

[問題 1] 次の文章を読み、以下の設問 1～8 中の空欄 (1) ～ (12) にあてはまる適切な選択肢または数値を、対応する解答欄にマークしなさい。

共有結合は、原子どうしが価電子を出し合い、互いに価電子を共有してつくられる結合である。例えば、塩化水素分子 HCl は、1 個の水素原子 H と 1 個の塩素原子 Cl が共有結合してできている。HCl 分子中の H 原子は (ア) 原子と同じ電子配置をとり、Cl 原子は (イ) 原子と同じ電子配置をとる。(ア) と (イ) は貴ガス (希ガス) とよばれ、(ウ) 族元素である。

2 原子分子の HCl 分子では、電気陰性度の大きい (エ) が (オ) よりも共有電子対を強く引き寄せせる。その結果、Cl はわずかに (カ) の電荷を、H はわずかに (キ) の電荷を帯びる。このように、共有結合している原子間に電荷の偏りがあるとき、結合に極性があるという。HCl 分子のように結合に極性があり、分子全体としても極性がある分子を極性分子という。一方、水素分子 H₂ や塩素分子 Cl₂ ように、分子全体として極性がない分子を無極性分子という。

多原子分子では、(a) 分子の形が分子の極性に大きく関係する。例えば、直線形の二酸化炭素分子 CO₂ では、2 つの C=O 結合にはそれぞれ極性があるが、その極性は正反対の方向に向いているため、分子全体では互いに打ち消しあって無極性分子となる。一方、(ク) のアンモニア分子 NH₃ では、3 つの N-H 結合の極性は分子全体で打ち消されず、極性分子となる。

設問 1. (ア) に入るのは (1)、(イ) に入るのは (2) である。

- ① Ne ② Kr ③ Ar ④ He ⑤ Xe

設問 2. (ウ) に入る数値は (3) (4) である。なお、十の位がないときには、0 を (3) にマークしなさい。

設問 3. 以下の元素のうち、電気陰性度が最も大きいのは (5)、最も小さいのは (6) である。

- ① 水素 H ② 炭素 C ③ 窒素 N
④ 酸素 O ⑤ フッ素 F ⑥ ナトリウム Na
⑦ 硫黄 S ⑧ 塩素 Cl

設問 4. (エ) ~ (キ) に入る語句の組み合わせとして、最も適切なのは (7) である。

	(エ)	(オ)	(カ)	(キ)
①	H 原子	Cl 原子	正	負
②	H 原子	Cl 原子	負	正
③	Cl 原子	H 原子	正	負
④	Cl 原子	H 原子	負	正

設問 5. 塩素 Cl の単体と化合物に関する記述のうち、誤りを含むものは (8) である。

- ① 単体は二原子分子の Cl_2 で存在し、黄緑色の刺激臭をもつ有毒な気体である。
- ② 酸化マンガン(IV) MnO_2 に濃塩酸を加えて加熱すると、塩素 Cl_2 が発生する。
- ③ 塩素 Cl_2 は水に溶けやすく、水と反応して生じた次亜塩素酸 HClO は強酸であり、水溶液中で完全に電離する。
- ④ 塩素水中で生成した次亜塩素酸イオン ClO^- は酸化力が強いため、漂白や殺菌に利用されている。

設問 6. HCl 分子と Cl_2 分子の非共有電子対の数は、 HCl 分子では (9) 個と Cl_2 分子では (10) 個である。

設問 7. (ク) に入る語句として、最も適切なものは (11) である。

- ① 直線形
- ② 折れ線形
- ③ 三角錐形
- ④ 正四面体形
- ⑤ 正三角形

設問 8. 下線部 (a) に関連して、アセチレン C_2H_2 の分子の形と分子全体の極性について、最も適切な組み合わせは (12) である。

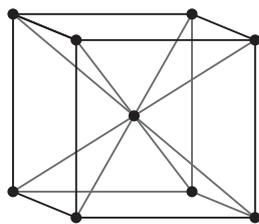
	分子の形	分子全体の極性
①	直線形	無極性
②	直線形	極性
③	折れ線形	無極性
④	折れ線形	極性
⑤	三角錐形	無極性
⑥	三角錐形	極性

[問題2] 次の文章を読み，以下の設問1～8中の空欄 (13) ～ (21) にあてはまる適切な選択肢を，対応する解答欄にマークしなさい。

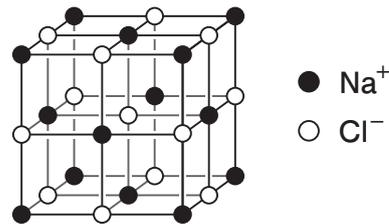
固体は，液体や気体とは異なり，一定の形を保っている。これは，固体を構成する原子やイオン，分子などの粒子が，粒子間の引力により，一定の位置に固定されているためである。固体のうち，構成粒子が規則正しく配列したものを結晶といい，(a)構成粒子間の結合の種類によって大別される。一方，構成粒子が不規則に配列したものを (ア) という。

結晶を構成する粒子が，どのように配列しているかを示したものを (イ) といい，その最小の繰り返し単位を単位格子という。図は(b)金属結晶である(c)金属ナトリウム Na の単位格子と，塩化ナトリウム NaCl の単位格子の模式図である。金属元素の単体で構成される金属結晶の場合，結晶の単位格子の一辺の長さ l がわかると，原子半径 r を求めることができる。単位格子の体積に占める原子の体積の割合を (d)充填率といい，結晶格子の種類ごとに決まっている。

二酸化炭素やヨウ素といった分子も低温では固体になる。これらの分子結晶では，分子間の (ウ) により結合している。水分子により構成される氷では，(ウ) に加えて (e)水素結合も働いている。



金属ナトリウムの単位格子



塩化ナトリウムの単位格子

設問 1. (ア) ～ (ウ) に入る語句の組み合わせとして，最も適切なのは (13) である。

	(ア)	(イ)	(ウ)
①	半導体	結晶格子	ファンデルワールス力
②	半導体	配位数	共有結合
③	半導体	結晶格子	共有結合
④	半導体	配位数	ファンデルワールス力
⑤	非晶質	結晶格子	ファンデルワールス力
⑥	非晶質	配位数	共有結合
⑦	非晶質	結晶格子	共有結合
⑧	非晶質	配位数	ファンデルワールス力

設問 2. 下線部(a)に関連して，二酸化ケイ素 SiO_2 の結晶は (14) であり，塩化カリウム KCl の結晶は (15) である。

- ① 金属結晶 ② イオン結晶 ③ 共有結合の結晶 ④ 分子結晶

設問 3. 下線部(b)の性質の記述として、最も適切なのは (16) である。

- ① 固体は電気を導かないが、融解して液体にすると電気を導く。
- ② やわらかく、割れやすい。
- ③ 電気を導き、箔や線にしやすい。
- ④ 融点が低く、熱は伝わりにくい。

設問 4. 下線部(c)の格子の構造と、この単位格子中に含まれる原子の数の組み合わせとして、最も適切なのは (17) である。

	格子の構造	原子の数
①	体心立方格子	1
②	体心立方格子	2
③	体心立方格子	4
④	面心立方格子	1
⑤	面心立方格子	2
⑥	面心立方格子	4
⑦	六方最密構造	1
⑧	六方最密構造	2
⑨	六方最密構造	4

設問 5. 下線部(c)について、原子半径 r を結晶の単位格子の一辺の長さ l で表した式は (18) である。

- ① $r = \sqrt{2}l$
- ② $r = 2l$
- ③ $r = \sqrt{3}l$
- ④ $r = \frac{\sqrt{3}}{2}l$
- ⑤ $r = \frac{\sqrt{3}}{4}l$
- ⑥ $r = \frac{\sqrt{3}}{6}l$

設問 6. 塩化ナトリウム NaCl の単位格子において、1個の Na^+ に接している Cl^- の数(配位数)は (19) 個である。

- ① 2
- ② 3
- ③ 4
- ④ 6
- ⑤ 8
- ⑥ 14

設問 7. 下線部(d)について、結晶が金属元素の単体で構成される場合の各単位格子の充填率の大小を比較したものとして、最も適切なのは (20) である。

- ① 体心立方格子 < 面心立方格子 < 六方最密構造
- ② 六方最密構造 < 面心立方格子 < 体心立方格子
- ③ 面心立方格子 < 体心立方格子 = 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 六方最密構造 = 体心立方格子 < 面心立方格子

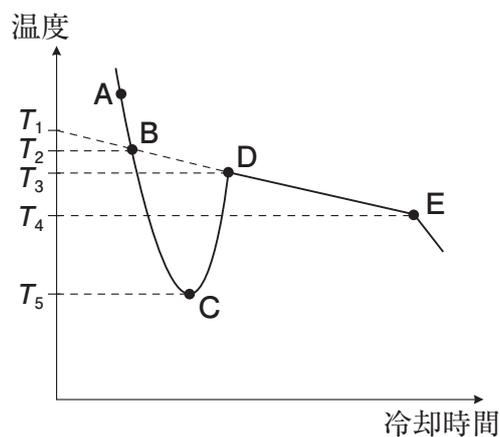
設問 8. 下線部(e)の記述として、最も適切なのは (21) である。

- ① 一般に、水素結合は共有結合による結合よりも強い。
- ② 水素結合により、アンモニアの沸点はメタンの沸点よりも低い。
- ③ 水は水素結合を形成するが、酢酸は水素結合を形成しない。
- ④ 水素結合は、同種の分子間だけで働き、異種の分子間では働かない。
- ⑤ 水の結晶中では、水分子同士が水素結合で結びつき、すき間の多い構造になる。

[問題3] 次の文章を読み，以下の設問1～7中の空欄 (22) ～ (30) にあてはまる適切な選択肢または数値を，対応する解答欄にマークしなさい。ただし，純粋な水の凝固点を $0.00\text{ }^{\circ}\text{C}$ とする。

塩化ナトリウムやグルコースなどの水溶液では，溶液を冷やすと，まず溶媒である水だけが凝固し始める。その温度を，溶液の凝固点という。一般に，溶液の凝固点は純溶媒の凝固点より (ア) なる。この現象を凝固点降下という。液体の物質を冷却するとき，物質の温度と冷却し始めてからの時間の関係を示したものを (イ) といい，溶液の場合は下の図のように表される。液体を冷却していくと，液体の状態を保ったまま，温度が凝固点よりも (ウ) ことがある。これを過冷却という。(a) 過冷却の状態から凝固が始まると，凝固熱が発生して温度は一時的に上昇する。その後，純溶媒では凝固点で温度は一定になるが，溶液では図に示すように温度が徐々に下がりに続ける。これは，溶液を冷却すると，まず (エ) のみが凝固するので，残った溶液の (オ) し，凝固点降下が (カ) なるためである。

非電解質の希薄溶液の凝固点降下の大きさは，溶質の種類に無関係で，溶液の質量モル濃度に比例する。溶液の質量モル濃度が 1 mol/kg のときの凝固点降下をモル凝固点降下という。モル凝固点降下の値は，各溶媒について決まった値をとる。例えば非電解質 1 mol を水 1 kg に溶かした水溶液の凝固点降下は，非電解質の種類によらず 1.85 K である。(b) 凝固点降下を測定することで，試料の分子量を求めることができる。また，溶質が電解質の場合，水に溶かすと電離によって溶質の粒子数が増加するので，凝固点降下は電離して存在するすべての溶質粒子 (分子，イオン) の質量モル濃度に比例する。



物質の温度と冷却し始めてからの時間の関係

設問 1. (ア) ~ (ウ) に入る語句として、最も適切なのは 22 である。

	(ア)	(イ)	(ウ)
①	低く	溶解度曲線	下がる
②	低く	溶解度曲線	上がる
③	低く	冷却曲線	下がる
④	低く	冷却曲線	上がる
⑤	高く	冷却曲線	下がる
⑥	高く	冷却曲線	上がる
⑦	高く	溶解度曲線	下がる
⑧	高く	溶解度曲線	上がる

設問 2. 下線部(a)について、図中で凝固が始まるのは点 23 であり、すべて凝固するのは点 24 である。

- ① A ② B ③ C ④ D ⑤ E

設問 3. (エ) ~ (カ) に入る語句の組み合わせとして、最も適切なのは 25 である。

	(エ)	(オ)	(カ)
①	溶質	濃度が上昇	大きく
②	溶質	濃度が上昇	小さく
③	溶質	濃度が低下	大きく
④	溶質	濃度が低下	小さく
⑤	溶媒	濃度が低下	大きく
⑥	溶媒	濃度が低下	小さく
⑦	溶媒	濃度が上昇	大きく
⑧	溶媒	濃度が上昇	小さく

設問 4. 図において、水溶液の凝固点は図中の温度 26 である。

- ① T_1 ② T_2 ③ T_3 ④ T_4 ⑤ T_5

設問 5. ある非電解質 5.0×10^{-2} mol を水 100 g に溶かした水溶液の凝固点は 27 °C である。

- ① -9.3 ② -2.8 ③ -0.93 ④ -0.28
 ⑤ 9.3 ⑥ 2.8 ⑦ 0.93 ⑧ 0.28

設問 6. 下線部(b)について、ある非電解質 1.00 g を水 100 g に溶かした水溶液の凝固点が -0.25 °C であったとき、この非電解質の分子量は 28 29 である。

設問 7. 次の各物質 1 g を水 100 g に溶かした溶液のうち、最も凝固点が低い水溶液は 30 である。ただし、カッコ内は分子量または式量を表し、電解質は水中で完全に電離しているものとする。

- ① グルコース $C_6H_{12}O_6$ (180) ② 硝酸カリウム KNO_3 (101)
 ③ 塩化カルシウム $CaCl_2$ (111) ④ 尿素 $CO(NH_2)_2$ (60)
 ⑤ 塩化ナトリウム $NaCl$ (58.5)

[問題 4] 次の文章を読み、以下の設問 1～7 中の空欄 (31) ～ (41) にあてはまる適切な選択肢または数値を、対応する解答欄にマークしなさい。ただし、原子量は $\text{Cu} = 63.5$ 、ファラデー定数は $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ 、すべての気体は理想気体としてふるまうものとし、 0°C 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ における気体のモル体積は 22.4 L/mol とする。

図 1 のように、硫酸銅(II)水溶液に 2 枚の白金電極を浸し、電源と 2 枚の白金電極を導線でつないで一定の電流を流したところ、陽極から気体が発生し、陰極には反応開始 1000 秒後に 0.635 g の銅 Cu が析出した。図 2 は、電気分解を行った時間 [秒] と陰極で析出した銅 Cu の質量 [g] の関係を表したグラフである。

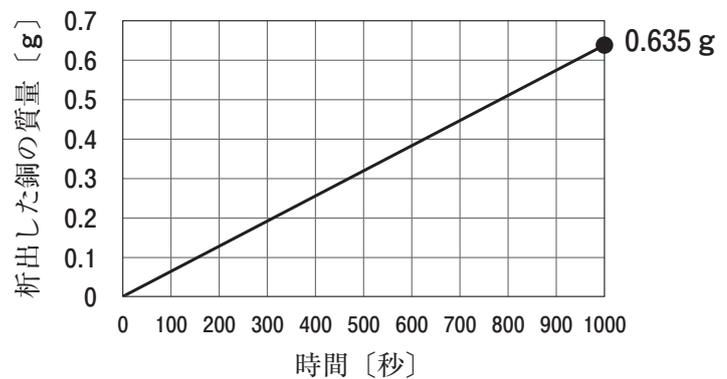
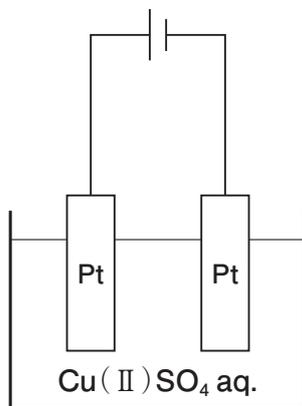


図 1 硫酸銅(II)水溶液を含む電解槽

図 2 電気分解を行った時間と析出した銅 Cu の質量の関係

設問 1. 開始から 1000 秒後までに析出した銅の物質量として、最も適切なのは (31) mol である。

- | | | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ① 1.00×10^{-3} | ② 2.00×10^{-3} | ③ 5.00×10^{-3} |
| ④ 1.00×10^{-2} | ⑤ 2.00×10^{-2} | ⑥ 5.00×10^{-2} |
| ⑦ 1.00×10^{-1} | ⑧ 2.00×10^{-1} | ⑨ 5.00×10^{-1} |

設問 2. 陽極から発生した気体として、最も適切なのは (32) である。

- | | | |
|---------|--------|------|
| ① 水素 | ② 酸素 | ③ 窒素 |
| ④ 二酸化炭素 | ⑤ 硫化水素 | |

設問 3. 開始から 1000 秒後までに陽極から発生した気体の物質量として、最も適切なのは (33) mol である。

- | | | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ① 1.00×10^{-3} | ② 2.00×10^{-3} | ③ 5.00×10^{-3} |
| ④ 1.00×10^{-2} | ⑤ 2.00×10^{-2} | ⑥ 5.00×10^{-2} |
| ⑦ 1.00×10^{-1} | ⑧ 2.00×10^{-1} | ⑨ 5.00×10^{-1} |

設問 4. 開始から 1000 秒後までに陽極から発生した気体の体積は、 0°C 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ で mL である。ただし、発生した気体は水に溶けないものとする。

設問 5. 電気分解を続けると、水溶液の pH は

- ① 大きくなる ② 小さくなる ③ 変わらない

設問 6. 開始から 1000 秒後までに流れた電気量として、最も適切なのは C である。

- ① 9.65×10^2 ② 1.93×10^3 ③ 3.86×10^3 ④ 4.83×10^3
⑤ 9.65×10^3 ⑥ 1.93×10^4 ⑦ 3.86×10^4 ⑧ 4.83×10^4

設問 7. 流した電流の値は、 . A である。

[問題5] 次の文章を読み，以下の設問1～7中の空欄 (42) ～ (48) にあてはまる適切な選択肢を，対応する解答欄にマークしなさい。

カルボン酸は，(a) カルボキシ基を有する化合物の総称である。自然界に広く存在し，その種類は非常に多い。カルボン酸は，カルボキシ基の数に応じてモノカルボン酸や(b) ジカルボン酸などに分類され，鎖式のモノカルボン酸は (ア) と呼ばれる。また，(c) カルボキシ基とともにヒドロキシ基を有する化合物は，(イ) と呼ばれる。炭化水素基の炭素数が少ない (ア) である化合物 A は，水に溶けると式(1)のようにわずかに電離し，弱い酸性を示す。

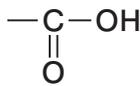


カルボン酸は，塩化水素や硫酸よりも弱い酸であるが炭酸よりも強い酸である。したがって，カルボン酸に炭酸水素ナトリウム NaHCO_3 を加えると (ウ) が生じる。一方，カルボン酸は，アルコールと脱水縮合して (エ) 結合を形成したり，2分子のカルボン酸から脱水して(d) 酸無水物を生成する。

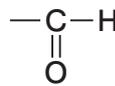
設問 1. 下線部(a)の構造式として，最も適切なのは (42) である。



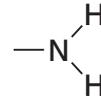
①



②



③



④

設問 2. 下線部(b)の物質として，最も適切なのは (43) である。

① 酢酸

② 酢酸エチル

③ 乳酸

④ パルミチン酸

⑤ フマル酸

⑥ ギ酸

⑦ リノレン酸

⑧ ホルムアルデヒド

⑨ アセトン

設問 3. 下線部(c)の物質として，最も適切なのは (44) である。

① 酢酸

② 酢酸エチル

③ 乳酸

④ パルミチン酸

⑤ フマル酸

⑥ ギ酸

⑦ リノレン酸

⑧ ホルムアルデヒド

⑨ アセトン

