

化 学

注意 解答に必要なならば、次の値を用いなさい。

原子量 Al 27 S 32 Fe 56 Cu 63.5
 Zn 65

また、問題文中の体積の単位記号 L は、リットルを表す。

1 次の各問い（問 1 ～ 問 5）に答えなさい。

問 1 次の分子 (A) ～ (D) のうち、直線形の分子の組み合わせを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。 1

(A) エチレン (B) アセチレン (C) メタン (D) 二酸化炭素

- | | | |
|------------|------------|------------|
| ① (A), (B) | ② (A), (C) | ③ (A), (D) |
| ④ (B), (C) | ⑤ (B), (D) | ⑥ (C), (D) |

問 2 イオン化エネルギーが最も大きい原子を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

2

- ① Mg ② Al ③ Cl ④ P ⑤ Ar

問 3 食品を長期保存する方法として適切でないものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。 3

- ① 砂糖漬けにする。
- ② 乾燥させる。
- ③ 低温に保つ。
- ④ 酸素に触れさせる。
- ⑤ 光を遮断する。

問4 共有結合結晶である物質を，次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

4

- ① 塩化ナトリウム ② 二酸化ケイ素 ③ 氷
④ ナトリウム ⑤ ヨウ素

問5 物質の溶解に関する記述として正しいものを，次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

5

- ① スクロースは，水に溶けるとイオンに電離し，水分子と静電的な引力によって引き合うため，水に溶けやすい。
- ② エタノールは分子内に疎水基であるエチル基 $-C_2H_5$ を持つため，水に溶けにくい。
- ③ 塩化ナトリウムは，分子中の親水基が水分子と水素結合で結びつくため，水に溶けやすい。
- ④ ヨウ素は分子内の極性が大きく，水分子と静電的な引力によって引き合うため，水に溶けやすい。
- ⑤ 塩化水素は水分子と反応するとオキソニウムイオンと塩化物イオンになり，各イオンが水和によって安定化されるため，水に溶けやすい。

2

次の各問い（問 1 ～ 問 3）に答えなさい。

問 1 次の塩（ア）～（オ）のうち，その水溶液が酸性を示すものの数を，下の①～⑤の中から一つ選びなさい。

6

（ア） NaNO_3

（イ） NaHCO_3

（ウ） NH_4Cl

（エ） $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

（オ） CaCl_2

① 1

② 2

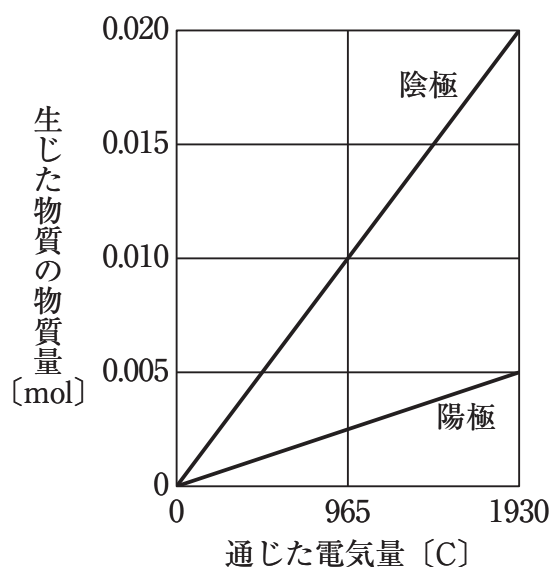
③ 3

④ 4

⑤ 5

問2 ある電解質の水溶液を、白金電極を用いて電気分解したところ、通じた電気量と両極で生じた物質の物質量との関係が次の図のようになった。この図に関する記述（ア）～（ウ）のうち、正しいものをすべて選んだ組み合わせを、下の①～⑦の中から一つ選びなさい。ただし、発生した気体の水溶液への溶解は無視できるものとする。また、水素イオン H^+ は生じた物質としないものとする。

7



（ア） 同じ電気量が流れた場合、陽極と陰極で生じた物質の物質量には次式の関係がある。

$$[\text{陽極で生じた物質の物質量}] : [\text{陰極で生じた物質の物質量}] = 1 : 4$$

（イ） 実験で用いた電解質の一つとして、 AgNO_3 が挙げられる。

（ウ） 実験で用いた電解質の一つとして、 CuCl_2 が挙げられる。

- | | | |
|---------------|-----------|-----------|
| ① （ア）のみ | ② （イ）のみ | ③ （ウ）のみ |
| ④ （ア），（イ） | ⑤ （ア），（ウ） | ⑥ （イ），（ウ） |
| ⑦ （ア），（イ），（ウ） | | |

問3 説明文を読み、以下の各問い(1)～(3)に答えなさい。

化学エネルギーは、化学結合、分子間力、物質中の粒子の運動状態などのエネルギーの合計である。通常、化学変化は熱の放出や吸収を伴う。この出入りする熱量を反応熱という。反応熱は、反応の前後で化学エネルギーが変化し、それに伴いエネルギー保存の法則が成り立つように出入りする熱エネルギーである。この吸収・放出されるエネルギーは、その反応に伴うエンタルピー変化 ΔH として表すことができる。エンタルピー変化は、反応物と生成物が異なるエンタルピーをもつために起こり、エンタルピーの変化した量がエンタルピー変化 ΔH である。

化学変化に伴うエンタルピー変化を表すには、化学反応式とエンタルピー変化 ΔH を合わせて示す。例えば、炭素(黒鉛)と酸素から二酸化炭素が生じる反応は、式(a)で表される。



一方、この表し方以外に、式(a)の化学反応式の矢印 $\longrightarrow$ を等号 $=$ に置きかえ、右辺に ΔH と符号が逆の反応熱を書き加えた式(b)のような表し方もある。



(1) 次の反応の反応エンタルピー Q [kJ] として最も適当なものを、下の①～⑤の中から一つ選びなさい。なお、結合エネルギーは下表の値を用いるものとする。 8 kJ



表 結合エネルギー (25℃, 1.013×10^5 Pa)

結合	結合エネルギー [kJ/mol]
H-H	436
O-H(H ₂ O)	463
O=O	498

- ① -8 ② -401 ③ -444 ④ -482 ⑤ -926

(2) 次の可逆反応が平衡状態にあるとき、操作 (ア)～(オ) を行くと平衡が右へ移動するものの数を、下の①～⑤の中から一つ選びなさい。

9



- (ア) 圧力を一定に保ったまま、温度を下げる。
- (イ) 温度を一定に保ったまま、圧力を上げる。
- (ウ) 温度・圧力を一定に保ったまま、触媒を加える。
- (エ) 温度・体積を一定に保ったまま、アルゴンを加える。
- (オ) 温度・圧力を一定に保ったまま、アルゴンを加える。

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5

(3) 反応速度に関する記述 (ア)～(ウ) のうち、下線部に誤りを含むものをすべて選んだ組み合わせを、下の①～⑦の中から一つ選びなさい。

10

- (ア) 木を燃やすとき、細かく割いた方がよく燃焼する。
- (イ) 体積が等しい 1 mol/L 塩酸と 1 mol/L 酢酸水溶液のそれぞれに同量の亜鉛を加えると、酢酸水溶液の方が激しく水素を発生する。
- (ウ) 過酸化水素水の分解反応では、過酸化水素水に触媒として塩化鉄(Ⅲ)を加えると、反応エンタルピー (反応熱) は変化しないが反応速度は大きくなる。

① (ア) のみ ② (イ) のみ ③ (ウ) のみ
④ (ア), (イ) ⑤ (ア), (ウ) ⑥ (イ), (ウ)
⑦ (ア), (イ), (ウ)

3

次の各問い（問 1 ～ 問 4）に答えなさい。

問 1 次の（ア）～（ウ）の反応と触媒の組み合わせのうち、工業的に用いられるものをすべて選んだ組み合わせを、下の①～⑦の中から一つ選びなさい。 11

	反応	触媒
（ア）	$4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \longrightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$	Fe_3O_4
（イ）	$2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$	V_2O_5
（ウ）	$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \longrightarrow 2\text{NH}_3$	Pt

- ① （ア）のみ ② （イ）のみ ③ （ウ）のみ
 ④ （ア），（イ） ⑤ （ア），（ウ） ⑥ （イ），（ウ）
 ⑦ （ア），（イ），（ウ）

問 2 2種類の金属 A と金属 B が、一定の割合で混合した黄銅（合金）がある。この黄銅 40.0 g を酸化力の強い酸で完全に溶解し、その後、酸性条件下で過剰の H_2S を通じろ過したところ、金属 A の純粋な硫化物である黒色沈殿が 38.2 g 得られた。次に、ろ液に塩基性条件下で過剰の H_2S を通じろ過したところ、金属 B の純粋な硫化物である白色沈殿が得られた。この合金に含まれる金属 B の含有率（質量パーセント）〔%〕として適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし、いずれの反応物もすべて反応に利用され、生成物に変化し沈殿したものとする。 12 %

- ① 25.4 ② 36.5 ③ 38.3
 ④ 61.7 ⑤ 63.5 ⑥ 74.6

問3 硫黄の単体およびその化合物に関する記述として正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。 13

- ① 硫黄の同素体の中で最も安定なものは単斜硫黄である。
- ② 硫化水素は赤褐色の気体で腐卵臭があり、きわめて毒性が強い。
- ③ 硫酸は工業的に広く用いられ、ソルベー法により合成される。
- ④ 二酸化硫黄は銅に濃硫酸を加えて加熱すると発生し、下方置換で捕集する。
- ⑤ 天然のアミノ酸の中で、 $-SH$ 基を含むものをメチオニンという。

問4 マンガンおよびその化合物に関する次の記述中の（ア）～（ウ）に入る語句として正しいものの組み合わせを、下の①～⑧の中から一つ選びなさい。 14

マンガンは酸化数+2, +4, +7などの化合物を作る。酸化マンガン(IV) MnO_2 は、多くの反応の触媒に用いられるほか、（ア）としてもはたらく。過マンガン酸カリウム $KMnO_4$ は、水に溶けて（イ）の過マンガン酸イオン MnO_4^- を生じ、硫酸酸性の水溶液中で、強い（ウ）を示す。

	（ア）	（イ）	（ウ）
①	酸化剤	赤紫色	酸化作用
②	酸化剤	赤紫色	還元作用
③	酸化剤	白色	酸化作用
④	酸化剤	白色	還元作用
⑤	還元剤	赤紫色	酸化作用
⑥	還元剤	赤紫色	還元作用
⑦	還元剤	白色	酸化作用
⑧	還元剤	白色	還元作用

4

次の各問い（問1～問6）に答えなさい。

問1 分子式 $C_6H_{12}O_2$ で表されるエステルがある。このエステルを調べるため加水分解したところ、ギ酸とともにアルコール A が得られた。また、アルコール A を酸化するとアルデヒドが得られた。このとき、アルコール A として考えられる構造の数として最も適当なものを、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。ただし、立体異性体（シス-トランス異性体、鏡像異性体）の関係にあるものは区別せず1種類の異性体として考えるものとする。

15

- | | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 | ④ 4 |
| ⑤ 5 | ⑥ 6 | ⑦ 7 | ⑧ 8 |

問2 アニリンに関する記述（ア）～（ウ）のうち、正しいものをすべて選んだ組み合わせを、下の①～⑦の中から一つ選びなさい。

16

- （ア） アニリンを無水酢酸と反応させると、アセトアニリドが生成する。
（イ） アニリンをさらし粉で酸化すると、赤紫色に呈色する。
（ウ） アニリンはニトロベンゼンを硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液で処理すると得られる。

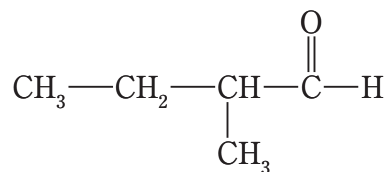
- | | | |
|---------------|-----------|-----------|
| ① （ア）のみ | ② （イ）のみ | ③ （ウ）のみ |
| ④ （ア），（イ） | ⑤ （ア），（ウ） | ⑥ （イ），（ウ） |
| ⑦ （ア），（イ），（ウ） | | |

問3 物質（ア）～（ク）のうち，次の記述（a，b）の両方に当てはまる化合物の数として最も適当なものを，下の①～⑦の中から一つ選びなさい。 17

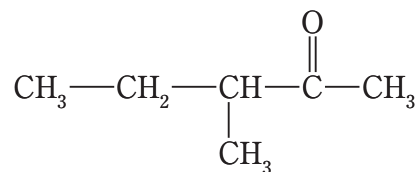
a 水酸化ナトリウム水溶液とヨウ素を加えて穏やかに加熱すると，特有のにおいを持つ黄色結晶が生成した。

b 少量の臭素水を添加すると臭素の色が消失した。

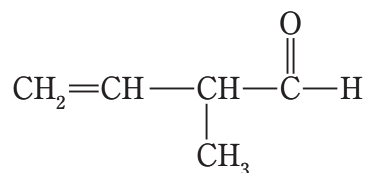
（ア）



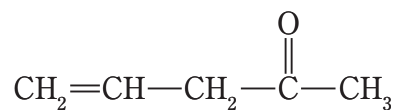
（イ）



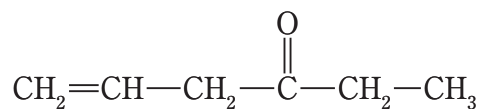
（ウ）



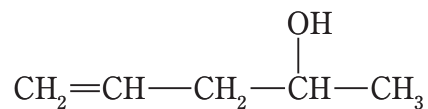
（エ）



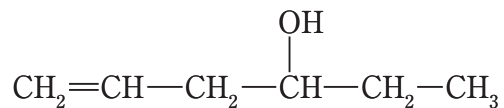
（オ）



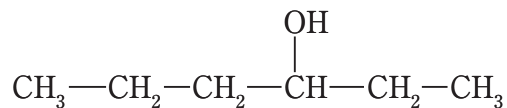
（カ）



（キ）



（ク）



- | | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 | ④ 4 |
| ⑤ 5 | ⑥ 6 | ⑦ 7 | |

問 4 油脂に関する記述として正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。 18

- ① 油脂は、1分子のグリセリンと3分子の脂肪酸とがエーテル結合で結ばれたものである。
- ② 油脂を加水分解して得られるセッケンは、水の表面張力を大きくするはたらきをもつ。
- ③ 油脂のけん化価は、油脂の平均分子量と比例する。
- ④ ヨウ素価が大きい油脂ほど乾性油としての性質が強くなる。
- ⑤ 高級飽和脂肪酸を多く含む油脂は、常温で液体となりやすい。

問 5 フェノールの性質に関する記述として誤っているものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。 19

- ① 単体のナトリウムと反応して水素ガスを生じる。
- ② フェノールの薄い水溶液に塩化鉄(Ⅲ)の希薄溶液を加えると紫色に呈色する。
- ③ 置換反応はベンゼンよりも起こりにくい。
- ④ 無水酢酸と反応してエステルを生成する。
- ⑤ クロロベンゼンと水酸化ナトリウム水溶液を高温・高圧で反応させた後、希塩酸を加えると合成できる。

問 6 2 種類の単量体から構成されている合成高分子を，次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

20

- | | | |
|-----------|--------------|-----------|
| ① ナイロン 6 | ② ポリエチレン | ③ ポリ塩化ビニル |
| ④ フェノール樹脂 | ⑤ ポリアクリロニトリル | |