

化 学

問 題	選 択 方 法
第 1 問	必 答
第 2 問	必 答
第 3 問	必 答
第 4 問	必 答
第 5 問	必 答
第 6 問	} いずれか 1 問を選択し、 解答しなさい。
第 7 問	

化学 (注) この科目には、選択問題があります。(41ページ参照。)

必要があれば、原子量は次の値を使うこと。

H	1.0	C	12	N	14	O	16
Mg	24	S	32	Mn	55	Ni	59

実在気体とことわりがない限り、気体は理想気体として扱うものとする。

第1問 (必答問題)

次の問い(問1～6)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 24)

問1 表1に示す陽子数、中性子数、電子数をもつ原子または単原子イオンア～カの中で、陰イオンのうち質量数が最も大きいものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

表 1

	陽子数	中性子数	電子数
ア	16	18	18
イ	17	18	18
ウ	17	20	17
エ	19	20	18
オ	19	22	19
カ	20	20	18

① ア ② イ ③ ウ ④ エ ⑤ オ ⑥ カ

問 2 天然に存在する典型元素と遷移元素に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① アルカリ土類金属は、すべて遷移元素である。
- ② 典型元素には、両性元素が含まれる。
- ③ 遷移元素は、すべて金属元素である。
- ④ 典型元素では、周期表の左下に位置する元素ほど陽性が強い。
- ⑤ 遷移元素には、複数の酸化数をとるものがある。

化学

問 3 ある金属単体は図 1 のように、層 A と層 B の 2 層の繰り返しによって形成される六方最密構造(六方最密充填)の結晶格子をとる。図 1 の単位格子(灰色部分)に含まれる金属原子の数はいくつか。正しい数を、下の①~⑥のうちから一つ選べ。 個

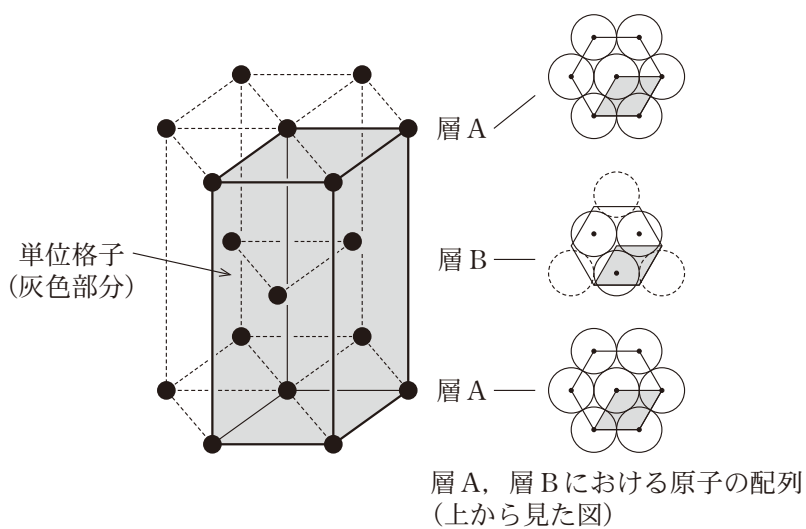


図 1

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

問 4 図 2 は、水の温度と蒸気圧との関係を示したグラフである。外圧(液体に接する気体の圧力)が変化したときの、水の沸点を表すグラフとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 4

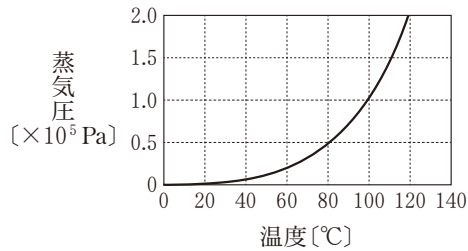
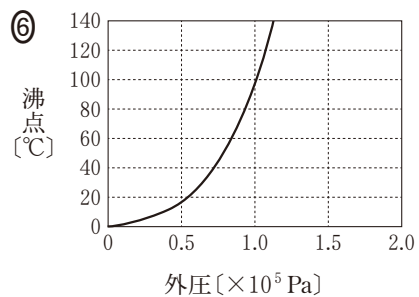
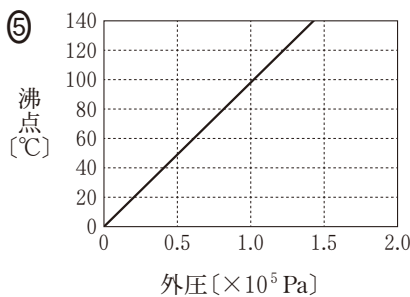
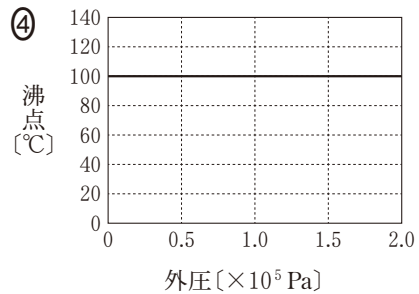
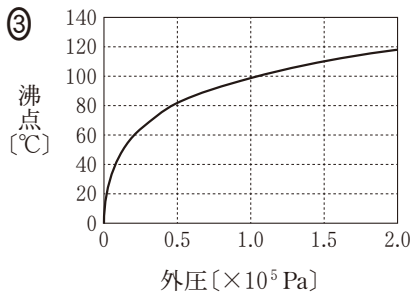
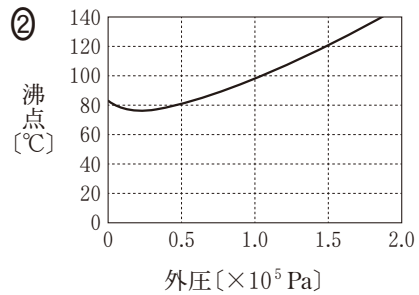
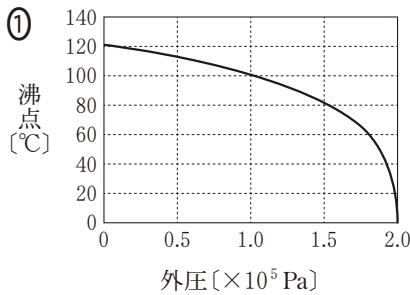


図 2



化 学

問 5 溶媒 1 kg に溶けている溶質の量を物質量 [mol] で表した濃度は、質量モル濃度 [mol/kg] とよばれる。ある溶液のモル濃度が C [mol/L]、密度が d [g/cm³]、溶質のモル質量が M [g/mol] であるとき、この溶液の質量モル濃度を求める式はどれか。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

mol/kg

① $\frac{C}{1000 d}$

② $\frac{1000 CM}{d}$

③ $\frac{CM}{10 d}$

④ $\frac{C}{1000 d - CM}$

⑤ $\frac{1000 C}{1000 d - CM}$

問 6 物質の状態に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、気体は実在気体として考えるものとする。 6

- ① 密閉容器に入れてある物質が気液平衡の状態にあるとき、単位時間あたりに液体から蒸発する分子の数と、気体から凝縮する分子の数は等しい。
- ② 無極性分子の気体が凝縮して液体になる現象には、分子間にはたらくファンデルワールス力がかかっている。
- ③ 純溶媒の沸点は、その純溶媒に不揮発性の溶質が溶けた溶液の沸点よりも低い。
- ④ 純物質は、三重点で気体・液体・固体が共存する平衡状態をとる。
- ⑤ 純物質は、液体の状態で凝固点より低い温度になることはない。

化学

第2問 (必答問題)

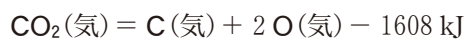
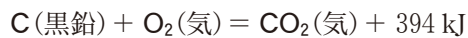
次の問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 24)

問1 C(黒鉛)がC(気)に変化するときの熱化学方程式を次に示す。



次の三つの熱化学方程式を用いて Q を求めると、何 kJ になるか。最も適当な数値を、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 kJ



① -1712

② -716

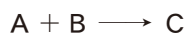
③ -218

④ 218

⑤ 716

⑥ 1712

問 2 物質 A と B は次式のように反応して物質 C を生成する。



この反応の反応速度 v は、反応速度定数を k 、A と B のモル濃度をそれぞれ $[A]$ 、 $[B]$ とすると、 $v = k[A][B]$ で表される。

濃度がともに 0.040 mol/L の A と B の水溶液を同体積ずつ混合して、温度一定のもとで反応時間と C の濃度の関係を調べたところ図 1 のようになり、最終的に C の濃度は 0.020 mol/L になった。

同様の実験を A の水溶液の濃度のみを 2 倍に変えて行ったとき、反応開始直後の反応速度と最終的な C の濃度の組合せとして最も適当なものを、下の ①～⑥のうちから一つ選べ。 2

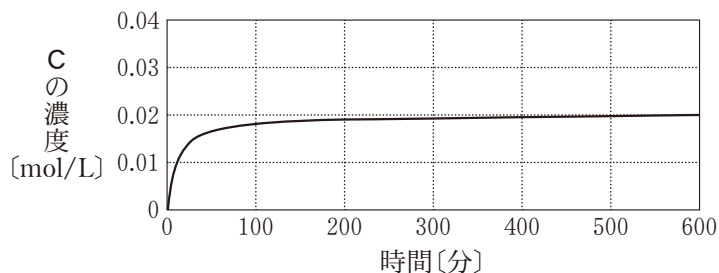


図 1

	反応開始直後の反応速度	最終的な C の濃度 [mol/L]
①	増加した	0.040
②	変化しなかった	0.040
③	増加した	0.020
④	変化しなかった	0.020
⑤	増加した	0.010
⑥	変化しなかった	0.010

化 学

問 3 濃度不明の水酸化バリウム水溶液のモル濃度を求めるために、その 50 mL をビーカーにとり、水溶液の電気の通しやすさを表す電気伝導度を測定しながら、0.10 mol/L の希硫酸で滴定した。イオンの濃度により電気伝導度が変化することを利用して中和点を求めたところ、中和に要した希硫酸の体積は 25 mL であった。この実験結果に関する次の問い(a・b)に答えよ。ただし、滴定中に起こる電気分解は無視できるものとする。

a 希硫酸の滴下量に対する電気伝導度の変化の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

	希硫酸の滴下量が 0 mL から 25 mL までの電気伝導度	希硫酸の滴下量が 25 mL 以上のときの電気伝導度
①	変化しなかった	減少した
②	変化しなかった	増加した
③	減少した	変化しなかった
④	減少した	増加した
⑤	増加した	変化しなかった
⑥	増加した	減少した

b 水酸化バリウム水溶液のモル濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 mol/L

- | | | |
|---------|---------|--------|
| ① 0.025 | ② 0.050 | ③ 0.10 |
| ④ 0.25 | ⑤ 0.50 | ⑥ 1.0 |

問 4 図 2 はメタノールを用いた燃料電池の模式図である。この燃料電池の両極で起こる化学反応は下の式で示される。

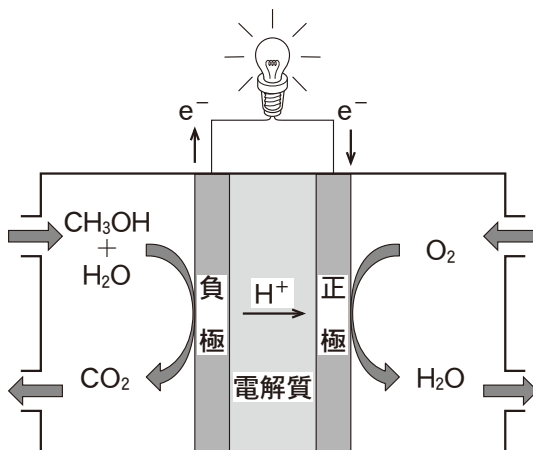
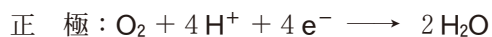
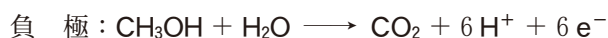


図 2



この燃料電池を作動させたところ、0.30 A の電流が 19300 秒間流れた。このとき燃料として消費されたメタノールの物質量は何 mol か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、メタノールが電解質を透過することはない、消費されたメタノールはすべて二酸化炭素に酸化されたものとする。また、ファラデー定数は $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。 5 mol

① 0.0060

② 0.010

③ 0.015

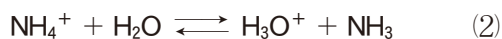
④ 0.060

⑤ 0.10

⑥ 0.15

化 学

問 5 水溶液中では、アンモニア NH_3 は塩基としてはたらし、その一部が式(1)のように電離して平衡状態になる。一方、アンモニウムイオン NH_4^+ は酸としてはたらし、式(2)のように反応してオキソニウムイオン H_3O^+ を生じる。



式(2)の平衡定数 K は、

$$K = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+][\text{H}_2\text{O}]}$$

で表され、 $K[\text{H}_2\text{O}]$ を K_a [mol/L] とし、 H_3O^+ を H^+ と略記すると、

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]}$$

となる。 NH_3 の電離定数 K_b [mol/L] を求める式として正しいものを、次の

①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、水のイオン積を K_w [(mol/L)²] とする。

mol/L

① $\sqrt{K_a K_w}$

② $\sqrt{\frac{K_w}{K_a}}$

③ $\sqrt{\frac{K_a}{K_w}}$

④ $K_a K_w$

⑤ $\frac{K_w}{K_a}$

⑥ $\frac{K_a}{K_w}$

化学

第3問 (必答問題)

次の問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 23)

問1 身近な無機物質に関する記述として下線部に誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 宝石のルビーやサファイアは、微量の不純物を含んだ酸化マグネシウムの結晶である。
- ② 塩化カルシウムは、水に溶解すると溶液の凝固点が下がるので、道路の凍結防止に用いられる。
- ③ 酸化チタン(IV)は、建物の外壁や窓ガラスの表面に塗布されていると、光触媒としてはたらき、有機物の汚れが分解される。
- ④ 高純度の二酸化ケイ素からなるガラスは、繊維状にして光ファイバーに利用されている。
- ⑤ 酸化亜鉛の粉末は白色であり、絵の具や塗料に用いられる。

問 2 ハロゲンの単体および化合物に関する記述として誤りを含むものを、次の

①～⑤のうちから一つ選べ。 2

- ① フッ素は、ハロゲンの単体の中で、水素との反応性が最も高い。
- ② フッ化水素酸は、ガラスを腐食する。
- ③ 塩化銀は、アンモニア水に溶ける。
- ④ 次亜塩素酸は、塩素がとりうる最大の酸化数をもつオキソ酸である。
- ⑤ ヨウ化カリウム水溶液にヨウ素を溶かすと、その溶液は褐色を呈する。

問 3 塩化ナトリウムと濃硫酸が反応したときに発生する気体を A とし、硫化鉄

(II) と希硫酸が反応したときに発生する気体を B とする。A と B に共通する性質として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

- ① 無色・無臭の気体である。
- ② 気体を Pb^{2+} を含む水溶液に通じると、沈殿反応を起こす。
- ③ 気体が水に溶けると、濃度によらず、ほぼ完全に電離する。
- ④ 気体を溶かした水溶液は、鉄を不動態にする。

化学

問 4 次の(a・b)に述べた元素アとイは、Ca, Cl, Mg, N, Na, Oのいずれかである。アとイに当てはまる元素として最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つずつ選べ。ア ・イ

a 標準状態では、アの単体は気体である。一方、周期表でアの一つ下に位置する同族元素の単体は、同素体をもつ固体であり、その中には空気中で自然発火するものがある。

b イの硫酸塩は水によく溶けるが、イの水酸化物は溶けにくい。一方、周期表でイの一つ下に位置する同族元素の硫酸塩は水に溶けにくい、その水酸化物はイの水酸化物と比べて水に溶けやすい。

① Ca ② Cl ③ Mg ④ N ⑤ Na ⑥ O

問 5 金属 M の硫酸塩 $\text{MSO}_4 \cdot n \text{H}_2\text{O}$ について、水和水の数 n と金属 M を推定したい。 $\text{MSO}_4 \cdot n \text{H}_2\text{O}$ を 4.82 g とり、温度を 20 °C から 400 °C まで上昇させながら質量の変化を記録したところ、段階的に水和水が失われたことを示す図 1 の結果を得た。加熱前の化学式 $\text{MSO}_4 \cdot n \text{H}_2\text{O}$ 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、図 1 中の n と m は 7 以下の整数であり、300 °C 以上で硫酸塩は完全に無水物(無水塩) MSO_4 に変化したものとする。

6

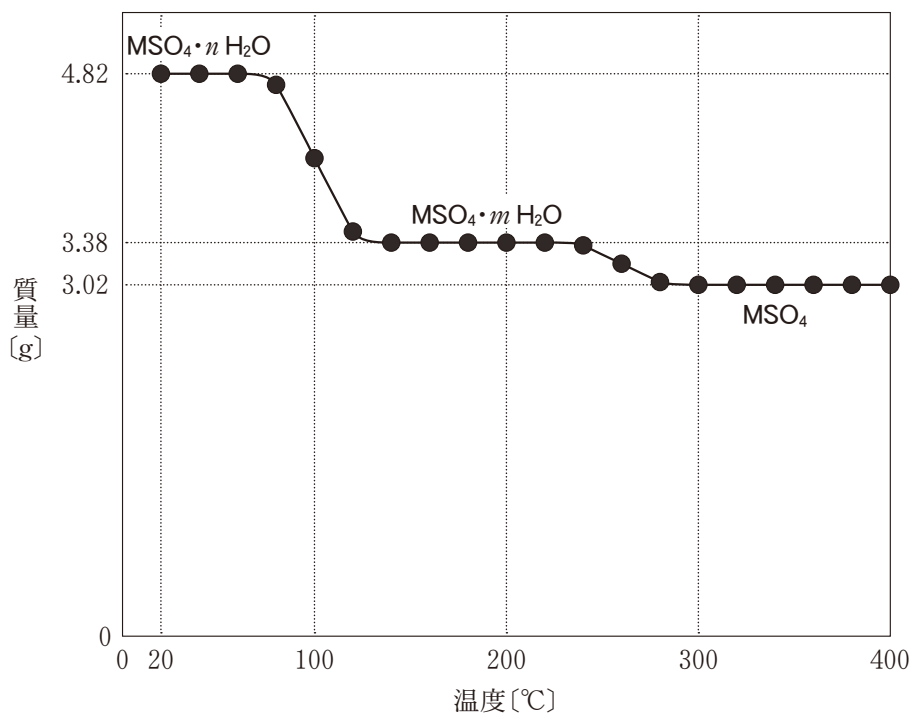


図 1

- | | |
|--|--|
| ① $\text{MgSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ | ② $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ |
| ③ $\text{MnSO}_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ | ④ $\text{MnSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ |
| ⑤ $\text{NiSO}_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ | ⑥ $\text{NiSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ |

化学

第4問 (必答問題)

次の問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 19)

問1 化合物AとBを構成する原子について、指定する原子の数が同じである化合物の組合せとして正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

	指定する原子	化合物A	化合物B
①	炭素原子	1-プロパノール	2-メチル-2-プロパノール
②	不斉炭素原子	1-ブタノール	2-ブタノール
③	不飽和結合を形成する炭素原子	1,3-ブタジエン	シクロヘキセン
④	水素原子	1-ペンテン	シクロペンタン

問2 幾何異性体(シストランス異性体)が存在する化合物として正しいものを、次の分子式①～⑤のうちから一つ選べ。



問 3 アセトンに関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 3

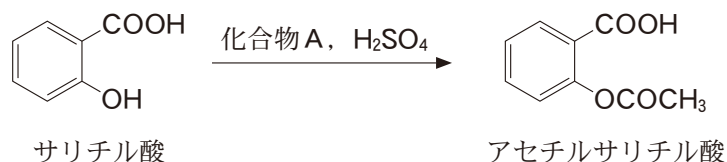
- ① 常温・常圧で液体である。
- ② 水と任意の割合で混じりあう。
- ③ 2-プロパノールの酸化により得られる。
- ④ フェーリング液を加えて加熱すると、赤色沈殿を生じる。
- ⑤ ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、黄色沈殿を生じる。

問 4 分子式が $C_{10}H_nO$ で表される不飽和結合をもつ直鎖状のアルコール A を一定質量取り、十分な量のナトリウムと反応させたところ、0.125 mol の水素が発生した。また、同じ質量の A に、触媒を用いて水素を完全に付加させたところ、0.500 mol の水素が消費された。このとき、A の分子式中の n の値として最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 4

- | | | |
|------|------|------|
| ① 14 | ② 16 | ③ 18 |
| ④ 20 | ⑤ 22 | |

化学

問 5 サリチル酸からアセチルサリチル酸を合成する実験を行った。乾いた試験管にサリチル酸 1.0 g, 化合物 A 2.0 g, 濃硫酸数滴を入れ, この試験管を振り混ぜながら温めた。その後, 試験管の内容物を冷水に加え, 沈殿をろ過し, アセチルサリチル酸の白色固体を得た。この実験に関する下の問い(a・b)に答えよ。



a 化合物 A として最も適当なものを, 次の①~⑥のうちから一つ選べ。

5

- ① メタノール ② エタノール ③ ホルムアルデヒド
④ アセトアルデヒド ⑤ 無水酢酸 ⑥ 無水フタル酸

b 得られたアセチルサリチル酸の白色固体に未反応のサリチル酸が混ざっていないことを確認したい。未反応のサリチル酸の検出に用いる溶液として最も適当なものを, 次の①~⑤のうちから一つ選べ。 6

- ① 塩化鉄(Ⅲ)水溶液 ② フェノールフタレイン溶液
③ 炭酸水素ナトリウム水溶液 ④ 水酸化ナトリウム水溶液
⑤ 酢酸水溶液

化 学

第 5 問 (必答問題)

次の問い(問 1・問 2)に答えよ。

[解答番号 ・] (配点 5)

問 1 合成高分子化合物の構造と合成法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 ビニロンは、ポリビニルアルコールのアセタール化によって合成される。
- ② ポリ酢酸ビニルは、カルボキシ基をもつ。
- ③ ポリ塩化ビニルは、付加重合によって合成される。
- ④ ポリエチレンテレフタレートは、エステル結合をもつ。

問 2 高分子化合物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。 2

- ① ポリエチレンのうち結晶性が低いものは，結晶性が高いものと比べて透明で軟らかい性質を有している。
- ② タンパク質には，水に溶けやすいものと水に溶けにくいものがある。
- ③ アミロース水溶液は，ヨウ素デンプン反応を示さない。
- ④ 高分子化合物の多くは電気を通さないが，ヨウ素などのハロゲンを添加することで金属に近い電気伝導性を示すものがある。

化 学 第6問・第7問は、いずれか1問を選択し、解答しなさい。

第6問 (選択問題)

次の問い(問1・問2)に答えよ。

[解答番号 ・] (配点 5)

問1 熱硬化性樹脂であるものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 尿素樹脂 ② ポリ塩化ビニル ③ ポリエチレン
④ ポリスチレン ⑤ メタクリル樹脂(ポリメタクリル酸メチル)

問 2 飽和脂肪族ジカルボン酸 $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_x-\text{COOH}$ とヘキサメチレンジアミン $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2$ を縮合重合させて、図 1 に示す直鎖状の高分子を得た。この高分子の平均重合度 n は 100、平均分子量は 2.82×10^4 であった。1 分子のジカルボン酸に含まれるメチレン基 $-\text{CH}_2-$ の数 x はいくつか。最も適当な数値を、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 2

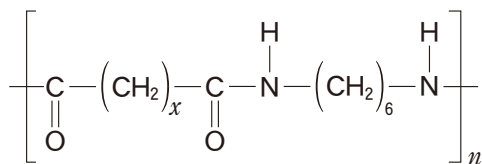


図 1

- ① 4 ② 6 ③ 8 ④ 10 ⑤ 12

化 学 第6問・第7問は、いずれか1問を選択し、解答しなさい。

第7問 (選択問題)

次の問い(問1・問2)に答えよ。

[解答番号 ・] (配点 5)

問1 タンパク質に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① ポリペプチド鎖がつくるらせん構造(α -ヘリックス構造)では、 $\text{>C=O}\cdots\text{H-N}<$ の水素結合が形成されている。
- ② ポリペプチド鎖にある二つのシステインは、ジスルフィド結合(S-S結合)をつくることができる。
- ③ 加水分解したとき、アミノ酸のほかに糖類やリン酸などの物質も同時に得られるタンパク質を、複合タンパク質という。
- ④ 繊維状タンパク質では、複数のポリペプチドの鎖が束(束状)になっている。
- ⑤ 一般に、加熱によって変性したタンパク質は、冷却すると元の構造に戻る。

問 2 スクロース水溶液にインベルターゼ(酵素)を加えたところ、図 1 に示す反応により一部のスクロースが単糖に加水分解された。この水溶液には、還元性を示す糖類が 3.6 mol、還元性を示さない糖類が 4.0 mol 含まれていた。もとのスクロース水溶液に含まれていたスクロースの物質量は何 mol か。最も適当な数値を、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 2 mol

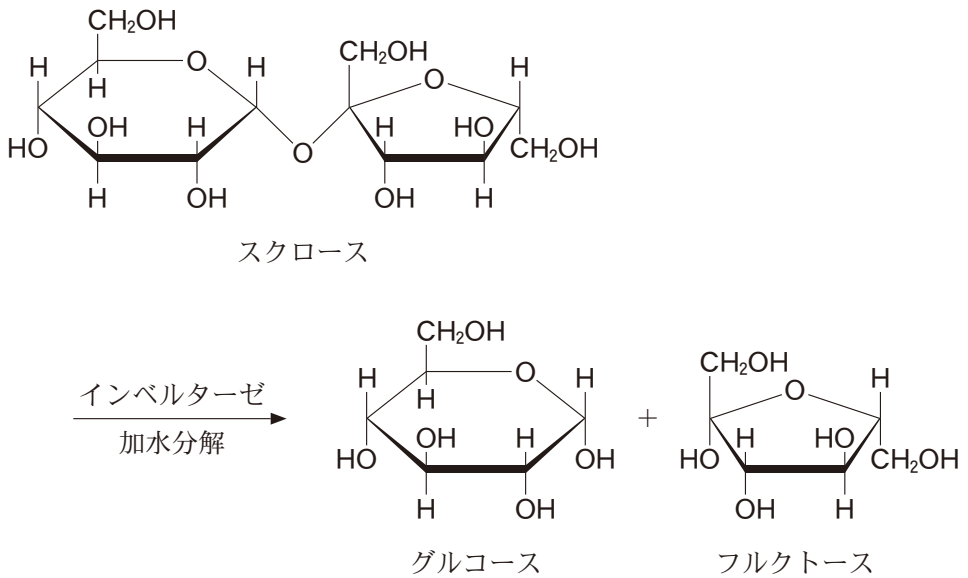


図 1

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ① 3.6 | ② 4.0 | ③ 5.6 |
| ④ 5.8 | ⑤ 7.6 | |