

2016年度 センター試験 本試験 化学

第1問 物質の構造と変化の基本

出題範囲	電子配置 / 面心立方格子 / 気体の体積 / 物質の状態変化 / アボガドロ数 / 浸透圧
難易度	★★★★☆
所要時間	11分
傾向と対策	第1問では、前年（2015年）と同様に化学の基礎知識が問われ、濃度や気体の体積などについての基本的な計算問題も出題された。浸透圧の問題が出題されたが、今までのような公式に当てはめるだけの問いではなかったため、難しく感じた人も多いただろう。この分野の対策としては、私大・国立二次の過去問を含めた演習による計算力の強化、問題のパターンに慣れることなどが挙げられる。

問1 1 正解は④

難易度 ★☆☆☆☆

解説

アルゴンは希ガス元素であり、その電子配置は $K2L8M8$ である。

- ① アルミニウムの原子番号は13より、3価の陽イオンの電子数は10。よって電子配置はネオンと同じになる。
- ② 臭素の原子番号は35より、1価の陰イオンの電子数は36。よって電子配置は原子番号36のクリプトン (Kr) と同じになる。
- ③ フッ素の原子番号は9より、1価の陰イオンの電子数は10。よって電子配置はネオンと同じになる。
- ④ カリウムの原子番号は19より、1価の陽イオンの電子数は18。よって電子配置はアルゴンと同じになる。
- ⑤ マグネシウムの原子番号は12より、2価の陽イオンの電子数は10。よって電子配置はネオンと同じになる。
- ⑥ ナトリウムの原子番号は11より、1価の陽イオンの電子数は10。よって電子配置はネオンと同じになる。
- ⑦ 酸素の原子番号は8より、2価の陰イオンの電子数は10。よって電子配置はネオンと同じになる。
- ⑧ 亜鉛の原子番号は30より、2価の陽イオンの電子数は28。よって電子配置は $K2L8M18$ となる。これは希ガスと同じ電子配置ではないが、閉殻で安定である。

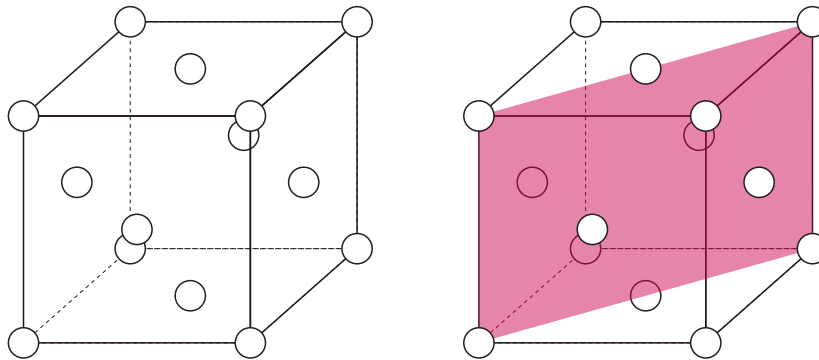
問2 2 正解は③

難易度 ★★☆☆☆

解説

面心立方格子では、次図（左）のように立方体の単位格子のそれぞれの面の中心に1個ずつ原子があり、各頂点に1個ずつ原子があるという構造をしている。これを次図（右）のような断面で切断すると、断面は③のように

なる。



問3 3 正解は②

難易度 ★★★★★

解説

理想気体の体積 V 、分圧 P 、物質質量 n 、温度 T に対して R を気体定数として次のような関係が成立する。

$$PV = nRT \quad \dots\dots(1)$$

これは理想気体の状態方程式と呼ばれる。

メスシリンダー内の全圧は 1.013×10^5 Pa、 27°C における水の飽和蒸気圧は 3.6×10^3 Pa である。メスシリンダー内には十分な量の水が存在するので水蒸気は飽和している。ここで分圧の法則より、(メスシリンダー内の全圧) = (酸素の分圧) + (水蒸気の分圧) であるから、メスシリンダー内の酸素の分圧は、 $1.013 \times 10^5 - 3.6 \times 10^3 = 9.77 \times 10^4$ Pa である。

いま、 $P = 9.77 \times 10^4$ Pa、 $V = 0.15$ L、 $T = 27 + 273 = 300$ K、 $R = 8.3 \times 10^3$ Pa·L/(K·mol) を(1)に代入すると、

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{9.77 \times 10^4 \text{ Pa} \times 0.15 \text{ L}}{8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 300 \text{ K}} \doteq 5.9 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

である。したがって正解は②。

問4 4 正解は③

難易度 ★★★★★

解説

- ① 正 純溶媒つまり純粋な液体を冷却し続けると、初めは氷の結晶の核が生じないため、液体状態のまま凝固点を下回る状態(過冷却状態)となるが、一度氷の核ができると凝固が始まり、凝固熱が放出され液体の温度は上昇する。その後、温度が凝固点に達すると、放出される凝固熱が冷却による吸熱量とつり合うため凝固点では温度が一定になる。よって過冷却状態が終わり、凝固が一定温度で進行しているときの温度 T が凝固点である。

- ② 正 凝固が始まるのは、凝固により凝固熱が放出され始める点、つまり物質の温度が極小になるときである。よってそれより前の状態では凝固は始まっておらず、凝固が始まる前に物質の温度が凝固点を下回っている点 A は過冷却状態である。
- ③ 誤 凝固が始まるのは物質の温度が凝固点になってからではなく、過冷却状態にある液体の凝固により凝固熱が放出され、温度の上昇が始まる点である。よって点 B から凝固が始まったというのは誤りである。
- ④ 正 点 C ではまだ、物質の温度は凝固点のままである。この状態では放出される凝固熱と冷却による吸熱がつり合っているため、凝固が進行している状態である。よって液体と固体が混在している。
- ⑤ 正 純溶媒に他の物質を溶かすと凝固点降下が発生し液体の凝固点は下がる。なお、これと同時に押さえた現象に沸点上昇がある。純溶媒に不揮発性の溶質を溶かすと、もとの純溶媒に比べて蒸気圧が小さくなり、それに伴って沸点が上昇するという現象である。

問 5 5 正解は⑤

難易度 ★★★☆☆

解説

原子量はその原子 1 mol あたりの質量 (g) を表す数値である。いま、密度が 7.2 g/cm^3 であるから、金属 M 1.0 cm^3 には 7.2 g の金属 M が含まれており、そこには 8.3×10^{22} 個の原子が入っている。したがって、金属 M の原子 1 個の質量は $\frac{7.2}{8.3 \times 10^{22}} \text{ g}$ である。1 mol に含まれる分子あるいは原子の個数はアボガドロ数、すなわち 6.0×10^{23} 個であるから、金属 M 1 mol あたりの質量は

$$\frac{7.2 \text{ g/cm}^3}{8.3 \times 10^{22} \text{ 個/cm}^3} \times 6.0 \times 10^{23} \text{ 個/mol} \doteq 52 \text{ g/mol}$$

である。

したがって原子量は 52 であり、正解は⑤。

問 6 6 正解は①

難易度 ★★★☆☆

解説

- ① 誤 中央を半透膜で仕切られた U 字管の左右に、スクロース溶液と純溶媒を液面の高さが等しくなるように入れる。このとき、全体の濃度が均一になるには溶質粒子が溶液側から純溶媒側に拡散すればよいが、スクロースは半透膜を通過できない。このような状態では、溶媒分子が純溶媒から溶液に移動して溶液の濃度を薄めようとする (浸透)。したがって正しくは、スクロース溶液の体積が増加し、純溶媒の体積が減少する。
- ② 正 分子量の測定法にはさまざまなものがあるが、特に高分子化合物の場合、浸透圧を利用するのが一般的である。これは他の方法よりも結果の測定がしやすいからである。例えば凝固点降下では 10^{-4} K 程度の差しか出ないものでも、浸透圧ならば数 cm の差が出る。

- ③ 正 浸透圧を Π 、溶液の体積を V 、溶液に溶けている全粒子（すべての分子やイオン）の物質量を n 、溶液の温度を T 、気体定数を R とすると次に示すファンツ・ホッフの式が成り立つ。

$$\Pi V = nRT \Leftrightarrow \Pi = \frac{n}{V}RT$$

グルコースは非電解物質なので、モル濃度は $\frac{n}{V}$ に等しい。よって温度一定のもとではグルコースの希薄水溶液の浸透圧はモル濃度に比例する。

- ④ 正 溶質が電解質の場合、電離してできたイオンは別々の粒子として浸透圧に寄与するので、同じ濃度の非電解質であるスクロースの希薄水溶液と電解質である塩化ナトリウムの希薄水溶液では、水中で電離してイオンに分かれる塩化ナトリウムの希薄水溶液のほうが浸透圧は大きい。
- ⑤ 正 ③の式より、浸透圧は絶対温度に比例する。

(制作：田中佑磨，小林新九郎)

2016年度 センター試験 本試験 化学

第2問 熱化学と化学平衡。酸化還元

出題範囲	熱化学 / エネルギー / 気体の燃焼 / 中和反応 / 化学平衡 / 酸化還元反応
難易度	★★★★☆☆
所要時間	12分
傾向と対策	第2問では前年（2015年）と同様に理論化学の分野から出題された。この分野は、化学反応の理解に基づいた知識の運用と、問題文に提示された条件の素早い処理が重要になっており、十分な演習が不可欠である。2016年度は複雑な計算問題がなく、比較的短時間で解くことが可能であるが、エネルギー準位など原理的な部分の出題もあったため、全体としての難易度は上がっている。また、電気化学からの出題がなく、熱化学からの出題が多かった。

問1 1 正解は④

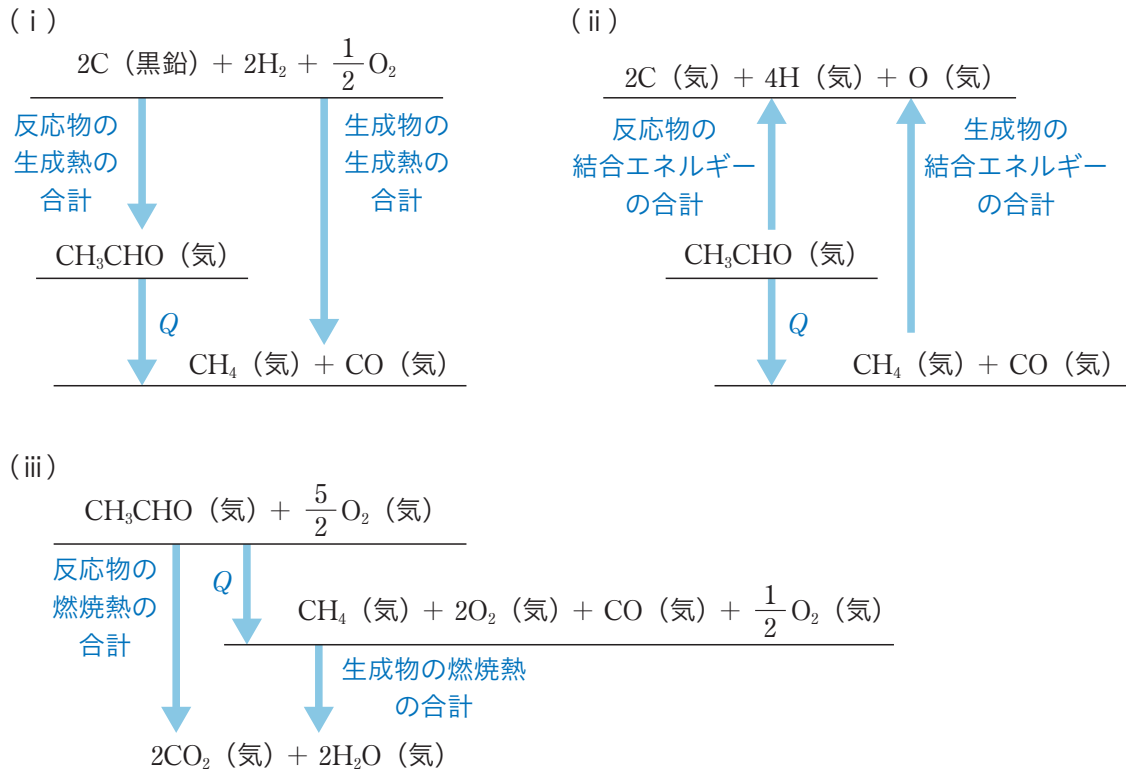
難易度 ★★★★★☆☆

解説

熱化学方程式において反応熱を求める方法は3つある。

- ・ (反応熱) = (生成物の生成熱の合計) - (反応物の生成熱の合計) …… (i)
- ・ (反応熱) = (生成物の結合エネルギーの合計) - (反応物の結合エネルギーの合計) …… (ii)
- ・ (反応熱) = (反応物の燃焼熱の合計) - (生成物の燃焼熱の合計) …… (iii)

上に示した3つの式を、エネルギー図を用いて理解してもらいたい。具体的な数値は省略するが、アセトアルデヒドがメタンと一酸化炭素に分解する反応、すなわち $\text{CH}_3\text{CHO}(\text{気}) = \text{CH}_4(\text{気}) + \text{CO}(\text{気}) + Q(\text{kJ})$ を例にとる。



この問題では反応物アセチレン（気）の燃焼熱と生成物ベンゼン（液）の燃焼熱が与えられているので、用いるのは (iii) の式である。求める反応熱 Q は

$$Q = 1300 \times 3 - 3268 = 632 \text{ kJ}$$

となる。

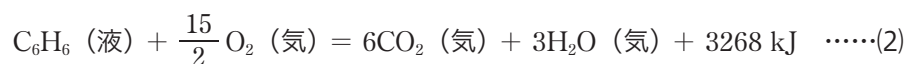
別解

(iii) の式を知らなくても、アセチレン（気）の燃焼熱に関する熱化学方程式とベンゼン（液）の燃焼熱に関する熱化学方程式を連立させて解けば答えは出せる。

アセチレン（気）の燃焼熱に関する熱化学方程式は



ベンゼン（液）の燃焼熱に関する熱化学方程式は



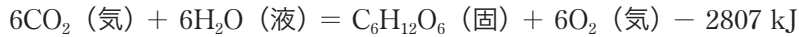
$$(1) \times 3 - (2) \text{より, } Q = 1300 \times 3 - 3268 = 632 \text{ kJ}$$

問2 2 正解は③

難易度 ★★★★★

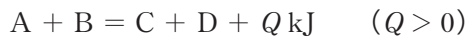
解説

- ① 正 光合成は植物が光のエネルギーを利用して二酸化炭素と水から酸素とグルコースをつくる反応である。この反応の熱化学方程式は次のようになる。

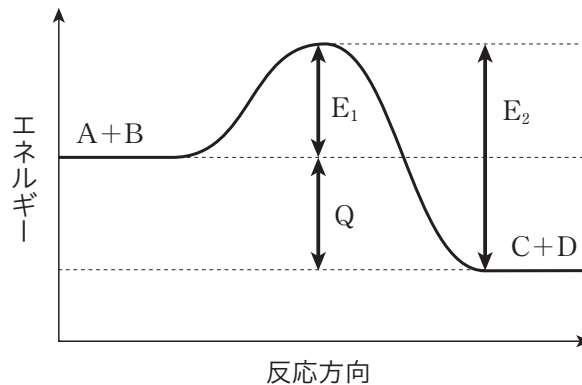


- ② 正 化学電池は物質のもつ化学的エネルギーを化学反応によって直流の電気エネルギーに変換する装置のことである。アルカリ電池やマンガン電池などの一次電池のほかに、鉛蓄電池のような二次電池も存在する。

- ③ 誤 発熱反応の熱化学方程式を記述すると次のようになる。



正反応の活性化エネルギーを $E_1 (> 0)$ 、逆反応の活性化エネルギーを $E_2 (> 0)$ とすると、この反応におけるエネルギー状態図は図のようになる。



図より $E_1 < E_2$ となり、正反応の活性化エネルギーより逆反応の活性化エネルギーのほうが大きい。

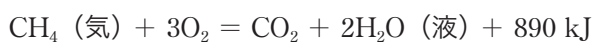
- ④ 正 (反応熱) = (生成物の生成熱の和) - (反応物の生成熱の和) という式を考えると、吸熱反応では反応熱 < 0 より、反応物の生成熱の総和は、生成物の生成熱の総和よりも大きくなる。
- ⑤ 正 反応の際に発生するエネルギーは光エネルギーという形で放出されることがある。この例として挙げられるのが燃焼の炎や蛍の発光である。

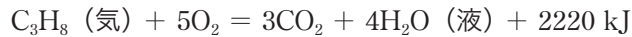
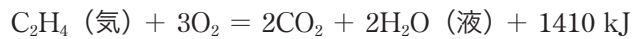
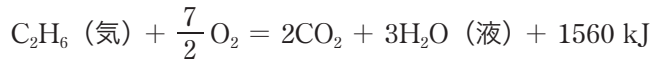
問3 3 正解は⑥

難易度 ★★★★★

解説

メタン CH_4 、エタン C_2H_6 、エチレン C_2H_4 、プロパン C_3H_8 を完全燃焼させた際のそれぞれの熱化学方程式を書き下す。





同じ熱量を発生するように完全燃焼させたときに発生する二酸化炭素の物質量の大小を考える。いま、10000 kJ 発生させるとする。

メタンの完全燃焼では、二酸化炭素は $1 \times 10000 \div 890 = 11.2359\cdots$ mol 発生する。

エタンの完全燃焼では、二酸化炭素は $2 \times 10000 \div 1560 = 12.8205\cdots$ mol 発生する。

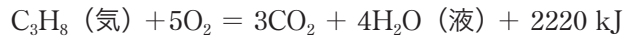
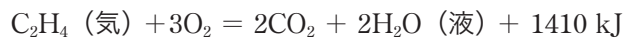
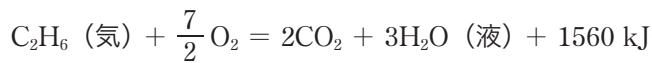
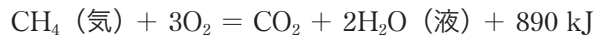
エチレンの完全燃焼では、二酸化炭素は $2 \times 10000 \div 1410 = 14.1843\cdots$ mol 発生する。

プロパンの完全燃焼では、二酸化炭素は $3 \times 10000 \div 2220 = 13.5135\cdots$ mol 発生する。

よって発生する二酸化炭素の物質量の多い順に、エチレン、プロパン、エタン、メタン、すなわち、**ウ > エ > イ > ア**となる。

別解

メタン CH_4 、エタン C_2H_6 、エチレン C_2H_4 、プロパン C_3H_8 を完全燃焼させた際のそれぞれの熱化学方程式を書き下す。



それぞれの反応において CO_2 を 1 mol 発生させる時に発生する熱量は 890, 780, 705, 740 kJ である。 CO_2 を生成する時に発生する熱量が小さいほど、同熱量で発生する CO_2 の mol 数は多くなるので、多い順に**ウ > エ > イ > ア**となる。

問 4 4 正解は②

難易度 ★★★★★☆

解説

塩酸は強酸であるため電離度は 1 であり、水中ですべての分子が H^+ と Cl^- に電離していると考えてよい。酢酸も H^+ と CH_3COO^- に水中で電離するが、酢酸の電離度は塩酸に比べて十分に小さいので、塩酸と酢酸の混合溶液における水素イオン濃度に対する酢酸の寄与は無視できると仮定する。混合後の塩酸の濃度は $0.020 \div 2 = 0.010 \text{ mol/L}$ 。塩酸の電離度は 1 より混合溶液中の水素イオン濃度は 0.010 mol/L とみなせる。酢酸の電離定数 K は次のように表すことができる。

$$K = \frac{[\text{H}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

いま求めたいのは酢酸イオン濃度 $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ であるから, $[\text{CH}_3\text{COOH}]$ がわかればよい。

酢酸は $0.016 \text{ mol/L} \times 5.0 \times 10^{-2} \text{ L} = 8.0 \times 10^{-4} \text{ mol}$ あるので, 100 mL の混合溶液中では, $[\text{CH}_3\text{COOH}] + [\text{CH}_3\text{COO}^-] = 8.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ となる。酢酸の電離度は十分小さいので $[\text{CH}_3\text{COOH}] \gg [\text{CH}_3\text{COO}^-]$ である。よって $[\text{CH}_3\text{COOH}] \doteq 8.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ と近似できるので, 混合溶液中の酢酸イオン濃度は

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = \frac{K[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{H}^+]} = \frac{2.5 \times 10^{-5} \times 8.0 \times 10^{-3}}{0.010} = 2.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

となる。このとき, 確かに CH_3COOH の電離により生じた H^+ の物質質量 ($2.0 \times 10^{-6} \text{ mol}$) は, HCl の電離により生じた H^+ ($1.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$) に比べて十分に小さく, 無視できることがわかる。

問 5 5 正解は④

難易度 ★★★☆☆

解説

結果Ⅱのグラフを見ると X が 0.4 mol 減ったときに Y または Z は 0.2 mol 増えている。よって Y を 1 mol 増やすためには X を 2 mol 消費する必要がある。これにより $a : b = 2 : 1$ であるとわかる。

結果Ⅰと結果Ⅱを比べると, 平衡状態における Y の物質質量が結果Ⅱのほうが多い。言い換えると, 結果Ⅱのほうが X の減少量が多い。 $T_1 < T_2$ より, 温度を上げると平衡が正反応の方向に移動して Y の物質質量が増える。ルシャトリエの原理より, 平衡状態に条件の変化を加えると, その変化を緩和する方向に平衡は移動する。温度を上げてその変化を緩和する (吸熱する) 方向が Y の増加の方向であるので, 正反応は吸熱反応であるとわかる。吸熱反応なので Q の符号は負である。

問 6 6 正解は②

難易度 ★★★☆☆

解説

過マンガン酸カリウムが $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ とはたらくとき, 過マンガン酸カリウムは 5 価の酸化剤である。また, 二クロム酸カリウムが $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ とはたらくとき, 二クロム酸カリウムは 6 価の酸化剤である。等しい量の A を酸化するのに必要な電子の物質質量はどちらの酸化剤を用いても同じなので, それぞれの電子の物質質量について, 下式が成り立つ。

$$0.020 \times 5 \times \frac{x}{1000} \text{ mol} = 0.010 \times 6 \times \frac{y}{1000} \text{ mol}$$

よって $\frac{x}{y} = 0.60$ となる。

(制作: 田中佑磨, 小林新九郎)

2016年度 センター試験 本試験 化学

第3問 無機化学

出題範囲	水素 / 金属元素 / アンモニアソーダ法, 融解塩電解 / 周期表 / 元素分析 / ミョウバン
難易度	★★★★☆
所要時間	13分
傾向と対策	第3問では前年(2015年)と同様, 無機化学の分野から出題された。無機化学の分野は, 各化学物質の性質を正確にもれなく覚えることが重要である。そのためには教科書などを用いて知識の整理を行うことが一番の対策となる。イオン分析の問題は金属イオンの性質の正確な理解に基づいており, やや難易度が高いだろう。ミョウバンに関する計算問題も見慣れないもので, 全体としての難易度はやや高めと考えられる。

問1 1 正解は⑤

難易度 ★★★★★

解説

- ① 正 水素は水にほとんど溶けない。水上置換で捕集されるのはこのためである。
- ② 正 水素は, 高温では酸化物から酸素を奪うはたらきが強く, 還元剤として利用される。
$$\text{CuO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O} \text{ (酸化銅の還元)}$$
- ③ 正 アンモニアの工業的製法はハーバー・ボッシュ法と呼ばれ, 窒素と水素の体積比1:3の混合気体を, 四酸化三鉄(Fe_3O_4)を主成分とする触媒を用いて, 高温・高圧下で直接反応させて得られる。
$$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3 \text{ (Fe}_3\text{O}_4 \text{ 触媒)}$$
- ④ 正 酸素と水素の混合気体に点火すると, 爆発的に反応して青色の炎を上げて燃焼し, 多量の熱を放出する。
$$2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} \text{ (気)} + 484 \text{ kJ}$$
- ⑤ 誤 両性酸化物である酸化亜鉛に塩酸を加えると次のように反応する。
$$\text{ZnO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$$

よって水素は発生せず, 水が発生する。なお, 亜鉛Znに塩酸を反応させると水素が発生する。
- ⑥ 正 外部から水素と酸素を供給し, それらを酸化還元反応させることにより電力を取り出す装置を燃料電池という。比較的発電効率が高いことが知られている。正極, 負極での反応は次のようになる。
正極: $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 4\text{H}^+ \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
負極: $\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$

したがって正解は⑤。

問2 2 正解は⑤

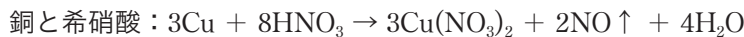
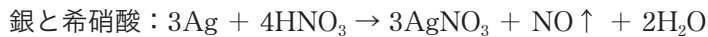
難易度 ★★☆☆☆

解説

① 正 カリウムは1族のアルカリ金属元素である。密度が小さくやわらかいのでナイフで切ることができる。なお、アルカリ金属は非常に酸化されやすいため、その単体は天然には存在しない。水に酸化されてしまうほどであり、単体は石油中で保存される。

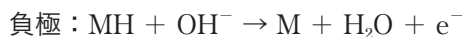
② 正 銀と銅は酸化力のある酸（硝酸，熱濃硫酸など）と反応する。

(例)



③ 正 鉄に濃硝酸を加えると、表面に安定で緻密な酸化被膜が生じて内部を保護するため、反応性を失ってしまい溶けない。この状態を不動態といい、アルミニウム，鉄，ニッケルなどの金属に濃硝酸を加えると不動態を形成する。

④ 正 ニッケル-水素電池は負極を水素吸蔵合金，正極を $\text{NiO}(\text{OH})$ とした電池である。放電時に正極，負極で起こる反応はそれぞれ次のようになる。



⑤ 誤 亜鉛は鉄よりイオン化傾向が大きい。トタンは鉄の表面を亜鉛で覆った金属である。トタンの表面を覆う Zn メッキに傷がついて鉄が露出し，この部分に水がたまりさらに空気中の二酸化炭素が溶け込むと，イオン化傾向が $\text{Zn} > \text{Fe}$ であるため亜鉛のほうが反応してイオン化する。表面に亜鉛が残っている間は，鉄の溶けにくい状態が続く。このため，鉄が錆びるのを防ぐことができる。雨に濡れることを考えて，屋根板にトタンが用いられることもある。

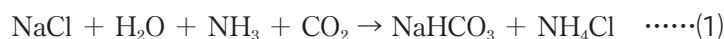
問3 3 正解は② 4 正解は③ 5 正解は②

難易度 ★★★★★

解説

a

塩化ナトリウムから炭酸ナトリウムを生成する方法には2通りある。1つはアンモニアソーダ法と呼ばれる方法である。



(1)式は塩化ナトリウム水溶液にアンモニアと二酸化炭素を通じると炭酸水素ナトリウムと塩化アンモニウムが生じるという反応である。炭酸水素ナトリウムは水に溶けづらいので沈殿として得ることができる。よって問題の

図の化合物 A は炭酸水素ナトリウム NaHCO_3 である。

(2)式は炭酸水素ナトリウムを熱分解して炭酸ナトリウムを得る反応である。よって 4 に当てはまるのは③の「加熱する。」である。

塩化ナトリウムから 1 つの反応で炭酸ナトリウムを得るには、二酸化炭素によって塩化水素を遊離させるという反応を起こさなければならないが、強酸遊離反応は起こり得ないので、炭酸水素ナトリウムを経由した反応を用いているのである。

次に、2 つ目の炭酸ナトリウムの製法について考える。塩化ナトリウムからナトリウムを得て、そのナトリウムを水と反応させて水酸化ナトリウムにし、この水酸化ナトリウムを二酸化炭素と反応させて炭酸ナトリウムを生成するという方法である。

塩化ナトリウムからナトリウム単体を得るにはナトリウム塩を融解させた状態で電気分解する融解塩電解という方法を用いる。塩化ナトリウムを水溶液にした状態で電気分解すると、ナトリウムのイオン化傾向は水素よりも大きいので、陰極で電子を供給されて単体となるのはナトリウムではなく水素になってしまう。よって水に溶かさないうまま電気分解をする必要があり、ここで採られるのが塩化ナトリウムそのものを液体にして電気分解する融解塩電解という方法である。塩化ナトリウムの融解塩では陽イオンはナトリウムイオンしかないので、陰極で電子を受け取るのはナトリウムとなり、陰極にナトリウムが析出する。よって、3 に当てはまるのは②の「高温で融解して電気分解する。」である。

b

反応(2)より 2 mol の炭酸水素ナトリウム NaHCO_3 から 1 mol の炭酸ナトリウムが得られる。炭酸水素ナトリウムの式量は 84、炭酸ナトリウムの式量は 106 より 10 kg の化合物 A すなわち炭酸水素ナトリウムから得られる炭酸ナトリウムの質量は

$$10 \text{ kg} \times \frac{106}{84 \times 2} = 6.309\cdots \approx 6.3 \text{ kg}$$

である。したがって正解は②。

問 4 6 正解は③

難易度 ★★★☆☆

解説

以下に 1～20 番元素および 17 族を載せた周期表を書く。これくらいは覚えておくべきである。

族 \ 周期	1	2	3～12	13	14	15	16	17	18
1	H								He
2	Li	Be		B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg		Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca						Br	
5								I	

黄色で塗りつぶされた部分は金属元素

- ① 正 アに当てはまるのはホウ素 B で、これは非金属元素である。エに当てはまるのはアルミニウム Al で、これは金属元素である。
- ② 正 イに当てはまる元素は炭素 C、オに当てはまる元素はケイ素 Si で、ともに非金属元素である。ケイ素の単体は各ケイ素原子の 4 個の価電子がすべて共有結合に使われ、正四面体の立体網目構造をつくっている。一方、炭素の単体にはさまざまな構造が存在するが、そのうちダイヤモンドはケイ素とほとんど同じ正四面体の立体網目構造をとる。ほかに、各炭素原子の 3 個の価電子が共有結合に使われ正六角形の平面網目構造をとる黒鉛や球状構造をとるフラーレン、筒状構造をとるカーボンナノチューブなどがある。これらの単体はすべて炭素の同素体と呼ばれる。
- ③ 誤 ウに当てはまる元素はマグネシウム Mg で、マグネシウムの硫酸塩は水に可溶である。一方、ケに当てはまる元素はカルシウム Ca で、カルシウムの硫酸塩は水に難溶である。硫酸カルシウムは天然には二水合物 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (セッコウ) として産出する。2 族のアルカリ土類金属イオン (Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+}) の硫酸塩は水に難溶である。
- ④ 正 カに当てはまる元素はリン P である。リン酸の酸化物は十酸化四リン P_4O_{10} であり、これを水と反応させると 3 価の酸であるリン酸が生じる。



リン酸水溶液は中程度の酸性を示す。ちなみに、十酸化四リンは潮解性がある。

キに当てはまる元素は硫黄 S である。硫黄の酸化物は二酸化硫黄 SO_2 であり、これを水と反応させると 2 価の酸である亜硫酸が生じる。



そのため水溶液は中程度の酸性を示す。

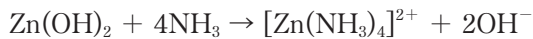
- ⑤ 正 ク, コ, サに当てはまる元素はそれぞれ塩素 Cl, 臭素 Br, ヨウ素 I である。これらの元素の陰イオンと銀(I)イオンから構成される塩は水に難溶である。塩化銀 AgCl は白色固体, 臭化銀 AgBr は淡黄色固体, ヨウ化銀 AgI は黄色固体である。ちなみにフッ化銀 AgF は, 水に溶けやすい。

問 5 7 正解は③

難易度 ★★★★★

解説

- ① 正 操作 a を行った後, 金属イオンを 2 種類ずつに分けることができている。アンモニア水を少量加えただけでは Al^{3+} , Fe^{3+} , Zn^{2+} がそれぞれ水酸化アルミニウム, 水酸化鉄(III), 水酸化亜鉛を形成して沈殿するので, ろ過により 2 種類ずつの金属イオンに分けることができない。そこで過剰にアンモニア水を加えると, 水酸化亜鉛は次のように錯イオン, テトラアンミン亜鉛(II)イオンを形成するので沈殿は溶ける。



これに対して水酸化アルミニウムと水酸化鉄(III)はアンモニア水を過剰に加えても水に溶けないままなので亜鉛イオンとバリウムイオン, アルミニウムイオンと鉄(III)イオンに分けることができる。よって操作 a でアンモニア水を過剰に加える必要があった。

ちなみに, アンモニア水を過剰に加えると錯イオンを形成して水に溶ける金属にはほかにニッケル, 銅, 銀などがある。

- ② 正 操作 a を施した沈殿には水酸化アルミニウムと水酸化鉄(III)が含まれている。水酸化アルミニウムに過剰の水酸化ナトリウム水溶液を加えると, 次のように錯イオンのテトラヒドロキシアルミン酸イオンを生じて沈殿は水に溶ける。



一方, 水酸化鉄(III)に過剰の水酸化ナトリウム水溶液を加えても沈殿は溶けないので, 2 つの金属イオンを分離することが可能になる。よって操作 b では水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加える必要があった。

ちなみに, 両性金属はみな水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加えると錯イオンを形成して水に溶ける。両性金属はアルミニウムの他に, 亜鉛, スズ, 鉛などがある。

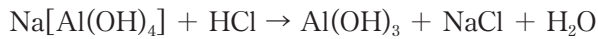
- ③ 誤 操作 c を施す溶液にはバリウムイオンと亜鉛イオンが含まれている。操作 c で操作前に液性を酸性にすると硫化水素を通じても ZnS の白色沈殿が生じなくなり, バリウムイオンから分離することができなくなるので不適である。 ZnS は中性・アルカリ性下でしか沈殿を生成しない。ほかにも FeS , MnS , NiS は中性・アルカリ性下でしか沈殿を生成しない。これは, 硫化水素の電離平衡 $\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{S}^{2-}$ は, 溶液を酸性にすると H^+ の増加により平衡が左に移動し, 硫化物イオンの濃度が小さくなるためである。
- ④ 正 ②より沈殿アは水酸化鉄(III)である。鉄(III)イオンにヘキサシアノ鉄(II)酸カリウム $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ を加えると濃青色沈殿(紺青, ベルリン青)が生じる。

参考 鉄イオンの反応

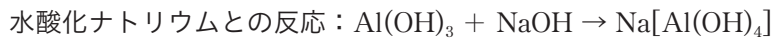
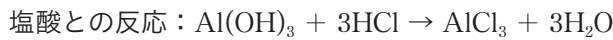
鉄イオンは価数と試薬の違いによって次のような反応を示す。

	$K_3[Fe(CN)_6]$	$K_4[Fe(CN)_6]$	KSCN
Fe^{3+}	———	濃青色沈殿	血赤色に変色
Fe^{2+}	濃青色沈殿	———	———

- ⑤ 正 ②よりろ液イには $[Al(OH)_4]^-$ が含まれている。ここに塩酸を加えるとアルミニウムイオンがヒドロキシ基を失い、水酸化アルミニウムに戻り沈殿する。

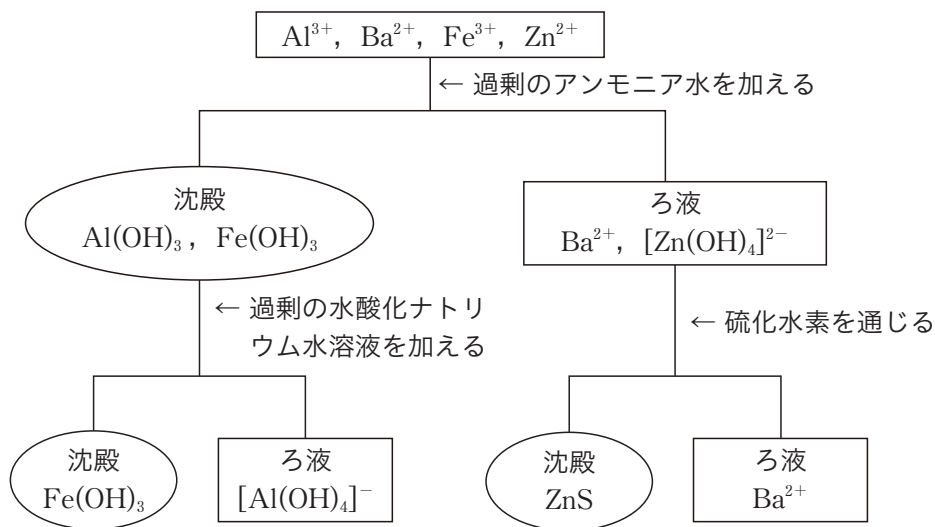


水酸化アルミニウムは両性水酸化物であり、酸とも強塩基とも反応して沈殿は溶解する。



- ⑥ 正 沈殿ウは硫化亜鉛 ZnS の白色沈殿である。

この一連の元素分析を図にまとめると次のようになる。



問6 8 正解は⑤

難易度 ★★★★★☆

解説

鉄ミヨウバン $FeK(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ 1 mol には硫酸イオンが 2 mol 含まれる。沈殿した硫酸バリウムは

$$\frac{4.66 \text{ g}}{233 \text{ g/mol}} = 0.0200 \text{ mol}$$

より、鉄ミヨウバンには 0.0200 mol の硫酸イオンが含まれることになる。

したがって鉄ミヨウバンの物質量は 0.0100 mol であり、最初の固体には鉄ミヨウバンが

$$0.0100 \times (287 + 18 \times 12) = 5.03 \text{ g}$$

含まれていたことになる。よって鉄ミョウバンの純度は、

$$\frac{5.03}{5.40} \times 100 = 93.148\cdots \approx 93 \%$$

となる。したがって正解は⑤。

(制作：田中佑磨，小林新九郎)

2016年度 センター試験 本試験 化学

第4問 低分子の有機化合物の性質

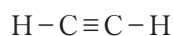
出題範囲	炭化水素 / フェノールの反応 / 油脂 / 幾何異性体 / アセチレン
難易度	★★★★☆☆
所要時間	10分
傾向と対策	第4問では、前年(2015年)に引き続き高分子以外の有機化学の分野の内容が出題された。若干解きにくい問題もあったが、どの問題も従来出題されてきたような問題ばかりなので、過去問などで対策を積んできた受験生にとっては解きやすかったと思われる。問題数も5問と少なくなっているの素早く全問正解できるようにしておきたい。問1で有機化合物の構造について問われたが、構造に関する知識は抜け落ちていることが多いので見直しが必要となるだろう。

問1 1 正解は⑤

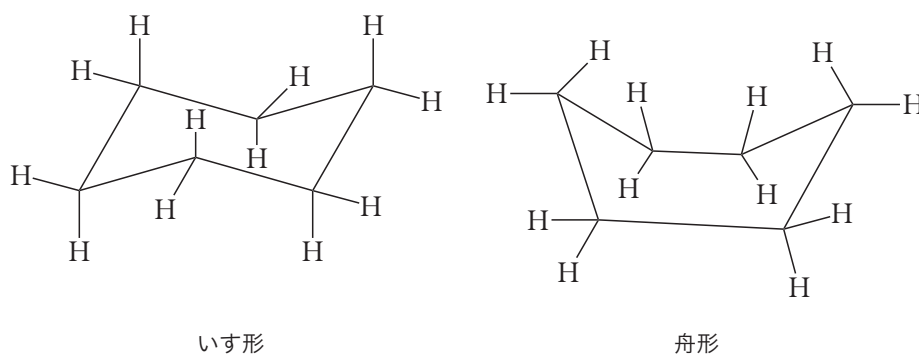
難易度 ★★★★★☆☆

解説

- ① 正 炭素原子間の距離の長さは、アルカン > ベンゼン > アルケン > アルキンである。結合次数が大きいほど結合間距離は短くなる。ベンゼンの炭素原子間の結合は、単結合と二重結合、中間くらいの結合である。
- ② 正 エタンの構造式は次のようになる。エタンの炭素原子間の結合は単結合である。単結合は、その結合を軸として回転させることが可能である。
- ③ 正 エチレンの炭素間結合は二重結合である。二重結合は、その結合を軸として両側の原子団を回転することはできない。ちなみに、二重結合している炭素と、その隣の原子は同一平面上にある。
- ④ 正 アセチレンの炭素間結合は三重結合である。三重結合の構造は直線構造である。



- ⑤ 誤 シクロヘキサンの炭素間結合はすべて単結合であるため、すべての炭素原子が同一平面上にあることはない。図のような2通りの立体構造をとり、左側の構造をいす形、右側の構造を舟形という。

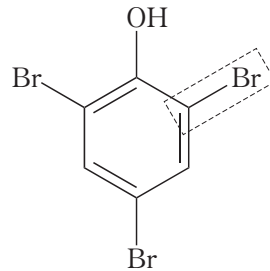


問2 2 正解は②

難易度 ★★★★★

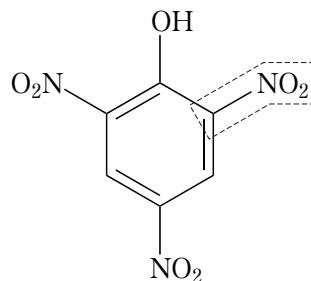
解説

- ① 正 フェノールはベンゼンより置換反応が起きやすく、フェノールに臭素水を加えるとただちに2,4,6-トリブロモフェノールの白色沈殿が生じる。この反応はフェノールを検出する方法の1つである。なお、フェノール「類」を検出する、塩化鉄(III)を用いた呈色反応と混合しないよう注意。2,4,6-トリブロモフェノールはC-Br結合をもつ。



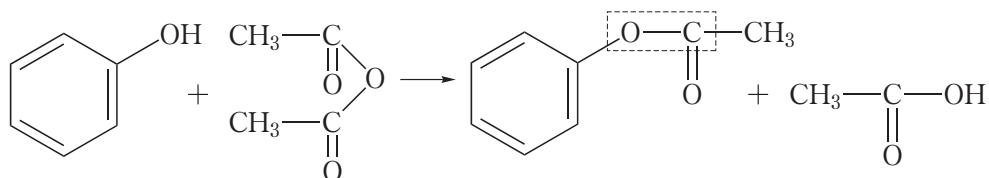
2,4,6-トリブロモフェノール

- ② 誤 フェノールに濃硝酸と濃硫酸の混合物である混酸を加えて反応させると、2,4,6-トリニトロフェノール(ピクリン酸)が生成する。ピクリン酸は黄色の結晶で、熱や衝撃により爆発する恐れがあり、爆薬に用いられた。この反応はベンゼン環の*o*、*p*-位をニトロ化する反応であり、のC-H結合をC-NO₂に変える反応であり、選択肢にあるようなベンゼンをスルホン化する反応ではない。

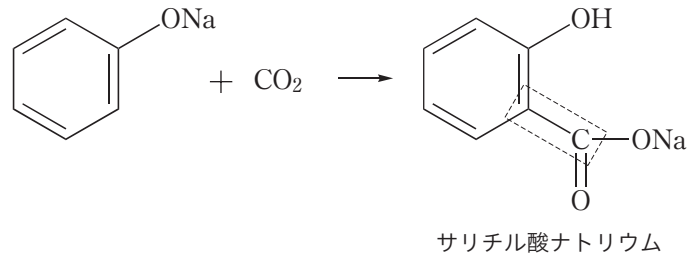


ピクリン酸

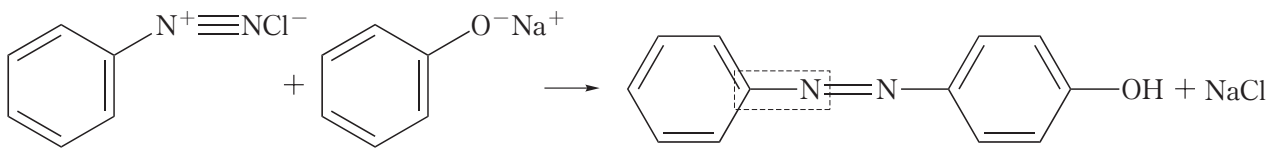
- ③ 正 フェノールに無水酢酸を作用させると、アセチル化されてエステル結合ができ、酢酸フェニルを生成する。酢酸フェニルはC-O結合をもつ。



- ④ 正 ナトリウムフェノキシドに二酸化炭素を高温・高圧のもとで加えるとサリチル酸ナトリウムが生じる。サリチル酸ナトリウムに希硫酸などの強酸性の水溶液を加えると、弱酸のサリチル酸が遊離する。



- ⑤ 正 ナトリウムフェノキシドの水溶液を冷却した塩化ベンゼンジアゾニウムの水溶液に加えると、^{とうせきしよく}橙赤色の *p*-ヒドロキシアゾベンゼン (*p*-フェニルアゾフェノール) が生成する。ジアゾニウム塩がフェノールや芳香族アミンと反応してアゾ化合物を生成する反応をカップリングという。



問3 3 正解は④

難易度 ★★★★★☆

解説

0°C, 1.013×10^5 Pa (標準状態) で 1 mol の気体の体積は 22.4 L である。よって反応に用いられた水素の物質量は

$$6.72 \div 22.4 = 3.00 \times 10^{-1} \text{ mol}$$

である。問題の油脂の不飽和脂肪酸部分は RCOOH の一種類からなるので、RCOOH 1 個あたりに消費される水素は、油脂 A1 個あたりに消費される水素の 3 分の 1 の量である。水素付加した油脂は 5.00×10^{-2} mol より、油脂 A 1 mol に必要な水素は $\frac{3.00 \times 10^{-1}}{5.00 \times 10^{-2}} = 6.00 \text{ mol}$ である。したがって、RCOOH 1 mol を飽和脂肪酸にするのに必要な水素は、

$$6.00 \times \frac{1}{3} = 2.00 \text{ mol}$$

である。

C=C 結合 1 つにつき水素が 1 個付加するから、RCOOH の C=C 結合の数は 2 であり、示性式は $C_{n-1}H_{2n-5}COOH$ である。炭素数 16 のとき示性式は $C_{15}H_{27}COOH$ 、炭素数 18 のとき示性式は $C_{17}H_{31}COOH$ である。よって正解は④である。

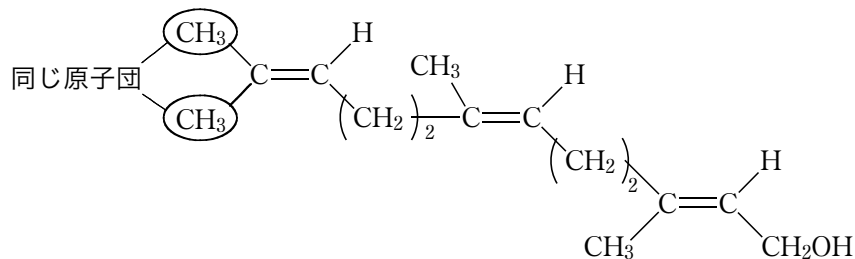
参考	油脂に出てくる高級脂肪酸	C = C 結合の数
	パルミチン酸 $C_{15}H_{31}COOH$	0
	パルミトレイン酸 $C_{15}H_{29}COOH$	1
	ステアリン酸 $C_{17}H_{35}COOH$	0
	オレイン酸 $C_{17}H_{33}COOH$	1
	リノール酸 $C_{17}H_{31}COOH$	2
	リノレン酸 $C_{17}H_{29}COOH$	3

問 4 4 正解は④

難易度 ★★☆☆☆

解説

炭素間の二重結合により幾何異性体が生じるのは、二重結合を構成する炭素の両方において単結合する 2 つの原子団が異なるときである。問題の化合物は二重結合を 3 つもつが、一番左の二重結合では片方の炭素原子に結合している 2 つの原子団が同じ（メチル基）であるので、そこから幾何異性体は生じない。他の 2 つの二重結合に関しては、二重結合を構成する炭素原子に結合する原子団が異なっているので幾何異性体を生じる。問題の化合物は化合物内に対称面をもたず、それぞれの二重結合につきシス、トランスの立体配置が考えられるので（シス-シス）、（シス-トランス）、（トランス-シス）、（トランス-トランス）の 4 種類の幾何異性体が存在する。よって答えは④である。

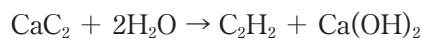


問 5 5 正解は①

難易度 ★★★★★

解説

炭化カルシウム CaC_2 はカルシウムカーバイドと呼ばれ、これに水を加えると、以下の反応式のようにアセチレンが生成する。



アルキンであるアセチレンには臭素が付加するので臭素水の臭素が消費され、臭素水の色が消える。よって試験管 A では臭素水の色は消失し、試験管 B では臭素と反応せずに残った気体のアセチレンが水上置換によって捕

集される。以上より答えは①である。

実際にこの問題では、水が 0.20 mol で炭化カルシウムが 0.010 mol 用いられていることからアセチレンが 0.010 mol 生成する。これに対し試験管 A に含まれている臭素の物質量は、

$$0.010 \text{ mol/L} \times 0.010 \text{ L} = 1.0 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

であり、アセチレンが過剰にあるので臭素がすべて消費され、臭素と反応しなかったアセチレンが捕集される。

(制作：田中佑磨，小林新九郎)

2016年度 センター試験 本試験 化学

第5問 合成高分子の性質と糖類

出題範囲	高分子化合物 / 糖類
難易度	★★★☆☆
所要時間	2分
傾向と対策	前年（2015年）度は、第5問の合成高分子化合物に関する設問と、第6問の天然有機化合物に関する設問のどちらかを選択する形式であったが、2016年度は第5問が必答で、合成高分子化合物の第6問か天然有機化合物の第7問を選択する形式となった。つまり、合成高分子化合物と天然有機化合物の両方を学習しておく必要がある。問1は、合成繊維、機能性高分子、天然ゴムなどに対する細かい知識が出題され、難しかった。問2は、糖類に関する基本的な問題である。教科書に載っている高分子化合物をしっかりと整理して、知識をもれなく身につけたい。

問1 正解は③

難易度 ★★★☆☆

解説

- ① 正 例え、乳酸をエステル結合によって重合させてできるポリ乳酸は、環境中の水分により加水分解を受け、微生物によって最終的には二酸化炭素と水にまで分解される。この性質を生分解性という。
- ② 正 イオン交換樹脂は、主にスチレンと少量の *p*-ジビニルベンゼンを共重合させたものを母体としてそのベンゼン環の水素原子を酸性基や塩基性基で置換した構造をもつ。塩基性基の $-N^+R_3OH^-$ (Rはアルキル基であり R_3 は窒素原子にアルキル基が3つ結合していることを表す) で置換したものを陰イオン交換樹脂といい、水酸化物イオン OH^- がその他の陰イオン X^- と取り替わることで陰イオンを交換する。使用後の陰イオン交換樹脂は塩基性基が $-N^+R_3X^-$ となっている。そこで、強塩基の水溶液で処理すると、 X^- が OH^- に交換されるため、再び使用することができるようになる。酸性基であるスルホ基 ($-SO_3^-H^+$) で置換したものは陽イオン交換樹脂であり、水素イオン H^+ がその他の陽イオン M^+ と取り替わることでイオンを交換する。使用後の陽イオン交換樹脂は酸性基が $-SO_3^-M^+$ となっている。そこで、強酸の水溶液で処理すると、 M^+ が H^+ に交換されるため、再び使用することができるようになる。
- ③ 誤 生ゴムに硫黄を加えて加熱すると、生ゴムの分子鎖の一部を硫黄が結合させ (架橋と呼ばれる)、網目状の構造となるため、弾性が大きくなる。この反応を加硫という。通常のゴムを製造する際には、加える硫黄の割合は数パーセントである。しかし、硫黄を過剰に (30 ~ 40 %) 加えると、逆に弾性が小さく硬くなる。このようなゴムはエポナイトと呼ばれ、ボウリングの球などに使われている。
- ④ 正 テレフタル酸とエチレングリコールを縮合重合させると、ポリエチレンテレフタレート (PET) が得ら

れる。エステル結合 ($-\text{COO}-$) により重合するため、ポリエステル系合成繊維と呼ばれる。耐熱性や強度に優れ、吸湿性が非常に小さいといった特性から、飲料容器 (ペットボトル) や衣類などに用いられる。

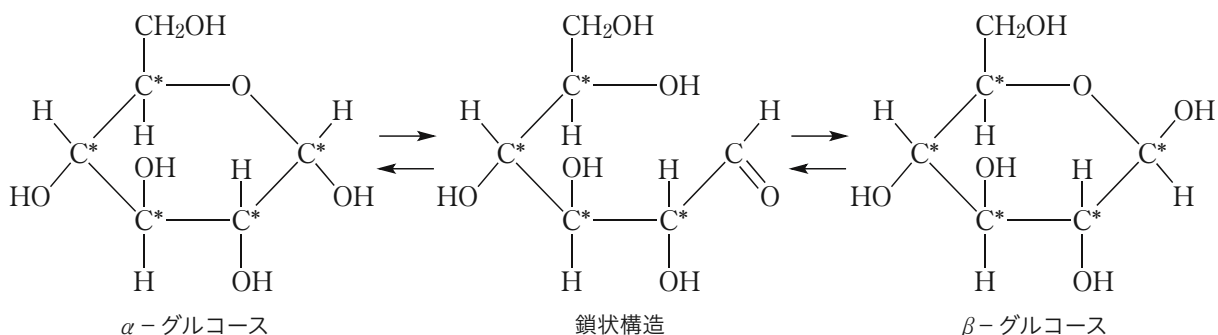
- ⑤ 正 アクリル酸ナトリウム $\text{CH}_2=\text{CHCOONa}$ というカルボン酸のナトリウム塩を付加重合させると、網目状の高分子が得られる。これをポリアクリル酸ナトリウムといい、網目構造の中に多数の水分子を取り込むことができ、親水性であるカルボキシ基を多く含むため高い吸水性をもち、吸水性ポリマーと呼ばれる。紙おむつや保冷剤などに用いられる。

問2 2 正解は①

難易度 ★★☆☆☆

解説

- ① 誤 2分子の単糖類が脱水縮合 (グリコシド結合) して二糖類になる際には、水が1分子とれるため、二糖の分子式は、 $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ となる。(反応式 $2\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O}$)
- ② 正 スクロースは、グルコースとフルクトースからなる二糖である。スクロースを加水分解してできる、グルコースとフルクトースの1:1混合物を転化糖という。単糖類は、すべて還元性を示す。二糖類も多くが還元性を示すが、スクロースは、グルコースの還元性を示す部分とフルクトースの還元性を示す部分が、ともにグリコシド結合に使われているため、還元性を示さない。
- ③ 正 α -グルコースと β -グルコースは、1位の炭素原子に結合している水素原子とヒドロキシ基の上下が異なるため、互いに立体異性体である。
- ④ 正 グルコースとフルクトースは、どちらも分子式 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ で表される単糖であるが、構造式が異なるので、互いに構造異性体の関係にある。
- ⑤ 正 鎖状グルコースには不斉炭素原子が4個、環状の α -グルコースと β -グルコースにはともに不斉炭素原子が5個存在する (次図参照)。



C* は不斉炭素原子

(制作：安河内巧，小林新九郎)

2016年度 センター試験 本試験 化学

第6問 ゴムと合成高分子の単量体

出題範囲	合成ゴム / アクリル樹脂, ポリアミド系繊維
難易度	★★★★☆☆
所要時間	4分
傾向と対策	第6問は、合成高分子化合物に関する選択問題であった。合成高分子化合物については、旧課程にも内容が含まれており以前から出題されていたが、新課程に移行してからは単純な知識問題だけでなく、やや煩雑な計算問題も出題されるようになった。問1は、合成ゴムの重合比の計算問題である。少々ややこしいが、親切にも単量体の組成式を示してあるため、落ち着いて考えれば立式できるだろう。問2は、合成高分子化合物の単量体を問う問題である。代表的な高分子化合物と単量体はセットで覚えよう。

問1 正解は⑦

難易度 ★★☆☆☆☆

解説

2種類以上の単量体を、同時に（順序は問わず）重合させることを共重合という。アクリロニトリル－ブタジエンゴム（NBR）は、アクリロニトリルとブタジエンを共重合させてできる代表的な合成ゴムであり、耐油性に優れているため、耐油ホースなどに用いられる。

アクリロニトリル C_3H_3N とブタジエン C_4H_6 の物質量の比を $x:y$ とおく。アクリロニトリル1分子あたりには炭素原子Cが3個、窒素原子Nが1個、ブタジエン1分子あたりには炭素原子Cが4個含まれるので、炭素原子と窒素原子の個数比について次の式が成立する。

$$C:N = 3x + 4y : x = 19:1$$

よって上の式より $y = 4x$ であるので、 $x:y = 1:4$ となる。

問2 正解は④ 正解は②

難易度 ★★★★★☆ ★★☆☆☆☆

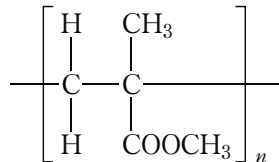
解説

A

単量体中の炭素間二重結合の付加反応によって重合させることを付加重合という。ポリメタクリル酸メチルは、メタクリル酸メチル $CH_2=C(CH_3)COOCH_3$ を付加重合させてできる合成樹脂である。アクリル樹脂とも呼ばれ、透明性・耐衝撃性に優れているため、水族館の水槽などに用いられる。したがって正解は④。

ポリメタクリル酸メチルを知らなくても、その名称から、単量体がメタノールとカルボン酸のエステルであることが推測でき、④か⑤の2択にまで絞り込むことはできる。メタクリル酸はメチルアクリル酸を略したものであり、アクリル酸 ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$) の水素原子1個をメチル基で置換した、③の構造をしている。ちなみに、⑤はアクリル酸とメタノールのエステル、アクリル酸メチルである。メタクリル酸メチルと名称や構造が似ているので、合わせて覚えておくと良いだろう。

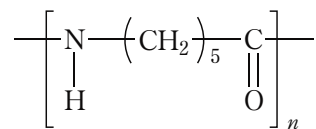
ポリメタクリル酸メチルは下図のような構造をしている。



B

環状化合物の開環によって化合物の端同士を結合させ、重合させることを開環重合という。ナイロン6は、②の ϵ -カプロラクタムを開環重合させてできるポリアミド系合成繊維（アミド結合 $-\text{CO}-\text{NH}-$ により重合する高分子）である。耐摩耗性に優れるため、衣類などに用いられ、木綿に近い肌触りとされる。

この問題も、 ϵ -カプロラクタムの構造式を知らないと難しいが、ナイロン6の「6」が、単量体（繰り返し単位）に6個の炭素原子が含まれることを表すと知っていれば、正解が②だとわかる。ちなみに、ナイロン6は下図のような構造をしている。



（制作：安河内巧，小林新九郎）

2016年度 センター試験 本試験 化学

第7問 アミノ酸とDNA

出題範囲	アミノ酸/DNA
難易度	★★★★☆☆
所要時間	3分
傾向と対策	第7問は、天然有機化合物に関する選択問題であった。新課程に移行してからはじめて加わった分野であり、この分野は覚えることが多く少し大変である。DNAの細かい知識についての問題もあり、前年(2015年)度よりも少し難易度は高かった。問1は、トリペプチドに含まれる窒素の割合の計算問題であった。グリシンの組成式が示してあるため、やさしい。ペプチド結合の際には、水分子が1つ取れることに注意しよう。問2のDNAの構造についての問題は、かなり細かい部分が問われている。しかし、問題文中に「水素結合を形成する」と、丁寧な誘導がなされているため、DNAに関する知識がなくても解けるようになっている。

問1 正解は⑤

難易度 ★★☆☆☆☆

解説

グリシン $C_2H_5NO_2$ の分子量は 75、水 H_2O の分子量は 18 である。グリシン 3 分子からなる鎖状のトリペプチドの分子量は、2 分子の水がとれて結合するので、

$$75 \times 3 - 18 \times 2 = 189$$

となる。このトリペプチド 1 分子中には、3 個の窒素原子が含まれているので、求める質量パーセントは、

$$\frac{14 \text{ g/mol} \times 3}{189 \text{ g/mol}} \times 100 = 22.2\cdots \approx 22\%$$

となる。したがって正解は⑤。

問2 正解は③

難易度 ★★★★★☆

解説

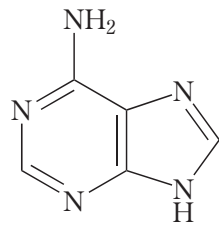
DNA はらせん状の 2 本のポリヌクレオチドが、塩基の部分で水素結合することにより形成された二重らせん構造をもつ。DNA を構成する塩基には、アデニン (A)、チミン (T)、グアニン (G)、シトシン (C) があり、アデニンはチミンとの間で 2 か所で水素結合を形成し、グアニンはシトシンとの間で 3 か所で水素結合を形成する。右側の塩基はシトシンなので左側の塩基は③のグアニンとなる。

このような知識がなくても、問題文を読めば右側の塩基と水素結合を形成するようなものを選べばよいことがわ

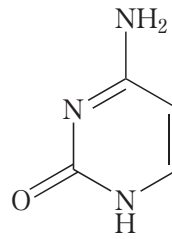
かる。

問題文の図 1 を見ると、右側の塩基の左端は、上から H 原子→N 原子→O 原子となっている。よって、左側の部分 X が、それぞれと水素結合を形成するためには、左側の塩基の右端は、上から F または O または N 原子→H 原子→H 原子とならなければならない。これを満たすものは、③（上から O 原子→H 原子→H 原子）のみである。

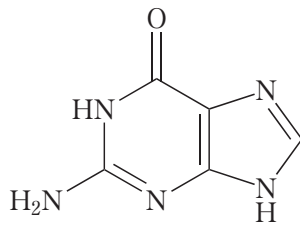
上記の、DNA を構成する 4 つの塩基の構造を以下に示すので参考にしてほしい。



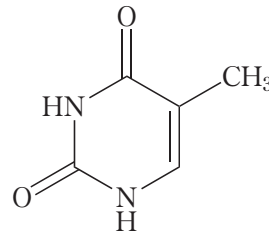
アデニン (A)



シトシン (C)



グアニン (G)



チミン (T)

(制作：安河内巧，小林新九郎)