

化 学

解答上の注意

1. 解答は、解答用紙の解答欄にマークすること。

例えば、 と表示のある問題に対して、「①～⑨のうちから2つ選び、一緒にマークせよ。」の場合には、次の例に従う。

例：②と⑦と答えたい場合には

解答番号	解 答 欄									
4	①	●	③	④	⑤	⑥	●	⑧	⑨	⑩

例えば、 と表示のある問題に対して、「①～⑨のうちからすべて選び、一緒にマークせよ。」の場合には、次の例に従う。

例：①と③と⑤と⑦と⑨と答えたい場合には

解答番号	解 答 欄									
6	●	②	●	④	●	⑥	●	⑧	●	⑩

例えば、 と表示のある問題に対して、計算等から得られた値をマークする場合には、次の例に従う。

例：38 と答えたい場合には

解答番号	解 答 欄									
7	①	②	●	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
8	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	●	⑨	⑩

2. 体積の単位リットルはLで表されている。

3. 必要があれば次の値を用いること。

原子量：H = 1.0 C = 12 N = 14 O = 16 F = 19

Na = 23 Cl = 35.5 Ar = 40 Ca = 40

気体定数 $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$

化学後期

1 次の問い(問1～5)に答えよ。

問1 次の(1)～(3)に答えよ。

(1) 表1の電子配置をとる原子として最も適切なものを、下の①～⑧のうちから1つ選べ。

1

表1

電子殻	K	L	M	N
電子数	2	8	18	1

① Co ② Cr ③ Cu ④ K ⑤ Mn ⑥ Ni ⑦ V ⑧ Zn

(2) (1)の原子の同族元素として最も適切なものを、次の①～⑧のうちから1つ選べ。

2

① Ag ② Cd ③ Ir ④ Pd ⑤ Pt ⑥ Rb ⑦ Sn ⑧ W

(3) (2)の原子と同周期にある希(貴)ガスの最外電子殻と最外殻電子の数の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑧のうちから1つ選べ。

3

	最外電子殻	最外殻電子の数
①	O殻	2
②	O殻	8
③	O殻	18
④	O殻	32
⑤	P殻	2
⑥	P殻	8
⑦	P殻	18
⑧	P殻	32

問 2 次の文章を読み、下の(1)、(2)に答えよ。

アルゴンは、空気中に体積比で3番目に多く含まれる元素である。乾燥した空気から酸素と二酸化炭素を除いた気体の密度が化学反応でつくった純粋な窒素の密度に比べて大きいことから、窒素より密度の大きな気体が空気中に含まれることが考えられ、アルゴンが発見された。アルゴンは(A)分子である。また、アルゴンの融点・沸点は塩素より(B)く、イオン化エネルギーは塩素より(C)。

(1) (A)～(C)に入る語の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑧のうちから1つ選べ。 4

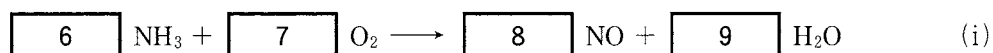
	(A)	(B)	(C)
①	単原子	高	大きい
②	単原子	高	小さい
③	単原子	低	大きい
④	単原子	低	小さい
⑤	二原子	高	大きい
⑥	二原子	高	小さい
⑦	二原子	低	大きい
⑧	二原子	低	小さい

(2) 乾燥した空気から酸素と二酸化炭素を除いた残りの気体の体積比は79.0%である。その気体の密度[g/L]が純粋な窒素の密度[g/L]に比べて0.50%大きいとき、乾燥した空気中のアルゴンの体積比[%]として最も近い数値を、次の①～⑩のうちから1つ選べ。ただし、酸素、二酸化炭素、窒素およびアルゴン以外の物質による空気中の体積比は無視できるものとする。 5 %

- ① 0.68 ② 0.72 ③ 0.78 ④ 0.82 ⑤ 0.88
 ⑥ 0.92 ⑦ 0.98 ⑧ 1.02 ⑨ 1.08 ⑩ 1.12

問 3 次の文章を読み、下の(1), (2)に答えよ。

硝酸は、工業的にはアンモニアを原料として、次の式(i)~(iii)に示した3段階の過程で製造される。この方法をオストワルト法という。



(1) 式(i), (iii)の $\boxed{6}$ ~ $\boxed{13}$ に当てはまる係数として最も適切なものを、次の①~⑥のうちからそれぞれ1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

(2) 式(i)~(iii)の反応が完全に進み、式(iii)で生成した NO がすべて式(ii)で再利用されるとき、1.0 kg のアンモニアから得られる質量パーセント濃度 70 % の硝酸の質量 [g] を求めよ。 $\boxed{14}$ には一の位の数字(0を除く)を、 $\boxed{15}$ には小数第1位の数字を、 $\boxed{16}$ には1桁の指数の数字をマークせよ。小数第2位以下がある場合には四捨五入せよ。

$$\boxed{14} . \boxed{15} \times 10^{\boxed{16}} \text{ g}$$

問 4 次の(1), (2)に答えよ。

(1) 炭酸カルシウム CaCO_3 の性質として正しいものを、次の①～⑧のうちから 2 つ選び、一緒にマークせよ。 17

- ① 加熱しても分解されない。
- ② 炎色反応により黄緑色を呈する。
- ③ 塩素 Cl_2 と反応してさらし粉となる。
- ④ 塩酸などの強酸と反応して二酸化炭素 CO_2 を発生する。
- ⑤ 一部が水に溶けたときにできる水溶液を石灰水という。
- ⑥ 天然には二水和物として産出され、セッコウとよばれる。
- ⑦ 水酸化カルシウム $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の飽和水溶液に CO_2 を通じると生じる。
- ⑧ X 線の吸収力が大きいので、X 線撮影の造影剤として用いられる。

(2) CaCO_3 0.25 g を水 100 mL の入ったビーカーに入れ、25 °C でよくかき混ぜてからしばらく静置すると、 CaCO_3 の一部が溶解せずに残った。このとき溶解していない CaCO_3 の質量 [g] として最も近い数値を、次の①～⑦のうちから 1 つ選べ。ただし、 CaCO_3 を水に入れてかき混ぜたときの体積変化や空気中からの CO_2 の溶解は、いずれも無視できるものとし、25 °C における CaCO_3 の溶解度積は $6.4 \times 10^{-5} (\text{mol/L})^2$ とする。 18 g

- ① 0.10 ② 0.13 ③ 0.15 ④ 0.17
- ⑤ 0.19 ⑥ 0.21 ⑦ 0.24

問 5 次の(1)~(5)に示す化学反応の前後におけるマンガン原子の酸化数の変化はいくらか。最も適切なものを、下の【選択肢】①~⑨のうちからそれぞれ1つずつ選べ。同じものを繰り返して選んでもよい。ただし、酸化数が反応前には+1で、反応後には-2となる場合には、「③ 3減少する」のように答えよ。

- (1) 酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加え加熱すると、気体が発生した。 19
- (2) 過酸化水素水に酸化マンガン(IV)の粉末を加えると、気体が発生した。 20
- (3) 硫酸マンガン水溶液に塩基性条件下で硫化水素を通じると、沈殿が生じた。 21
- (4) 硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液に過酸化水素水を加えると、赤紫色がうすくなった。 22
- (5) 硫酸酸性の臭化カリウム水溶液に酸化マンガン(IV)の粉末を加えると、水溶液が無色から褐色に変化した。 23

【選択肢】

- ① 7減少する ② 5減少する ③ 3減少する ④ 2減少する
⑤ 変化しない ⑥ 2増加する ⑦ 3増加する ⑧ 5増加する
⑨ 7増加する

2 次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えよ。

図1に示すU字管と、次に示す液体Ⅰ～Ⅲを用い、下の実験1～3を大気圧下、27℃で行った。なお、U字管の内管の断面積は 3.0 cm^2 で、AとBの部分は着脱可能な半透膜で仕切られており、実験には2種類の半透膜X、半透膜Yのどちらかを用いた。ただし、液体Ⅰ～Ⅲの密度および実験終了時の液体の密度はすべて 1.0 g/cm^3 、水銀の密度は 13.6 g/cm^3 、大気圧は $1.0 \times 10^5\text{ Pa}$ 、大気圧下における水銀柱の高さは760 mm、NaClの電離度は1.0とし、水中におけるタンパク質Pの電離による浸透圧への影響は無視できるものとする。

液体Ⅰ：水

液体Ⅱ：NaCl水溶液

液体Ⅲ：NaClとタンパク質Pとの混合水溶液(NaClの濃度は液体Ⅱの濃度と等しい)

実験1 半透膜Xで仕切ったU字管のAに液体Ⅰを500 mL入れ、Bに液体Ⅱを500 mL入れて長時間放置したところ、AとBの水面差はなかった。

実験2 半透膜Yで仕切ったU字管のAに液体Ⅰを500 mL入れ、Bに液体Ⅱを500 mL入れて長時間放置したところ、図2に示すようにBの水位が上昇した。このとき、AとBの水面差 h は20.4 cmであった。

実験3 半透膜Xで仕切ったU字管のAに液体Ⅱを500 mL入れ、Bに液体Ⅲを500 mL入れて長時間放置したところ、図2に示すようにBの水位が上昇した。このとき、AとBの水面差 h は25.7 cmであった。

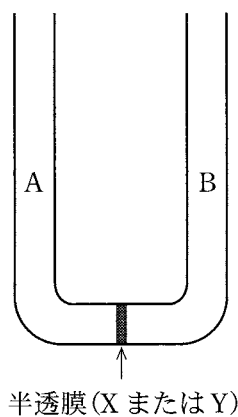


図1

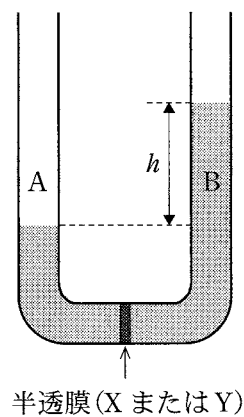


図2

問 1 半透膜 X, Y を通過できるのは, 次の①~③のうちどれか。それぞれに当てはまるものをすべて選び, 一緒にマークせよ。同じものを繰り返し選んでもよい。

半透膜 X

半透膜 Y

① 水

② Na^+ と Cl^-

③ タンパク質 P

問 2 実験 2 の終了時における B の液体の浸透圧 [Pa] を求めよ。 には一の位の数字 (0 を除く) を, には小数第 1 位の数字を, には 1 桁の指数の数字をマークせよ。小数第 2 位以下がある場合には四捨五入せよ。

. $\times 10^{\text{$ Pa

問 3 液体 II に含まれる NaCl の質量パーセント濃度 [%] を求めよ。 には一の位の数字 (0 を除く) を, には小数第 1 位の数字を, には 1 桁の指数の数字をマークせよ。小数第 2 位以下がある場合には四捨五入せよ。

. $\times 10^{-\text{$ %

問 4 液体Ⅲに含まれるタンパク質 P の質量パーセント濃度が 7.2 % のとき、タンパク質 P の分子量を求めよ。 には一の位の数字(0を除く)を, には小数第 1 位の数字を, には 1 桁の指数の数字をマークせよ。小数第 2 位以下がある場合には四捨五入せよ。

$$\text{}, \text{} \times 10^{\text{$$

問 5 実験 1 ~ 3 の終了後に, 次の(1)に示す条件でそれぞれ追加実験を行って長時間放置した。同様に, (2), (3)に示す条件で追加実験を行った。追加実験後の U 字管の B の水位は, 追加実験前と比べて, それぞれどのように変化したか。最も適切な組合せを, 下の①~⑩のうちからそれぞれ 1 つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

- (1) A, B の液体はそのまま, U 字管全体の温度を 50 °C にした。
- (2) A, B の液体はそのまま, U 字管の外気圧を 2.0×10^5 Pa にした。
- (3) A の液体を抜き取った後, B に残った液体と同体積の液体Ⅱを A に加えた。

	実験 1 の追加実験後	実験 2 の追加実験後	実験 3 の追加実験後
①	下降した	下降した	下降した
②	下降した	下降した	上昇した
③	下降した	上昇した	上昇した
④	上昇した	上昇した	上昇した
⑤	上昇した	上昇した	下降した
⑥	上昇した	下降した	下降した
⑦	変化しなかった	下降した	上昇した
⑧	変化しなかった	上昇した	上昇した
⑨	変化しなかった	変化しなかった	上昇した
⑩	変化しなかった	変化しなかった	変化しなかった

次のページに続く

3 次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えよ。

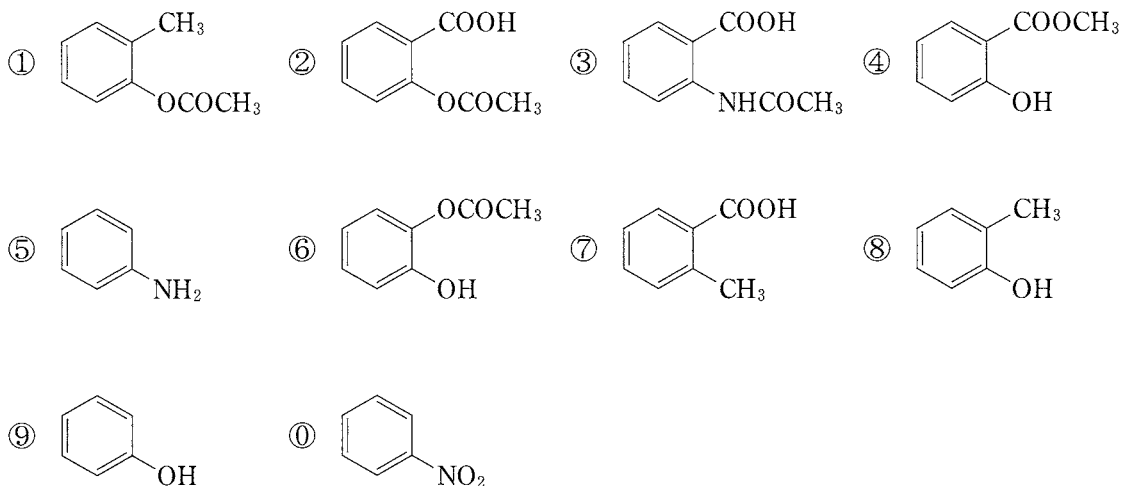
サリチル酸はベンゼン環にヒドロキシ基とカルボキシ基がオルト位の位置で結合した構造をしており、水にわずかに溶ける。サリチル酸の誘導体には医薬品として重要なものが存在する。サリチル酸に無水酢酸と少量の濃硫酸を作用させると(Ⅰ)がおこり物質Aが生成する。
 ア 物質Aは無色の結晶で、解熱鎮痛剤として用いられる。また、サリチル酸にメタノールと少量の濃硫酸を作用させると(Ⅱ)がおこり、物質Bが生成する。物質Bは強い芳香をもつ無色の液体で、消炎鎮痛剤として用いられる。サリチル酸は、工業的には、物質Cを水酸化ナトリウム水溶液と反応させて得られる物質に対し、高温・高圧のもとで二酸化炭素と反応させた後、希硫酸を作用させることによって得られる。歴史的には、柳の樹皮の抽出物に解熱鎮痛作用があることが古くから知られていた。その成分であるサリシンが体内で分解されてグルコースと物質Dになり、物質Dが(Ⅲ)されて生じたサリチル酸に解熱鎮痛作用があることが後になってわかった。

問1 物質A, B, Cの構造式として最も適切なものを、次の①～⑩のうちからそれぞれ1つずつ選べ。

物質A

物質B

物質C



問2 下線部アについて、サリチル酸4.6gと過不足なく反応する無水酢酸は何gか。

には一の位の数字を、 には小数第1位の数字をマークせよ。小数第2位以下がある場合には四捨五入せよ。

. g

問 3 物質 D は炭素，水素，酸素からなる有機化合物である。その構造式を決定するための分析を行った。次の(1)~(3)に答えよ。

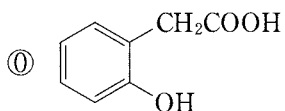
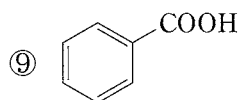
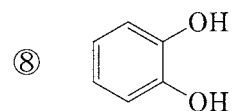
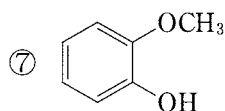
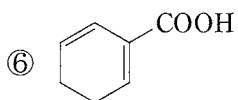
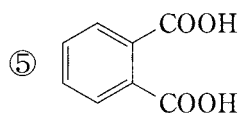
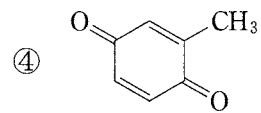
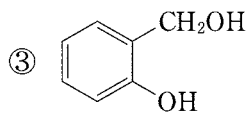
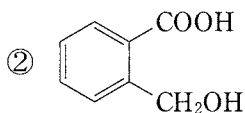
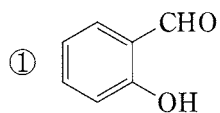
(1) 物質 D 6.30 g を水 100 g に溶かした水溶液の凝固点は $-0.940\text{ }^{\circ}\text{C}$ であった。水のモル凝固点降下を $1.85\text{ K}\cdot\text{kg}/\text{mol}$ としたとき、物質 D の分子量を求めよ。 には百の位の数字を， には十の位の数字を， には一の位の数字をマークせよ。小数点以下がある場合には四捨五入せよ。該当する位がない場合には⑩をマークせよ。ただし、物質 D の電離による影響は無視できるものとする。

(2) 物質 D 37.2 mg を完全燃焼させたところ二酸化炭素 92.4 mg，水 21.6 mg を生じた。この有機化合物の組成式を $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$ としたとき、X，Y，Z に当てはまる最も適切な数値を、次の①~⑨のうちからそれぞれ 1 つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

X Y Z

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9

- (3) 物質 D 4.00×10^{-3} mol を金属ナトリウムと過不足なく反応させたところ、ある気体が標準状態で 89.6 mL 発生した。物質 D の構造式として最も適切なものを、次の①~⑩のうちから 1 つ選べ。 49



問 4 (I) ~ (III) に当てはまる語として最も適切な組合せを、次の①~⑧のうちから1つ選べ。 50

	(I)	(II)	(III)
①	エステル化	アセチル化	酸化
②	エステル化	アセチル化	還元
③	エステル化	アセチル化	置換
④	エステル化	アセチル化	脱水
⑤	アセチル化	エステル化	酸化
⑥	アセチル化	エステル化	還元
⑦	アセチル化	エステル化	置換
⑧	アセチル化	エステル化	脱水

問 5 物質 A, B, C, D をジエチルエーテルに溶かした混合溶液に対して、図 1 に示す操作を行った。物質 A ~ D は、それぞれ主にどの層に移動すると考えられるか。最も適切なものを、図 1 の①~④のうちからそれぞれ1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

物質 A 51 物質 B 52 物質 C 53 物質 D 54

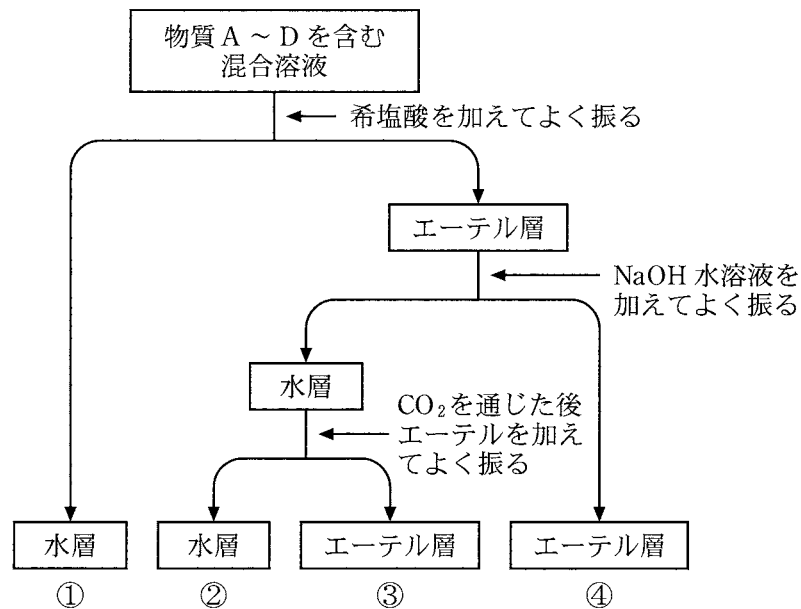


図 1