

E 4 化 学

この冊子は、化学の問題で 1 ページより 25 ページまであります。

〔注 意〕

- (1) 試験開始の指示があるまで、この冊子を開いてはいけません。
- (2) 監督者から受験番号等記入の指示があったら、解答用マークシートに受験番号と氏名を記入し、さらに受験番号をマークしてください。
- (3) 解答は、所定の解答用マークシートにマークしたものが採点されます。
- (4) 解答用マークシートについて
 - ① 解答用マークシートは、絶対に折り曲げてはいけません。
 - ② マークには黒鉛筆(HBまたはB)を使用してください。
指定の黒鉛筆以外でマークした場合、採点できないことがあります。
 - ③ 誤ってマークした場合は、消しゴムで丁寧に消し、消しくずを完全に取り除いたうえ、新たにマークしてください。
 - ④ 解答欄のマークは、横 1 行について 1 箇所に限ります。
2 箇所以上マークすると採点されません。
あいまいなマークは無効となるので、はっきりマークしてください。
 - ⑤ 解答用マークシートに記載されている解答上の注意事項を、必ず読んでから解答してください。
- (5) 試験開始の指示があったら、初めに問題冊子のページ数を確認してください。
ページの落丁・乱丁、印刷不鮮明等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- (6) 問題冊子は、試験終了後、持ち帰ってください。

必要があれば、次の数値を用いなさい。

原子量 H : 1.0 Li : 6.9 Be : 9.0 C : 12.0 O : 16.0
 Na : 23.0 Mg : 24.3 Al : 27.0 S : 32.0 Cl : 35.5
 K : 39.1 Ca : 40.1 Co : 58.9 Ni : 58.7 Cu : 64.0
 Pb : 207.2

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

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

1 以下の(1)～(6)の問いに答えなさい。

(15 点)

- (1) 化学史上で重要な人物に関して、(a)～(d)のなかで正しい記述はどれか。正しい記述の組み合わせを解答群から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

記 述

- (a) ラボアジェは質量保存の法則を確立した。
- (b) アボガドロは原子説を唱えた。
- (c) ドルトンは分子説を唱えた。
- (d) アレニウスは電離説を唱えた。

解答群

- | | | | |
|--------|--------|---------------|--------|
| 0 a | 1 b | 2 c | 3 d |
| 4 a, b | 5 a, c | 6 a, d | 7 b, c |
| 8 b, d | 9 c, d | 10 a, b, c, d | |

- (2) 電気分解において、同じ電気量で金属イオンが還元されて金属単体になるとき、もっとも小さい質量の金属単体が析出するのはどの金属イオンか。解答群から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。ただし、電気分解の電流は全て金属イオンの還元に使われ、析出後の金属は化学的に安定で分解しないものとする。

解答群

- | | | | |
|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| 0 Li^+ | 1 Be^{2+} | 2 Na^+ | 3 Mg^{2+} |
| 4 Al^{3+} | 5 K^+ | 6 Ca^{2+} | 7 Co^{2+} |
| 8 Ni^{2+} | 9 Cu^{2+} | 10 Pb^{2+} | |

- (3) 常温の塩化ナトリウム結晶は電気を通さないが、加熱して液体の状態になると電気を通すようになる。この理由としてもっとも適当なものを解答群から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

- 0 自由電子が増えるから
- 1 イオンが動けるようになるから
- 2 ナトリウムが金属になるから
- 3 塩素が揮発するから
- 4 クーロン力が強くなるから
- 5 ナトリウムのイオン化エネルギーが大きいから
- 6 塩素の電子親和力が大きいから
- 7 酸化還元が起こるから
- 8 イオン結合から共有結合に変わるから
- 9 触媒作用が生じるから

- (4) 以下にあげる二つの物質が、ともに共有結合の結晶でないものはどれか。解答群から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

- | | |
|--------------|----------------|
| 0 ダイヤモンドと黒鉛 | 1 二酸化ケイ素とヨウ素 |
| 2 ケイ素とベンゼン | 3 ダイヤモンドとケイ素 |
| 4 ケイ素と黒鉛 | 5 二酸化ケイ素と二酸化炭素 |
| 6 氷とヨウ素 | 7 氷と黒鉛 |
| 8 ヨウ素とダイヤモンド | 9 ヨウ素と黒鉛 |

- (5) ある濃度の炭酸ナトリウム水溶液と純水がビーカーにそれぞれ入っている。この炭酸ナトリウム水溶液を純水で正確に 100 倍に希釈するために必要となるガラス器具としてもっとも適切なものを解答群から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

- 0 ホールピペットとメスシリンダー
- 1 ホールピペットとコニカルビーカー
- 2 メスフラスコとホールピペット
- 3 メスフラスコとメスシリンダー
- 4 メスフラスコとコニカルビーカー
- 5 ビュレットとメスシリンダー
- 6 ビュレットとコニカルビーカー
- 7 ビュレットとホールピペット
- 8 メスシリンダーとコニカルビーカー
- 9 メスシリンダーとメートルグラス

- (6) ハロゲンの単体および化合物に関して、(a)～(d)のなかで正しい記述はどれか。正しい記述の組み合わせを解答群から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

記 述

- (a) ハロゲン化ナトリウムのうち融点が最も高いのは NaF である。
- (b) フッ素の単体は水とは反応しない。
- (c) ハロゲン化水素で沸点が最も高いのは HF である。
- (d) HF の水溶液は強酸でガラスを溶かす。

解答群

- | | | | |
|--------|--------|---------------|--------|
| 0 a | 1 b | 2 c | 3 d |
| 4 a, b | 5 a, c | 6 a, d | 7 b, c |
| 8 b, d | 9 c, d | 10 a, b, c, d | |

2

次の文章を読んで、(1)～(10)の問いに答えなさい。

(35点)

鉄は地殻中に酸化物や硫化物、ケイ酸塩として存在し、ア 元素の中で地殻中にもっとも多量に存在する。鉄は資源が豊富で、比較的安価、機械的強度が高く、建物の構造材や機械器具などに使用されるため、最も生産量が多い金属である。

その原料は、主成分がイの赤鉄鉱や、主成分がウの磁鉄鉱などを含む鉄鉱石である。鉄鉱石から鉄の単体を取り出す、すなわち鉄のエを行うには溶鉱炉が使用される。砕いた鉄鉱石に、主成分がオであるコークスと石灰石を混ぜて溶鉱炉の上部から入れ、溶鉱炉の下方から熱風を送る。すると、主にコークスの燃焼で生じたカによって鉄鉱石が鉄にキされ、溶鉱炉の底部で融解した鉄が得られる。また溶鉱炉に入れた石灰石は、鉄鉱石中の二酸化ケイ素や酸化アルミニウムなどの不純物と反応しクとなって溶鉱炉の下方から取り出して分離する。

溶鉱炉の底で融解した状態で得られる鉄はケと呼ばれ、炭素含有量が約4%で、硬くてもろいが、融点が低いため^{いもの}鋳物に用いられる。ケを転炉に移し、融解したケに酸素を吹き込んで一部の炭素を除き、炭素含有量を2～0.02%にまで減らしたものがコである。コは硬くて粘り強い性質をもち、建築材料や鉄道のレールなどに利用されている。さらに、コは合金の材料としても広く用いられ、身の回りには様々な場面で鉄の合金が使われている。

- (1) 文中の ア ～ コ にもっとも適した語句または化学式等を解答群の中から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。たとえば、番号が09の場合には、十の位に0、一の位に9をマークしなさい。ただし、解答群中の同じ番号を重複して選んではいけない。

解答群

01 典型	02 遷移	03 金属
04 非金属	05 卑金属	06 陽性
07 同族	08 Fe_2O_3	09 Fe_3O_4
10 FeOOH	11 FeSO_4	12 $\text{Fe}(\text{OH})_2$
13 $\text{Fe}(\text{OH})_3$	14 Fe	15 製錬
16 電解精錬	17 精製	18 炭素
19 硫黄	20 赤リン	21 黄リン
22 ケイ素	23 ホウ素	24 二酸化硫黄
25 一酸化硫黄	26 二酸化炭素	27 一酸化炭素
28 五酸化二リン	29 リン酸	30 ホウ酸
31 ケイ酸	32 酸化	33 還元
34 中和	35 廃棄物	36 ボーキサイト
37 スラグ	38 純鉄	39 鋼
40 銑鉄		

- (2) 鉄はさびやすいが、強熱することで鉄の表面を黒さびが覆って鉄の内部を保護することができる。この黒さびのおもな成分の化学式はどれか。解答群からもっとも適当なものを一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

1 FeO	2 FeO_2	3 Fe_2O_3
4 Fe_3O_4	5 FeCO_3	6 FeCl_2
7 FeOOH	8 $\text{Fe}(\text{OH})_2$	9 $\text{Fe}(\text{OH})_3$

- (3) 金属のさびやすさは、イオン化傾向と関連している。解答群に示した鉄を含む5つの金属元素のイオン化傾向の大小を不等号で表すとき、正しいものはどれか。解答群からもっとも適当なものを一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| 1 Mg > Fe > Zn > Sn > Cu | 2 Mg > Fe > Zn > Cu > Sn |
| 3 Mg > Zn > Fe > Sn > Cu | 4 Mg > Zn > Sn > Fe > Cu |
| 5 Zn > Mg > Sn > Fe > Cu | 6 Zn > Fe > Mg > Sn > Cu |
| 7 Sn > Mg > Fe > Zn > Cu | 8 Cu > Sn > Fe > Zn > Mg |
| 9 Cu > Sn > Mg > Fe > Zn | |

- (4) 鉄のさびを防ぐために、鉄表面をめっきによって別の金属で覆ったものにトタンがある。トタンの説明としてもっとも適当な文を解答群から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

- 1 クロムでめっきされ、表面が傷ついても鉄がさびにくい。
- 2 クロムでめっきされ、表面が傷つくと鉄がさびやすい。
- 3 クロムでめっきされ、表面が傷つきにくい。
- 4 スズでめっきされ、表面が傷ついても鉄がさびにくい。
- 5 スズでめっきされ、表面が傷つくと鉄がさびやすい。
- 6 スズでめっきされ、表面が傷つきにくい。
- 7 亜鉛でめっきされ、表面が傷ついても鉄がさびにくい。
- 8 亜鉛でめっきされ、表面が傷つくと鉄がさびやすい。
- 9 亜鉛でめっきされ、表面が傷つきにくい。

- (5) 鉄はある元素と合金を作ることさびにくくなるため、その合金は食器など身の回りに広く使われている。その鉄との合金に使われるおもな元素はなにか。解答群からもっとも適当なものを一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| 1 Mg | 2 Ti | 3 Ni |
| 4 Zn と Ni | 5 Cr と Zn | 6 Cr と Ni |
| 7 Cu と Mg | 8 Ag と Cu | 9 Al と Zn |

- (6) 鉄にホウ素とある元素を加えた合金は、小型で強力な磁石になるため、イヤホンのスピーカーなどに利用されている。この鉄合金に含まれているある元素はなにか。解答群からもっとも適当なものを一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

- | | | |
|------|------|------|
| 1 V | 2 Co | 3 Ni |
| 4 Nb | 5 Rh | 6 Pd |
| 7 Ta | 8 Ir | 9 Nd |

- (7) 自然界の鉄にはおもに三つの同位体が存在し、相対質量 54.0 の ^{54}Fe 、相対質量 56.0 の ^{56}Fe 、相対質量 57.0 の ^{57}Fe の存在比が 6.00 : 92.0 : 2.00 であるとき、鉄の原子量として正しいものはどれか。解答群からもっとも適当なものを一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

- | | | |
|---------------|--------------|--------------|
| 1 55.7 | 2 55.9 | 3 56.1 |
| 4 56.3 | 5 56.5 | 6 55.7 g/mol |
| 7 55.9 g/mol | 8 56.1 g/mol | 9 56.3 g/mol |
| 10 56.5 g/mol | | |

- (8) 金属結晶において、原子の配列のおもなものに体心立方格子、面心立方格子、六方最密構造がある。これら三つの構造の充填率の大小関係を不等号で表すとどのようになるか。解答群からもっとも適当なものを一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

- 1 体心立方格子 = 面心立方格子 = 六方最密構造
- 2 体心立方格子 < 面心立方格子 = 六方最密構造
- 3 体心立方格子 = 面心立方格子 < 六方最密構造
- 4 体心立方格子 < 面心立方格子 < 六方最密構造
- 5 体心立方格子 > 面心立方格子 = 六方最密構造
- 6 体心立方格子 = 面心立方格子 > 六方最密構造
- 7 体心立方格子 > 面心立方格子 > 六方最密構造
- 8 面心立方格子 < 体心立方格子 = 六方最密構造
- 9 面心立方格子 = 体心立方格子 < 六方最密構造

- (9) 鉄の結晶は、常温常圧では一般に体心立方格子の配列をしている。 ^{54}Fe , ^{56}Fe , ^{57}Fe の存在比が 6.00 : 92.0 : 2.00 であるとき、ある鉄原子が接する全ての鉄原子が ^{56}Fe になる確率はいくらか。もっとも近い値を解答群から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

0 0.9	1 0.8	2 0.7
3 0.6	4 0.5	5 0.4
6 0.3	7 0.2	8 0.1
9 0.01	10 0.001	

- (10) 体心立方格子の配列の鉄が、 ^{54}Fe , ^{56}Fe , ^{57}Fe の存在比が 6.00 : 92.0 : 2.00 であるとき、一つの体心立方格子の単位格子に含まれる全ての鉄原子が ^{56}Fe である確率はいくらか。もっとも近い値を解答群から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

0 0.9	1 0.8	2 0.7
3 0.6	4 0.5	5 0.4
6 0.3	7 0.2	8 0.1
9 0.01	10 0.001	

- 3 炭酸カルシウム(固体)を加熱すると、反応式(A)のように酸化カルシウム(固体)と二酸化炭素(気体)に分解する。



(1)～(6)の問いに答えなさい。

(25 点)

- (1) 反応式(A)のように生成した酸化カルシウム(固体)は ア と呼ばれ、
イ に分類できる。この酸化カルシウム(固体)に水を加えると、
ウ 反応が起こる。それぞれ ア , イ , ウ に当てはまる最も適切な用語の組み合わせを解答群の中から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

	ア	イ	ウ
1	消石灰	酸性酸化物	発 熱
2	消石灰	酸性酸化物	吸 熱
3	消石灰	塩基性酸化物	発 熱
4	消石灰	塩基性酸化物	吸 熱
5	生石灰	酸性酸化物	発 熱
6	生石灰	酸性酸化物	吸 熱
7	生石灰	塩基性酸化物	発 熱
8	生石灰	塩基性酸化物	吸 熱

- (2) 炭酸カルシウム(固体)、酸化カルシウム(固体)、二酸化炭素(気体)の生成熱は、それぞれ 67.9 kJ, 36.3 kJ, 22.5 kJ である。このとき、反応式(A)の反応熱は何 kJ になるか。最も近い数値を解答群の中から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

1 -81.7	2 -63.5	3 -54.1	4 -36.2
5 -9.1	6 +9.1	7 +36.2	8 +54.1
9 +63.5	10 +81.7		

- (3) 49.8 g の炭酸カルシウム(固体)を熱分解すると、反応式(A)の化学反応が完全に進んだ。このときに得られた二酸化炭素(気体)を体積可変の容器内に封入し、 1.01×10^5 Pa、40℃ に保ったとき、気体の体積は何 L になるか。最も近い数値を解答群の中から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。ただし、二酸化炭素(気体)は理想気体とする。

解答群

1 9.77	2 10.2	3 11.2	4 12.3
5 12.8	6 13.3	7 14.8	8 16.8
9 22.4			

- (4) (3)の問いの体積可変の容器内に水を加えたところ、気体は(3)の問いの解答である体積の $\frac{2}{3}$ 倍になった。(3)の問いと同様に 1.01×10^5 Pa、 40°C に保ったとき、気体中に存在する二酸化炭素(気体)の物質量は何 mol になるか。最も近い数値を解答群の中から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。ただし、 40°C における水の飽和蒸気圧は 7.30×10^3 Pa とする。

解答群

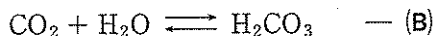
- | | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| 1 0.214 | 2 0.250 | 3 0.294 | 4 0.307 |
| 5 0.331 | 6 0.391 | 7 0.435 | 8 0.461 |
| 9 0.497 | | | |

- (5) (4)の問いの二酸化炭素が溶解した水を 10.0 mL とり、 5.00×10^{-2} mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 50.0 mL と反応させた。この水溶液を中和するために 5.00×10^{-2} mol/L の塩酸 12.0 mL が必要であった。水に溶解した二酸化炭素のモル濃度は何 mol/L になるか。最も近い数値を解答群の中から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

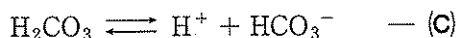
- | | | |
|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| 1 5.66×10^{-3} | 2 9.57×10^{-3} | 3 2.5×10^{-2} |
| 4 3.17×10^{-2} | 5 4.75×10^{-2} | 6 9.5×10^{-2} |
| 7 1.25×10^{-1} | 8 1.43×10^{-1} | 9 1.9×10^{-1} |

- (6) 二酸化炭素は多量の水の中に分子状態で溶解し、ごく少量の二酸化炭素は水分子と反応し、反応式(B)のような平衡反応が起こる。



この二酸化炭素の希薄水溶液では水は多量に存在し、反応式(B)において変化する水はごくわずかであることを考慮したときの平衡定数を K_1 とする。

さらに、生成した炭酸は水溶液中において、速やかに反応式(C)のような電離平衡の状態となる。



この電離平衡定数を K_2 mol/L とする。反応式(B)と反応式(C)以外の平衡反応は無視できるものとする。

分子状態で溶解している二酸化炭素のモル濃度を C mol/L とおき、弱酸の電離平衡であることを考慮して、水溶液中の水素イオン濃度 $[\text{H}^+]$ mol/L について K_1 , K_2 , C を含む関係式で表すと、どのようなになるか。最も適切な式を解答群の中から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

1 $K_1 K_2 C$

2 $\frac{1}{K_1 K_2 C}$

3 $\frac{K_1 K_2}{C}$

4 $\frac{C}{K_1 K_2}$

5 $\sqrt{K_1 K_2 C}$

6 $\sqrt{\frac{1}{K_1 K_2 C}}$

7 $\sqrt{\frac{K_1 K_2}{C}}$

8 $\sqrt{\frac{C}{K_1 K_2}}$

9 $\sqrt{\frac{K_1 C}{K_2}}$

- 4 次の実験1～実験6とそれらに関する文章を読み、(1)～(7)の問いに答えなさい。(25点)

実験1：50.0 gの硫酸銅(Ⅱ)五水和物の結晶を電気炉で加熱すると、約102℃において化合物Aが42.8 g生じた。引き続き加熱すると、約113℃では35.6 gの化合物Bが生じた後、約150℃では32.0 gの化合物Cが生じた。さらに加熱すると、16.0 gの黒色粉末の化合物Dに変化し、最終的に14.4 gの赤色粉末の化合物Eになった。

実験2：化合物A，化合物B，化合物Cのうち1種類の化合物(化合物Xとする)を4.96 g採取し、コニカルビーカーに入れ、100 mLの水に溶解した。酢酸を加えて酸性にし、20.0 gのヨウ化カリウムを加えてよく混ぜた後、デンプン溶液を加えた。この溶液中のヨウ素を1.00 mol/Lのチオ硫酸ナトリウムで滴定したところ、31.0 mLで終点に達した。

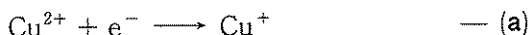
実験3：化合物Dに十分な量のヨウ化カリウム水溶液を加えてよく混ぜた後、さらに塩酸を加えると、化合物Dは白色の沈殿を生じた。ここにデンプン溶液を添加すると、溶液は紫色になった。

実験4：化合物Eに十分な量のヨウ化カリウム水溶液を加えてよく混ぜた後、さらに塩酸を加えると、化合物Eは白色の沈殿を生じた。ここにデンプン溶液を添加しても、溶液の色に変化は見られなかった。

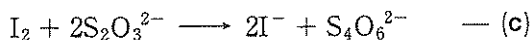
実験5：化合物Dと化合物Eの混合物(混合物Yとする)を300 mg採取し、コニカルビーカーに入れ、十分な量のヨウ化カリウム水溶液を加えた。さらに塩酸を加えると、化合物Dと化合物Eの混合物は白色の沈殿になり、溶液の色は褐色となった。この水溶液中のヨウ素を 1.00×10^{-1} mol/Lのチオ硫酸ナトリウム水溶液で滴定したところ、24.0 mLで終点に達した。

実験 6：硫酸銅(Ⅱ)の水溶液の中に陽極と陰極を浸し、500 mA の電流で電気分解すると、陰極は銅でめっきされた。陰極の上に析出した銅の膜について分析すると、一定の厚みであり、膜の厚さは 100 nm であった。さらに、その銅の膜の表面積は 100 cm^2 であった。

なお、実験 2 の下線部(ア)および実験 3 の下線部(ウ)の操作における銅(Ⅱ)イオンとヨウ化物イオンの反応は、それぞれ下記の反応式(a)と反応式(b)で表すことができる。



また、実験 2 の下線部(イ)および実験 5 の下線部(エ)の操作におけるヨウ素とチオ硫酸イオンの反応は、下記の反応式(c)で表すことができる。



(1) 実験 1 で生じた 化合物 B の式量はいくらか。最も適切な数値を解答群の中から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

- | | |
|-------|--------|
| 1 72 | 2 80 |
| 3 96 | 4 144 |
| 5 160 | 6 178 |
| 7 196 | 8 214 |
| 9 224 | 10 232 |

- (2) 実験1で生じた **化合物D** の式量はいくらか。最も近い数値を解答群の中から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

- | | |
|-------|--------|
| 1 72 | 2 80 |
| 3 96 | 4 144 |
| 5 160 | 6 178 |
| 7 196 | 8 214 |
| 9 224 | 10 232 |

- (3) 実験2で用いた **化合物X** の式量はいくらか。最も近い数値を解答群の中から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

- | | |
|-------|--------|
| 1 72 | 2 80 |
| 3 96 | 4 144 |
| 5 160 | 6 178 |
| 7 196 | 8 214 |
| 9 224 | 10 232 |

- (4) 実験2の滴定の終点での変化について、最も適切な記述を解答群の中から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

- 1 青白色の沈殿が生じた。
- 2 赤色の沈殿が生じた。
- 3 黒色の沈殿が生じた。
- 4 白色の沈殿が生じた。
- 5 溶液の色が青紫色から無色に変化した。
- 6 溶液の色が無色から青紫色に変化した。
- 7 溶液の色が黄色から赤色に変化した。
- 8 溶液の色が赤色から黄色に変化した。
- 9 溶液の色が無色から赤色に変化した。
- 10 溶液の色が赤色から無色に変化した。

- (5) 実験5の下線部(工)の水溶液中に含まれるヨウ素(I_2)の物質量は何 mol になるか。最も近い数値を解答群の中から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| 1 3.00×10^{-4} | 2 6.00×10^{-4} |
| 3 8.00×10^{-4} | 4 1.20×10^{-3} |
| 5 2.40×10^{-3} | 6 3.60×10^{-3} |
| 7 4.80×10^{-3} | 8 6.00×10^{-3} |
| 9 7.20×10^{-3} | 10 8.40×10^{-3} |

- (6) 実験 5 で用いた **混合物 Y** の中に含まれる銅の含有率(質量パーセント)はいくらか。最も近い数値を解答群の中から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

- | | |
|--------|---------|
| 1 25.6 | 2 29.9 |
| 3 36.0 | 4 40.0 |
| 5 57.6 | 6 67.2 |
| 7 80.0 | 8 83.2 |
| 9 85.6 | 10 88.9 |

- (7) 実験 6 で電流を流した時間は何秒になるか。最も近い整数を解答群の中から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。ただし、陰極上に析出した銅の密度は 8.96 g/cm^3 である。また、水溶液中の銅イオンは全て 2 価であり、このとき流れた電流は全て電気分解に使われたと仮定すること。

解答群

- | | |
|-------|--------|
| 1 18 | 2 27 |
| 3 36 | 4 45 |
| 5 54 | 6 72 |
| 7 90 | 8 108 |
| 9 126 | 10 144 |

右のページは白紙です。

5

つぎの(1)～(4)の問いは、それぞれ(a)～(d)の四つの記述から成り立っている。それぞれの問いで(a)～(d)の正しい記述の記号の組み合わせを解答群の中から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。たとえば、解答が09のときには、十の位に0、一の位に9をマークしなさい。

(20 点)

- (1) (a) メタノールは工業的には高温・高圧下、触媒を用いて二酸化炭素と水素から合成されている。
- (b) エタノールの分子間脱水により得られるエーテルの沸点は、エタノールの沸点より低い。
- (c) 1-プロパノールと2-プロパノールは、ともに塩基性条件下ヨウ素との反応によりヨードホルムを生成する。
- (d) エチレングリコールとグリセリンは、ともに水と任意の割合で溶け合う。
- (2) (a) ギ酸は還元性を示す。
- (b) 炭酸は酢酸より強い酸である。
- (c) シュウ酸とフマル酸は、ともに2価カルボン酸である。
- (d) 油脂を構成する脂肪酸に含まれる炭素－炭素二重結合の数が増えると、油脂の融点は低くなる。
- (3) (a) 酸性アミノ酸の等電点の値は、塩基性アミノ酸の等電点の値よりも大きい。
- (b) グリシン2分子とアラニン1分子からなる鎖状のトリペプチドには、3種類の構造異性体がある。
- (c) チロシンとセリンは、ともに1分子中に3個の酸素原子を含んでいる。
- (d) タンパク質の変性は、一次構造に変化がなくても起こる。

- (4) (a) デンプンとセルロースは、ともにアミラーゼによって加水分解されグルコースを与える。
- (b) DNA の 4 種類の核酸塩基のうち、グアニンと塩基対をつくるのはシトシンである。
- (c) クロロプレンとイソプレンは、ともに分子内に C=C 結合を 2 個もつジエン化合物である。
- (d) アクリル繊維はポリアクリル酸メチルを主成分とした合成繊維である。

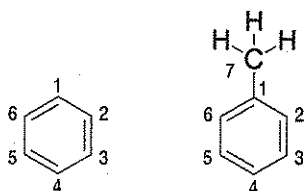
解答群

- | | | |
|------------------|------------------|-----------------------|
| 01 (a) | 02 (b) | 03 (c) |
| 04 (d) | 05 (a), (b) | 06 (a), (c) |
| 07 (a), (d) | 08 (b), (c) | 09 (b), (d) |
| 10 (c), (d) | 11 (a), (b), (c) | 12 (a), (c), (d) |
| 13 (a), (b), (d) | 14 (b), (c), (d) | 15 (a), (b), (c), (d) |
| 16 正しいものはない | | |

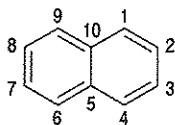
6

ナフタレンおよびそれから誘導される化合物に関する次の文章を読み、(1)～(3)の問いに答えなさい。(30点)

- (1) ベンゼンを構造式で表す際、炭素原子間の結合が単結合と二重結合が交互になる構造で表すが、実際にはベンゼンの炭素原子間の結合距離はどれも等しい。下に示す構造式において、ベンゼンの6個の炭素に1から6までの番号をつけたとき、ベンゼンの炭素(1)から炭素(6)の炭素原子は区別することができない、すなわち、いずれの炭素原子も等しい反応性を有しており、これを化学的に等価であるという。同様にトルエンの場合、7個の炭素原子のうち炭素(2)と炭素(6)、および炭素(3)と炭素(5)は化学的に等価である。すなわち、5種類の化学的に性質の異なる炭素原子が存在することになる。これら5種類の炭素原子を、互いに化学的に非等価であるという。



ナフタレンの10個の炭素原子に下のように1から10までの番号をつけたとき、炭素(1)、炭素(4)、炭素(6)、および炭素(9)は化学的に等価である。また、炭素(2)、炭素(3)、炭素(7)、および炭素(8)が化学的に等価であり、炭素(5)と炭素(10)が化学的に等価である。すなわち、ナフタレンには3種類の化学的に非等価な炭素原子が存在する。



ナフタレンの水素原子1個を臭素原子で置換した化合物には 個の異性体が考えられる。ナフタレンの水素原子2個をそれぞれ臭素原子で置換した化合物をジブロモナフタレンといい、 個の異性体が考えられる。このジブロモナフタレンの異性体のうち、炭素原子10個が全て化学的に非等価なものは 個、化学的に非等価な炭素原子が5種類あるものは 個ある。残りの異性体には化学的に非等価な炭素原子が 種類ある。ナフタレンの水素原子2個をそれぞれ塩素原子1個と臭素原子1個で置換した化合物には 個の異性体が考えられる。文中の ~ にあてはまる数値を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。たとえば、解答が9のときには、十の位に0、一の位に9をマークしなさい。

- (2) 32.0 g のナフタレンにある条件下で水素を付加させたところ、全ての二重結合に水素が付加した炭化水素 X (分子式 $C_{10}H_{18}$) と部分的に水素が付加した炭化水素 Y が合計で 33.6 g 生成した。

- (a) 炭化水素 Y には、1つのベンゼン環が残っていることがわかった。また、Y は臭素水とは反応しなかった。Y の分子式を $C_{10}H_{2n}$ としたとき、 n にあてはまる数値を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

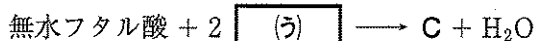
- (b) この炭化水素 X と Y の混合物 33.6 g を完全燃焼させるのに必要な酸素の物質量はナフタレン 32.0 g を完全燃焼させるのに必要な酸素の物質量よりも 0.40 mol 多かった。この混合物中の X と Y の物質質量比として最も適切なものを解答群から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

- | | | |
|-----------------|------------------|-----------------|
| 0 X : Y = 4 : 1 | 1 X : Y = 3 : 1 | 2 X : Y = 2 : 1 |
| 3 X : Y = 3 : 2 | 4 X : Y = 4 : 3 | 5 X : Y = 1 : 1 |
| 6 X : Y = 3 : 4 | 7 X : Y = 2 : 3 | 8 X : Y = 1 : 2 |
| 9 X : Y = 1 : 3 | 10 X : Y = 1 : 4 | |

- (3) ナフタレンの酸化によって得られる無水フタル酸は、合成樹脂、染料などの原料として広く用いられている。以下の①～③の記述に関して、あ ～ う にあてはまる構造式として最も適切なものを解答群から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

- ① 無水フタル酸を あ と反応させたところ、分子内にカルボキシ基とエステル結合を 1 個ずつ有する化合物 A が得られた。A の分子式はアセチルサリチル酸と同じであった。
- ② 無水フタル酸と い との反応から、ポリ塩化ビニルの添加剤として使用される化合物 B ($C_{24}H_{38}O_4$) が得られた。B は分子内にエステル結合を 2 個もっている。
- ③ 無水フタル酸と う は、下の式のように反応し、pH 指示薬として用いられる化合物 C ($C_{20}H_{14}O_4$) を与える。

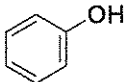
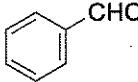


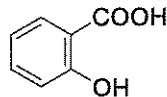
解答群

01 H_2O 02 CO_2 03 $\text{CH}_3\text{-OH}$ 04 HCOOH 05 $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$

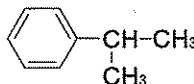
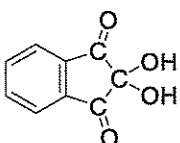
06 $\text{HO-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$ 07 $\text{CH}_3\text{-CHO}$ 08 $\text{CH}_3\text{-}\overset{\text{O}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}\text{-CH}_3$ 09 $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3\text{-C-OH} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$

10 $\begin{array}{c} \text{O}=\text{C} \quad \text{O}=\text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ 11 $\text{CH}_2=\text{CH-O-}\overset{\text{O}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}\text{-CH}_3$ 12 $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH-CH-OH} \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$

13  14 $\text{HO-}\overset{\text{O}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-}\overset{\text{O}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}\text{-OH}$ 15 

16 $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{-CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C-CH}_2\text{-CH}_3 \\ | \\ \text{OH} \end{array}$ 17  18 $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-}\langle \text{benzene ring} \rangle\text{-OH}$

19 $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH-CH}_2\text{-OH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{-CH}_3 \end{array}$ 20 $\text{HOOC-}\langle \text{benzene ring} \rangle\text{-COOH}$

21  22  23 