

化 学

必要であれば、次の値を使うこと。ただし、気体はすべて理想気体として扱うものとする。

原子量 $H=1.0$, $C=12$, $N=14$, $O=16$, $Na=23$, $S=32$, $Cl=35.5$, $K=39$

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

0°C , $1.013\times 10^5 \text{ Pa}$ (標準状態)における気体 1 mol の体積 22.4 L

I 次の問1～問15の空欄 ～ に当てはまるものを、それぞれの解答群から一つ選べ。

問1 次のうち、原子の構造に関する記述として、正しいものは である。

- ① 中性子は負の電荷をもつ。
- ② 原子番号は陽子の数と等しい。
- ③ 電子と中性子の質量は等しい。
- ④ 1つの原子を構成する電子は陽子より常に多い。
- ⑤ 陽子の数が異なる原子どうしを同位体の関係にあるという。

問2 次の物質のうち、その水溶液が酸性であるものは である。

- ① 塩化カリウム ② 炭酸ナトリウム ③ 水酸化カリウム
- ④ 塩化アンモニウム ⑤ 水酸化ナトリウム

問3 次のうち、酢酸に関する記述として、正しいものは である。

- ① 分子式は $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ である。 ② カルボキシ基を2個もつ。
- ③ 水にまったく溶けない。 ④ 水溶液は塩基性を示す。
- ⑤ アルコールに分類される。

問4 次の物質のうち、臭素水に通すと、溶液が無色になるものは である。

- ① エタン ② エチレン ③ プロパン
- ④ ヘリウム ⑤ アルゴン

問9 次のうち、 ^{23}Na と ^{24}Mg それぞれの原子で、同じであるものは 9 である。

- ① 質量数 ② 原子番号 ③ 陽子の数
④ 中性子の数 ⑤ 最外殻の電子の数

問10 56 g の金属 X を完全に燃焼させたところ、酸化物 X_2O_3 が 80 g 得られた。X の原子量は 10 である。

- ① 14 ② 28 ③ 56 ④ 84 ⑤ 112

問11 次の水溶液のうち、水素イオンの物質量が、0.10 mol/L 塩酸 100 mL (電離度 1.0) と等しいものは 11 である。

- ① 0.10 mol/L 水酸化カリウム水溶液 100 mL (電離度 1.0)
② 0.050 mol/L アンモニア水 200 mL (電離度 0.020)
③ 0.050 mol/L 酢酸水溶液 200 mL (電離度 0.020)
④ 0.20 mol/L 硝酸水溶液 50 mL (電離度 1.0)
⑤ 0.10 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 50 mL (電離度 1.0)

問12 電池に関する次の記述に関して、(A) と (B) に当てはまる語句の組合せとして、最も適当なものは 12 である。

イオン化傾向の異なる 2 種類の金属を導線で結んで電解質の水溶液に浸すと電池ができる。このとき、導線に向かって電子が流れ出る電極を (A) 極と呼び、ここでは (B) 反応が起こっている。

	A	B
①	正	酸化
②	正	還元
③	負	酸化
④	負	還元
⑤	陽	酸化
⑥	陽	還元
⑦	陰	酸化
⑧	陰	還元

Ⅱ 溶液と溶解度に関する次の文章を読み、以下の問 1～問 5 の空欄 16 ～ 20 に当てはまるものを、それぞれの解答群から一つ選べ。

物質が液体中に均一に溶けて混ざり合う現象を溶解といい、溶けている物質を溶質、溶かしている物質を溶媒、溶解によってできた均一な混合物を溶液という。ある温度で一定量の溶媒に溶質を溶かしていくと、それ以上は溶けなくなる限界がある。このような溶質が溶けることのできる最大の量を溶解度といい、通常、固体の溶解度は溶媒（ A ）に溶ける溶質の最大質量（ 単位 B ）の数値で示される。

以下に 4 種類の物質の、各温度における溶解度の表を示す。

ただし、電解質は完全に電離するものとし、単位は上記本文の（ 単位 B ）に該当し、表では省略してある。

温度 (℃)	物質とその溶解度 （ ）内は物質の式量を示す。		
	KNO ₃ (101)	KCl (74.5)	(NH ₄) ₂ SO ₄ (132)
0	13	28	71
20	31	34	76
40	64	40	81
60	110	45	88
80	169	51	95

問 1 文中の（ A ）と（ B ）に当てはまる量と単位の組合せとして、最も適当なものは 16 である。

	A	B
①	1 g	g
②	10 g	g
③	100 g	g
④	1 L	g
⑤	1 g	kg
⑥	10 g	kg
⑦	100 g	kg
⑧	1 L	kg

問2 水を溶媒として、水溶液を作るときの物質の溶解度に関する記述として、最も適当なものは 17 である。

- ① 溶質が固体である場合、すべて高温ほど溶解度は大きくなる。
- ② 溶質が固体である場合、溶液の体積は溶媒の体積と常に等しい。
- ③ 溶質が気体である場合、ほとんどの気体で高温ほど溶解度は小さくなる。
- ④ 溶質が液体である場合、溶液の体積は、溶媒と溶質の体積の和よりも常に大きくなる。

問3 80℃の飽和硝酸カリウム水溶液 200 g を20℃まで冷却したとき、析出する硝酸カリウムのおよその質量は 18 g である。

- ① 69.0 ② 92.0 ③ 103 ④ 138 ⑤ 276

問4 40℃で水 150 g を用いて塩化カリウムの飽和水溶液を作るとき、最小限必要な塩化カリウムのおよその質量は 19 g である。

- ① 6.00 ② 31.0 ③ 40.0 ④ 60.0 ⑤ 64.0

問5 20℃の水 100 g に、各溶質を溶解度の $\frac{1}{10}$ の量だけを溶かした次の3つの水溶液がある。

A 硝酸カリウム水溶液 B 塩化カリウム水溶液 C 硫酸アンモニウム水溶液

これら A～C の凝固点を高いものから順に並べたとき、正しいものは 20 である。

- ① $A > B > C$ ② $A > C > B$ ③ $B > A > C$
④ $B > C > A$ ⑤ $C > A > B$ ⑥ $C > B > A$

Ⅲ 糖類に関する次の文章を読み、以下の問1～問5の空欄 21 ～ 25 に当てはまるものを、それぞれの解答群から一つ選べ。

植物は光合成によって二酸化炭素と水から糖類を合成し、自らの生命活動や他の生物にとってのエネルギー源を供給している。糖類のうち、単糖の1つであるグルコースは動植物の細胞内で利用されるが、そのままの形で大量に存在すると浸透圧が高くなり、細胞に不都合をもたらす。そこで植物細胞は多数のグルコースからなる多糖である（ A ）として蓄え、動物細胞は（ B ）として蓄える。

（ A ）は直鎖状構造の（ C ）と、枝分かれ構造をもつ（ D ）からなり、（ B ）とともに、効率的にエネルギーを貯蔵できる多糖である。

この他に、植物の細胞壁を構成する（ E ）がある。（ E ）も多数のグルコースからなり、直鎖状の構造をしている。（ E ）は天然資源として多様に利用されており、再生繊維の（ F ）などの原料としても利用され、衣料や日用品に広く使われている。このように、糖類は生体内でのエネルギー代謝から産業利用まで、幅広い役割を担っている。

問1 文中の（ A ）と（ B ）に当てはまる物質名の組合せとして、正しいものは 21 である。

	A	B
①	デンプン	セロビオース
②	セルロース	グリコーゲン
③	アミロース	アミロペクチン
④	デンプン	グリコーゲン
⑤	セルロース	アミロペクチン
⑥	アミロース	セロビオース

問2 文中の（ A ）～（ E ）はグルコースが脱（ G ）により縮合した多糖である。（ G ）に当てはまる物質名として、正しいものは 22 である。

- ① 水 ② 水素 ③ 酸素 ④ 炭素 ⑤ 二酸化炭素

問3 問2の縮合により形成された結合を一般に 23 という。

- ① 配位結合 ② イオン結合 ③ エステル結合
④ ペプチド結合 ⑤ グリコシド結合

問4 繊維（ F ）は 24 である。

- | | | |
|----------|----------|----------|
| ① レーヨン | ② ナイロン6 | ③ アラミド繊維 |
| ④ ポリエチレン | ⑤ ポリエステル | |

問5 A, B, E のうち、ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液を加えると呈色するものは 25 である。

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ① Aのみ | ② Bのみ | ③ Eのみ |
| ④ AとB | ⑤ AとE | ⑥ BとE |

IV 化合物 A, B および C に関する次の文章を読み, 以下の問 1 ～問10の空欄 26 ～ 35 に当てはまるものを, それぞれの解答群から一つ選べ。

化合物 A, B および C は, 炭素, 水素, 酸素だけからなる化合物であり, ベンゼン環に2つの置換基が結合した化合物 X に①希塩酸を加えて加熱すると得られる。反応が完全に進行すると, 1 mol の化合物 X から, 化合物 A, B および C が 1 mol ずつ生成する。また, 水に溶かすと化合物 A は中性, 化合物 B と C は酸性を示す。

化合物 A に㊸硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を加えて穏やかに反応させると, 化合物 D を経て化合物 B が生じる。また, 化合物 A に㊹濃硫酸を加えて 160℃～170℃で加熱すると化合物 E が生じる。化合物 E は炭化水素の一種で 0℃, 1.013×10^5 Pa (標準状態) で気体である。

化合物 C に㊸硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を加えて穏やかに反応させると, 化合物 F を経て化合物 G を生じる。㊺化合物 G は合成樹脂 PET の合成材料でもある。

以上の概要を図 1 にまとめた。なお図中の①, ㊸および㊹は, 下線部①, ㊸および㊹の操作を意味している。

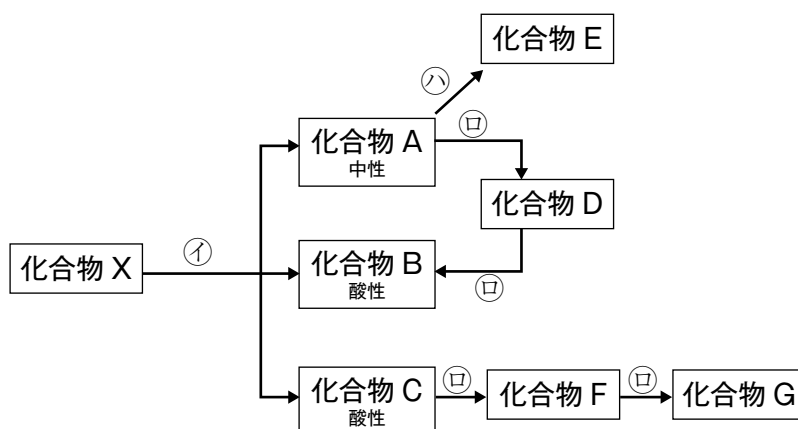


図 1 化合物 X の化学変化の概要

また, 各化合物の特徴を明らかにするために, 化合物 X, および A ～ G を用いて次の実験を行い, 結果を得た。

実験 1) 化合物 X, A, B および C にナトリウムをそれぞれ加えると, 化合物 A, B および C からは気体が発生したが, 化合物 X からは発生しなかった。

実験 2) 化合物 D および F にフェーリング液を加えて加熱すると, 赤色沈殿を生じた。

実験 3) 化合物 B を 74 mg はかりとり元素分析を行ったところ, 二酸化炭素 132 mg と水 54 mg を生じた。

実験4) 化合物 E 1.0 mol を完全に燃焼させるために、酸素 4.5 mol を要した。

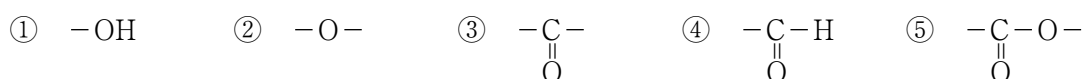
実験5) 化合物 G を加熱しても酸無水物を生じなかった。

問1 図1中の①, ②および③は、下線部①, ②および③で進行する反応を意味している。

①, ②および③で進行する反応の組合せとして、最も適当なものは **26** である。

	①の反応	②の反応	③の反応
①	加水分解	酸化	分子内脱水
②	加水分解	還元	付加重合
③	加水分解	酸化	還元
④	酸化	付加重合	分子内脱水
⑤	酸化	分子内脱水	還元
⑥	酸化	還元	付加重合

問2 実験1は **27** の構造をもつ化合物の検出反応である。



問3 実験2のフェーリング液の還元反応の結果から、化合物 D と化合物 Fは **28** を含んでいると考えられる。

- ① ケトン基 ② 炭素原子間の二重結合
 ③ ホルミル (アルデヒド) 基 ④ ヒドロキシ基
 ⑤ カルボキシ基

問4 実験1および2の結果と図1を総合すると、化合物 A は (ア), 化合物 B は (イ) に分類されることが考えられる。(ア) と (イ) に当てはまる分類名の組合せとして、最も適当なものは **29** である。

	ア	イ
①	アルデヒド	カルボン酸
②	アルデヒド	第1級アルコール
③	第1級アルコール	アルデヒド
④	第1級アルコール	カルボン酸
⑤	第1級アルコール	アルケン
⑥	第2級アルコール	ケトン
⑦	第2級アルコール	アルケン
⑧	カルボン酸	アルデヒド
⑨	カルボン酸	第1級アルコール
⑩	アルケン	第1級アルコール

問5 実験3の元素分析の結果から、化合物Bの組成式は 30 である。

- | | | | |
|-------------|-------------|----------------|---------------|
| ① C_2H_4O | ② C_2H_6O | ③ $C_3H_3O_2$ | ④ $C_3H_6O_2$ |
| ⑤ C_3H_8O | ⑥ C_4H_8O | ⑦ $C_4H_{10}O$ | |

問6 実験4の燃焼反応における量的関係から、化合物Eの分子式は 31 である。

- | | | | |
|---------------|------------|------------|------------|
| ① C_2H_4 | ② C_3H_6 | ③ C_3H_8 | ④ C_4H_8 |
| ⑤ C_4H_{10} | ⑥ C_6H_6 | | |

問7 実験1～4の結果を総合すると、次の化合物のうち、化合物Aに当てはまるものは 32 である。

- | | | |
|------------|------------|------------|
| ① 酢酸 | ② 安息香酸 | ③ エタノール |
| ④ フェノール | ⑤ 1-プロパノール | ⑥ 2-プロパノール |
| ⑦ プロピオン酸 | ⑧ 1-ブタノール | ⑨ 2-ブタノール |
| ⑩ アセトアルデヒド | | |

問8 実験1～4の結果を総合すると、次の化合物のうち、化合物Bに当てはまるものは 33 である。

- | | | |
|------------|------------|------------|
| ① 酢酸 | ② 安息香酸 | ③ エタノール |
| ④ フェノール | ⑤ 1-プロパノール | ⑥ 2-プロパノール |
| ⑦ プロピオン酸 | ⑧ 1-ブタノール | ⑨ 2-ブタノール |
| ⑩ アセトアルデヒド | | |

問9 下線部㊦の記述と実験5の結果から、化合物Gは 34 と考えられる。

- | | | | |
|---------|---------|------------------|--------|
| ① フマル酸 | ② フタル酸 | ③ <i>p</i> -キシレン | ④ 安息香酸 |
| ⑤ サリチル酸 | ⑥ マレイン酸 | ⑦ テレフタル酸 | |

問10 実験 1, 2, 5 の結果および下線部㊸の記述を総合すると、化合物 C の構造に当てはまるものは 35 である。

