

化学基礎・化学

(全問必答)

第1問 次の各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

問1 次の文章中の と に当てはまる最も適当な語を、下の①～⑥のうちから一つずつ選べ。

物質の分離には、混合物の性質や状態によっていろいろな方法が用いられている。
原油からガソリンだけを得るには、沸点の差を利用した が適している。
また、牛乳から油分だけを得るには、エーテルなどを加えて分離する が適している。

- | | | |
|-------|------|--------|
| ① 再結晶 | ② 抽出 | ③ ろ過 |
| ④ 透析 | ⑤ 分留 | ⑥ 電気分解 |

問2 次の文章中の と に当てはまる最も適当なものを、それぞれの解答群①～④のうちから一つずつ選べ。

塩素原子には ^{35}Cl および ^{37}Cl で表されるものがあり、自然界では、これら2種の が一定の割合で存在する。

いま、 ^{35}Cl および ^{37}Cl の相対質量をそれぞれ35、37とし、塩素の原子量を35.45とすると、 ^{35}Cl の存在率は %になる。

の解答群

- | | | | |
|------|-------|-------|-------|
| ① 単体 | ② 同位体 | ③ 同素体 | ④ 同族体 |
|------|-------|-------|-------|

(%)の解答群

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| ① 74.5 | ② 75.5 | ③ 76.5 | ④ 77.5 |
|--------|--------|--------|--------|

問3 アンモニウムイオンに関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

- ① アンモニア分子1個と水素イオン1個が配位結合を形成して、1個のアンモニウムイオンができる。
- ② 1個のアンモニウムイオン中には、窒素と水素の結合が4個あり、すべて同等である。
- ③ アンモニウムイオンは、メタン分子と同じく正四面体形の構造をとる。
- ④ 1個のアンモニウムイオン中に含まれる電子の数は、陽子の数よりも1個多い。

問4 次の水溶液 a～eのうちから、pHが7より大きいものをすべて選んだ組合せとして正しいものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、溶液の濃度はすべて0.10mol/Lとする。 6

- | | |
|--------------|---------------|
| a アンモニア水溶液 | b フェノール水溶液 |
| c 炭酸ナトリウム水溶液 | d 塩化アンモニウム水溶液 |
| e 酢酸ナトリウム水溶液 | |

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| ① a, b, c | ② a, b, e | ③ a, c, e |
| ④ a, d, e | ⑤ b, c, e | ⑥ c, d, e |

問5 次の①～④に示した化学変化のうち、下線部の物質が酸化剤としてはたらいっているものを一つ選べ。 7

- ① 硝酸銀水溶液に塩化水素を通じたところ、白色の沈殿が生じた。
- ② ナトリウムの薄片を水に入れたところ、炎を出しながら溶解した。
- ③ 硝酸銀水溶液に銅線を浸したところ、銅線上に銀が析出し、溶液が青色になった。
- ④ 硫化水素の水溶液に塩素を通じたところ、黄白色の濁りが生じた。

第2問 次の各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

問1 結晶に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 固体を構成している粒子が規則正しく配列している場合、その固体を結晶という。
- ② 結晶は、決まった外形を示すとともに、一定の融点をもつ。
- ③ 二酸化ケイ素の結晶は分子結晶に分類される。
- ④ 金属の結晶は、たたくとうすく広がる性質をもっている。この性質を展性という。

問2 次の記述ア～エについて、その内容の正誤の組合せとして正しいものを、下の

①～④のうちから一つ選べ。

- ア 富士山頂では低地よりも大気圧が低くなるので、水の沸点は100℃よりも低くなる。
- イ 食塩水の凝固点は0℃よりも高くなる。これは、溶質の影響で水分子同士が近づきやすくなるからである。
- ウ 0.1mol/kgのショ糖水溶液と、0.1mol/kgの塩化ナトリウム水溶液の凝固点は等しい。
- エ 溶質の粒子数より、粒子の大きさの方が凝固点に与える影響は大きい。

	ア	イ	ウ	エ
①	正	誤	誤	正
②	誤	正	誤	正
③	誤	正	正	誤
④	正	誤	誤	誤

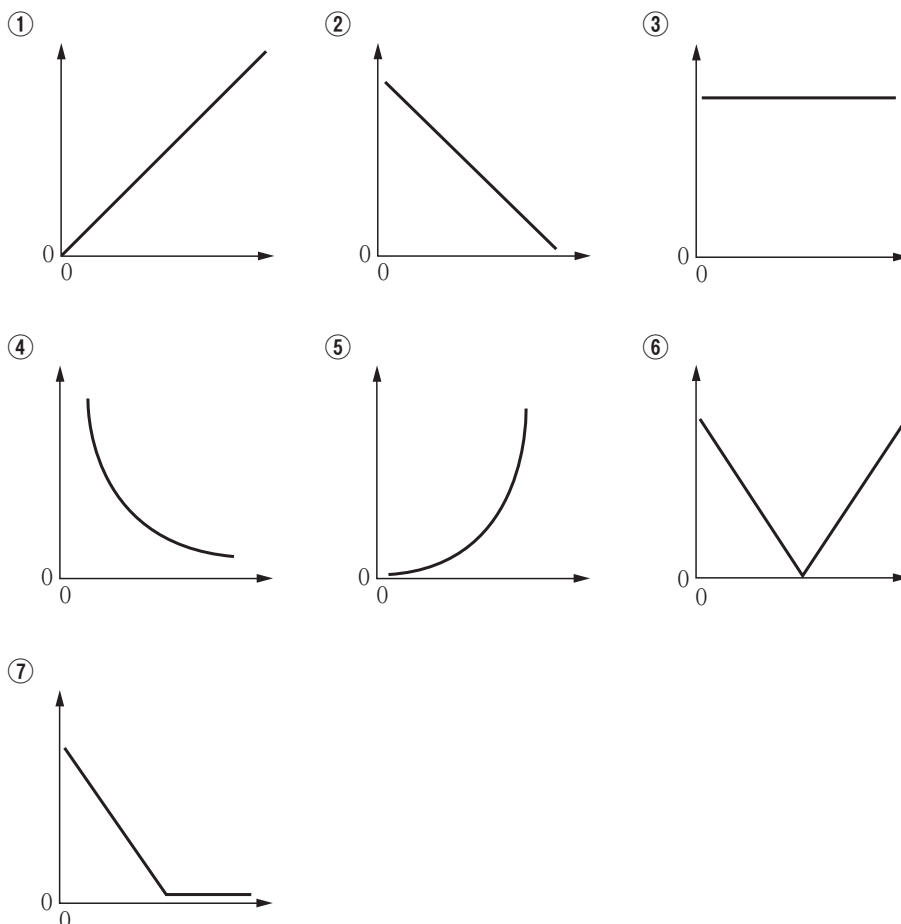
問3 次のア～ウの関係を示すグラフとして最も適当なものを、下の①～⑦のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

ア 一定温度において、一定体積の密閉容器に一定質量の理想気体を入れたとき、気体の分子量(横軸)と気体の圧力(縦軸)の関係を表すグラフ。 3

イ ビーカーに入っている $1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ の希硫酸 10mL に $1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ の水酸化バリウム水溶液を徐々に 20mL まで滴下するとき、加えた水酸化バリウムの体積(横軸)とビーカー内のイオンの全物質量(縦軸)の関係を表すグラフ。

4

ウ 温度 20°C のもとで、1Lの水に圧力 $P(\text{Pa})$ の酸素が接しているとき、酸素の圧力(横軸)と、溶解している酸素の 20°C 、 $P(\text{Pa})$ での体積(縦軸)の関係を表すグラフ。 5



化学基礎・化学

問4 図1のような実験装置を用いて、電気分解の実験を行った。実験前、電極A～Dの質量は等しかった。実験後の各電極の質量の大小関係を表したものとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、原子量はCu = 64, Ag = 108とする。 6

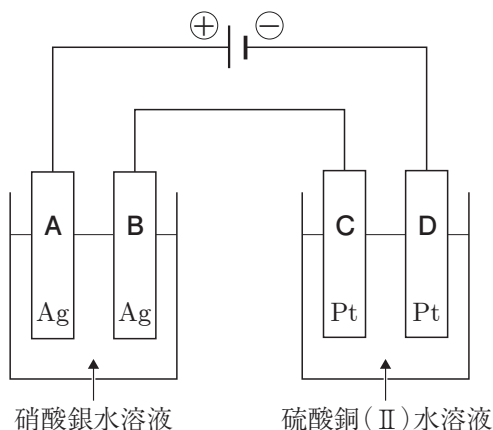


図 1

- ① B > D > A > C ② B > D > C > A ③ B > D > A = C
 ④ D > B > C > A ⑤ D > B > A > C ⑥ D > B > A = C

問5 気体のプロパン 1 mol 中の共有結合をすべて切断し、気体状態の炭素原子 3 mol と水素原子 8 mol に分解するには 956 kJ の熱量を要する。C-H 結合の結合エネルギーを 99 kJ/mol とすると、C-C 結合の結合エネルギーは何 kJ/mol になるか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。 7 kJ/mol

- ① 82 ② 164 ③ 181 ④ 362

問6 五酸化二窒素 N_2O_5 を密閉容器に入れて加熱すると次の式のように分解する。



このとき N_2O_5 の反応開始直後の分解速度 v [$\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$] は N_2O_5 のモル濃度 [N_2O_5], 反応速度定数 k を用いて $v = k[\text{N}_2\text{O}_5]$ と表すことができる。

温度を変化させずに密閉容器の容積を $\frac{1}{2}$ に圧縮すると, 反応開始直後の分解速度は何倍になるか。最も適当なものを, 次の①～④のうちから一つ選べ。

8

 倍

① $\frac{1}{2}$

② $\frac{3}{4}$

③ 2

④ 3

第3問 次の各問い(問1～4)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 20)

問1 硫酸に関する次の問い(a・b)に答えよ。

a 濃硫酸の性質に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 濃硫酸の水に対する溶解熱は非常に大きいため、濃硫酸に水を加えると水が急激に沸騰する。
- ② 濃硫酸は脱水性が強いため、ショ糖に濃硫酸を加えると、ショ糖は脱水されて炭化し、黒変する。
- ③ 濃硫酸は酸化作用が強いため、イオン化傾向の小さい銅や銀などの金属を常温においても容易に溶かす。
- ④ 濃硫酸は不揮発性であるため、塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱すると、揮発性の塩化水素が発生する。

b 硫酸の工業的合成法である接触法の説明として正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 硫黄を燃焼させて二酸化硫黄をつくり、それを水に吸収させて硫酸を得る。
- ② 硫黄を燃焼させて二酸化硫黄をつくり、それをさらに酸化して三酸化硫黄としたのち、水に吸収させて硫酸を得る。
- ③ 硫黄を燃焼させて二酸化硫黄をつくり、それを水に吸収させ、得られた水溶液に酸素を通じて硫酸を得る。
- ④ 硫黄に水素を作用させて硫化水素をつくり、硫化水素を燃焼させて三酸化硫黄としたのち、水に吸収させて硫酸を得る。

問2 化学薬品の保存に関する次の記述ア～ウについて、その正誤の組合せとして正しいものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 3

ア 黄リンは空气中で自然発火するので、石油中に保存する。

イ 硝酸は光や熱で分解しやすいので、かつ色びんに入れて冷暗所に保存する。

ウ アルカリ金属の単体は、空气中で速やかに酸化されるので、水中で保存する。

	ア	イ	ウ
①	正	誤	正
②	正	誤	誤
③	誤	正	正
④	誤	正	誤

問3 次の記述①～④のうちから、マグネシウム、カルシウム、バリウムのいずれにも当てはまるものを一つ選べ。 4

① 硝酸塩の水溶液を白金線につけてバーナーの外炎に入れると、炎色反応を示す。

② 水酸化物は水によく溶けて強塩基性を示す。

③ 酸化物は希塩酸と反応して塩を生じる。

④ 硫酸塩は白色の粉末で水に溶けにくい。

問4 Fe^{3+} と Al^{3+} を含む水溶液から、一方のイオンだけを沈殿として分離できる試薬を、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、試薬はいずれも十分に加えるとする。

5

① 水酸化ナトリウム水溶液

② 希塩酸

③ アンモニア水

④ 硫化水素(水溶液は酸性とする)

第4問 次の各問い(問1～9)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 30)

問1 ある鎖状炭化水素中の炭素の質量百分率を調べたところ、85.7%であった。また、この炭化水素の分子量は50から60の間であるとわかった。この炭化水素の分子式として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、原子量は、 $H = 1.0$ 、 $C = 12$ とする。

- ① C_4H_8 ② C_4H_{10} ③ C_5H_8 ④ C_5H_{10}

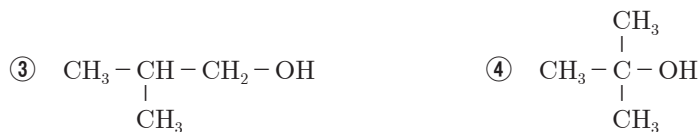
問2 次の記述①～④のうちから、誤りを含むものを一つ選べ。

- ① 同じ分子式であるが構造が異なる化合物を、互いに異性体という。
 ② 2-ブテンにはシス形とトランス形の幾何異性体が存在する。
 ③ 4種類の異なる原子または原子団が結合している炭素原子を不斉炭素原子という。
 ④ アルキンの分子から水素原子1個を除いてできる炭化水素基をアルキル基という。

問3 脂肪族化合物に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑦のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

- ① 酢酸ナトリウムに水酸化ナトリウムを加えて加熱すると、メタンが発生する。
 ② エチレンに臭素を作用させると、1,2-ジブロモエタンが生じる。
 ③ 触媒を用いてエチレンを酸素で酸化すると、アセトンが生じる。
 ④ 炭化カルシウム(カーバイド)に水を加えると、アセチレンが発生する。
 ⑤ アセトアルデヒドにアンモニア性硝酸銀水溶液を加えて温めると、銀が析出する。
 ⑥ アセトンを炭酸水素ナトリウム水溶液に加えると、二酸化炭素が発生する。
 ⑦ 酢酸とエタノールに少量の濃硫酸を加えて加熱すると、酢酸エチルと水が生じる。

問4 分子式が $C_4H_{10}O$ であるアルコールAを酸化すると、還元性のある化合物Bを経て、酸性物質Cが生じた。また、Aを脱水したところ炭化水素Dが生じた。Dの炭素原子はすべて同一平面上に存在する。Aに当てはまる構造として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

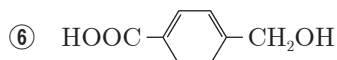
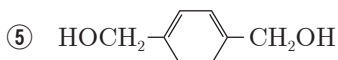
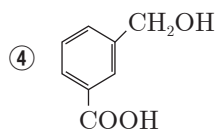
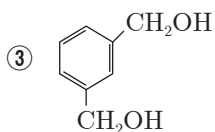
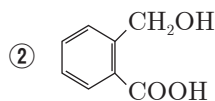
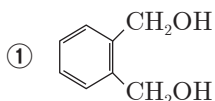


問5 芳香族化合物に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 6

- ① ベンゼンを、鉄粉を触媒として塩素と反応させると、ヘキサクロロシクロヘキサンが得られる。
- ② ニトロベンゼンにスズと濃塩酸を加えて加熱すると、アニリン塩酸塩が得られる。
- ③ クメンを酸素で酸化したのち、希硫酸で分解すると、フェノールが得られる。
- ④ 酢酸フェニルは、酢酸とフェノールが脱水縮合した構造をもつエステルである。

化学基礎・化学

問6 ある芳香族化合物Aは弱酸性を示し、Aを十分に酸化したところ、芳香族化合物Bが得られた。Bは加熱により容易に脱水し、化合物Cとなった。Aに当てはまる構造として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 7



問7 天然有機化合物に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 8

- ① デンプンをフェーリング液に加えて加熱すると、 Cu_2O の赤色沈殿を生じる。
- ② セルロースは、ヨウ素デンプン反応を示さない。
- ③ タンパク質を構成するアミノ酸には、側鎖にベンゼン環をもつものがある。
- ④ タンパク質水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えたのち、硫酸銅(Ⅱ)水溶液を加えると赤紫色になる。

問8 DNAとRNAに関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 9

- ① RNAは1本鎖構造であるが、DNAは2本鎖が二重らせん構造を形成する。
- ② DNAとRNAを構成する糖は、互いに異性体の関係にある。
- ③ ヌクレオチドはリン酸と五炭糖と塩基(核酸塩基)からなる。
- ④ DNAを構成する塩基(核酸塩基)は、アデニン、グアニン、シトシン、チミンの4種類である。

問9 図1に示す合成樹脂は、電気絶縁性にすぐれ、電気のソケットやプリント配線基盤などに用いられる。この樹脂の原料として最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。

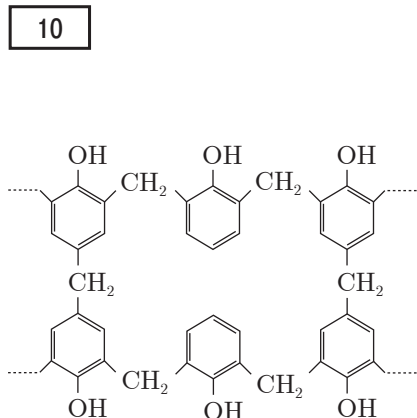


図 1

- | | |
|--|---|
| <p>① と $\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$</p> | <p>② と $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$</p> |
| <p>③ と $\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$</p> | <p>④ と $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$</p> |
| <p>⑤ と $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$</p> | |