いずれも沈殿を生じる。
(エ) ハロゲン化合物において、ハロゲン原子の酸化数はいずれも「-1」である。
(オ) ハロゲンの単体の酸化力は原子量が大きいほど弱い。

【2】 次の(1), (2)の水溶液のpHの値を答えよ。ただし, 酢酸の電離定数は $2.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$, $\log 2 = 0.30$ とする。

(1) 0.20 mol/L 酢酸水溶液 60 mL と 0.20 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 40 mL を混合した水溶液。

(2) (1)の水溶液に 1.0 mol/L 塩酸を 4.0 mL 加えた水溶液。

【3】 ダニエル電池に関する設問(1)~(3)に答えよ。

(1) 正極および負極で起こる化学変化について, 電子 e^- を含むイオン反応式をそれぞれ答えよ。

(2) 素焼き板の小さな穴を通して, 正極側から負極側へ, また負極側から正極側へイオンが移動する。これらのイオンのイオン式をそれぞれ答えよ。

(3) 負極を他の金属単体と交換し, より高い起電力を得たい。どの金属を選ぶのがよいか, 下記より1つ選び, 元素記号で答えよ。

アルミニウム, 鉄, 鉛, 白金

【4】 冬期の路面凍結や降雪による車両のスリップ事故や、人の転倒による怪我の防止等を目的として、道路に融雪剤や凍結防止剤が散布されることがある。市販品としては塩化ナトリウム、塩化カルシウムを主成分とするものが多い。融雪剤や凍結防止剤に関する設問(1)、(2)に答えよ。

- (1) 固体(粒子)を散布して短時間での融雪効果を評価した場合、塩化ナトリウムと比較して塩化カルシウムの方が優れている。この理由を60字以内で説明せよ。
- (2) 1Lの水に20gの塩化カルシウムまたは塩化ナトリウムを溶解させた溶液を、凍結防止を目的として積雪前に路面に散布することを計画している。どちらを用いる方がより優れた凍結防止効果が得られるか、その理由も含めて60字以内で説明せよ。

【5】 硝酸の工業的製造法に関する文章を読んで、設問(1)~(4)に答えよ。

天然ガスの主成分であるメタンを、高温かつ触媒の存在下で水蒸気と反応させると水素と一酸化炭素が生成する。この反応により生成した水素を、空気から分離した窒素と、高温高圧、かつ触媒の存在下で反応させると、(あ)が生成する。この(あ)を製造する方法を(い)法という。

(あ)と酸素を反応させると(う)が生じ、(う)は常温で酸化されて(え)になる。この(え)を水に溶かすことにより硝酸が得られる。この硝酸の製造方法を(お)法という。

- (1) 下線部①の化学反応式を書け。
- (2) (あ)~(お)に当てはまる最も適切な語句を答えよ。
- (3) 下線部②の反応の化学反応式を書け。また、この反応に工業的に用いられる触媒は何か、語句で答えよ。
- (4) 1.0t(トン)のメタンを原料としたときに生産することができる物質(え)の重量を求めよ。ただし、問題文で示した反応以外の反応は起きず、また反応は完全に進むものとする。

【6】 金属銀の結晶に関する設問(1)~(4)に答えよ。必要があれば、以下の値を使用せよ。

$$\sqrt{2} = 1.41, \sqrt{3} = 1.73, \sqrt{5} = 2.24$$

- (1) 金属銀の結晶は面心立方格子である。単位格子中に含まれる銀原子の数を答えよ。
- (2) 金属銀の結晶の単位格子の一辺の長さが 4.0×10^{-8} cm のとき、最隣接原子間の距離を求めよ。
- (3) 単位格子中において銀原子が占める体積を求めよ。
- (4) 銀の結晶の密度を求めよ。ただし、単位は g/cm^3 とせよ。

【7】 黒鉛とダイヤモンドの燃焼熱は、それぞれ $394 \text{ kJ}/\text{mol}$ 、 $396 \text{ kJ}/\text{mol}$ である。

また、黒鉛、ダイヤモンドと同様に炭素の同素体であるフラーレン(C_{60})の燃焼熱は $26110 \text{ kJ}/\text{mol}$ である。これら3種類の炭素同素体について、同じ質量のとき、物質のもつエネルギーが大きい順に答えよ。

【8】 以下の金属のうち融解塩電解(熔融塩電解)で製造されているものを選び、元素記号で答えよ。また、この金属が融解塩電解で製造されている理由を50文字以内で述べよ。

鉄, 亜鉛, 鉛, アルミニウム, 銅

【9】 リービッヒ冷却器に冷却水を流す方法として正しいのは(ア)上部から下部に向かって流す, (イ)下部から上部に向かって流す, のどちらか, 記号で答えよ。また, 選んだ向きに冷却水を流さなければいけない理由を40字以内で述べよ。

【10】 次の①～⑩の分子のうち、極性分子をすべて選び、番号で答えよ。

- | | |
|---------|-----------|
| ① 二酸化炭素 | ⑥ ジクロロメタン |
| ② 硫化水素 | ⑦ エチレン |
| ③ 塩化水素 | ⑧ クロロホルム |
| ④ 四塩化炭素 | ⑨ 臭素 |
| ⑤ エタノール | ⑩ オゾン |

【11】 白金板を電極として希硫酸を電気分解した。以下の設問(1)、(2)に答えよ。

- (1) 陽極、および陰極で起こる変化を、電子 e^- を含むイオン反応式でそれぞれ示せ。
- (2) 0.50 A の電流を 386 秒間流して電気分解したとき、陰極で発生する気体の体積は標準状態で何 L か。

- 【12】 次の(ア)~(エ)の器具を用いて、中和滴定の実験を行いたい。実験に先立って、これらの器具を純水でよく洗浄した。洗浄後に中和滴定の実験を行う場合、(ア)~(エ)の器具の取り扱い方として適当なものを①、②より選び、番号を書け。

(器具)

- (ア) メスフラスコ
- (イ) ホールピペット
- (ウ) コニカルピーカー
- (エ) ビュレット

(取り扱い方)

- ① 純水で濡れたまま使用してよい。
- ② 共洗いして使用する。

- 【13】 三種類の元素 ^{12}C 、 ^2H 、 ^{16}O のみで構成される有機化合物 35 mg を完全燃焼させたところ、二酸化炭素が 77 mg、重水($^2\text{H}_2\text{O}$)が 35 mg 生成した。この有機化合物の組成式を答えよ。

【14】 分子式 C_3H_9N で表される脂肪族アミンについて、考えられる構造式をすべて書け.

【15】 次の①～⑪の有機化合物のうち、不斉炭素原子を持つものをすべて選び、番号で答えよ.

① 2-メチルペンタン

⑦ シクロペンタン

② 2-クロロプロパン

⑧ グルタミン酸

③ 2-ブタノール

⑨ マレイン酸

④ スクロース

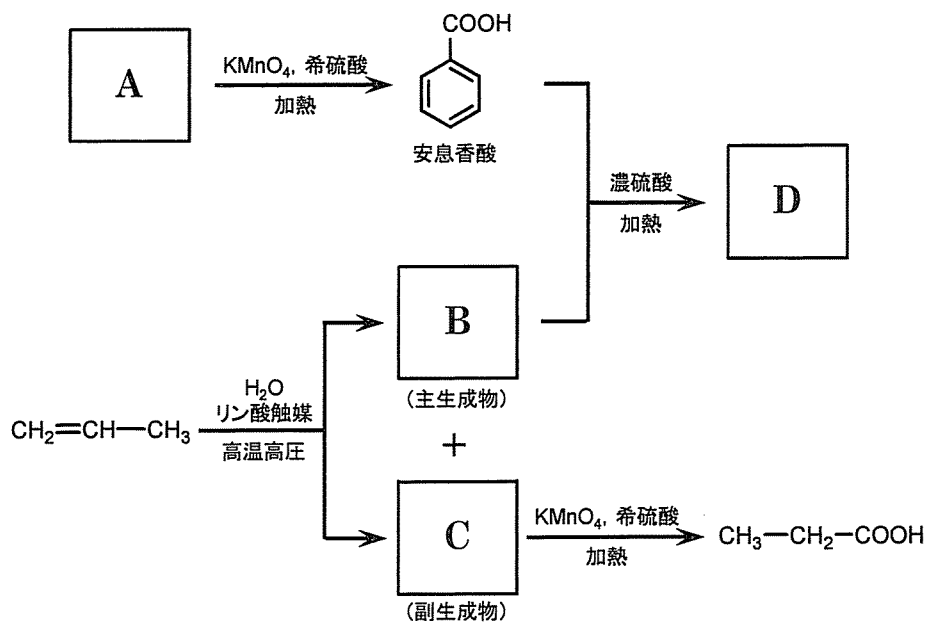
⑩ 酒石酸

⑤ グリセリン

⑪ ステアリン酸

⑥ イソプレン

【16】 以下に示す有機化合物の反応について、設問(1)~(3)に答えよ。なお、A~Dには、炭素骨格を持つ有機化合物が入る。



(1) 化合物 A として用いることができるものを、以下の(a)~(h)の化合物からすべて選び、記号で答えよ。

- (a) トルエン (b) ベンゼン (c) スチレン
 (d) ベンジルアルコール (e) キシレン (f) クレゾール
 (g) ナフタレン (h) ベンズアルデヒド

(2) 化合物 C の名称を書け。

(3) 化合物 D の構造式を書け。

【17】 次の(ア)~(エ)に示す単量体をもとに得られる鎖状高分子の重合度がすべて100のとき、分子量が大きいものから順に記号で並べよ。

(ア) テトラフルオロエチレン

(イ) カプロラクタム

(ウ) スチレン

(エ) 酢酸ビニル

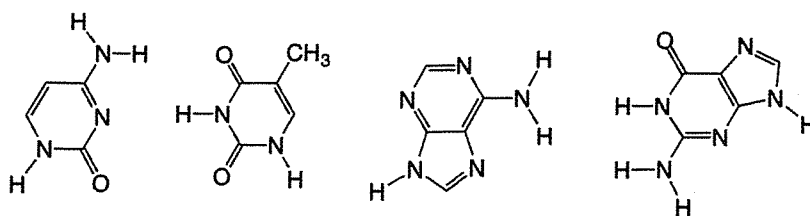
【18】 3種類の α -アミノ酸(グリシン, アスパラギン酸, リシン)が一つずつ結合した鎖状ジペプチド, 鎖状トリペプチドに関する設問(1)~(3)に答えよ。ただし, 側鎖にあるアミノ基, カルボキシ基もペプチド結合できるものとし, 環状構造は形成せず, また光学異性体は考慮しないものとする。

(1) アスパラギン酸とリシンからなる鎖状ジペプチドについて, 構造異性体が何種類あるか答えよ。

(2) (1)の答えをもとに考えると, アスパラギン酸, グリシン, リシンの順でペプチド結合した鎖状トリペプチドは, 構造異性体が何種類あるか答えよ。

(3) グリシン, アスパラギン酸, リシンが1つずつペプチド結合して得られる鎖状トリペプチドについて, 構造異性体が全部で何種類あるか答えよ。

- 【19】 核酸分子の二重らせん構造では、シトシンはグアニンと水素結合により塩基対を構成する。シトシンとグアニンの分子構造を下から選び、水素結合している状態を図示せよ。ただし、解答欄に記されている DNA の主鎖に結合した塩基分子の窒素(N)を起点とし、左側にシトシン、右側にグアニンを記すこと。水素結合については、結合に関与する原子間を破線で結ぶこと。



- 【20】 硫酸ドデシルナトリウム(ドデシル硫酸ナトリウム)は、1-ドデカノール (C₁₂H₂₅OH)から合成される界面活性剤である。硫酸ドデシルナトリウムは水中で自発的に会合し、球状のミセルを形成する。ミセル一つあたりの会合分子の数は、25℃において62と報告されている。1.00 Lの純水に硫酸ドデシルナトリウム 2.88 gを溶解させたとき、水溶液中に形成されたミセルは何個か答えよ。ただし、全ての分子が会合してミセルを形成しているものとする。

—余 白—

(このページに問題はありません)