

平成 29 年度 大学入学共通テスト試行調査 化学【解答】

問題 番号	設問	解答 番号	正解	備考	問題 番号	設問	解答 番号	正解	備考	
第 1 問	1	1	4		第 3 問	1	1	1,2	※3	
	2	2	1			2	2	5		
	3	3	4			3	3	2	※2	
	4	4	3	※1			4	4		
		5	2				5	2		
		6	0			4	6	5	※2	
		7	1				7	3		
第 2 問	1	1	1		第 4 問	1	1	4		
		2	5	※2		2	2	3		
		3	0				3	6		
		4	5				4	1		
		5	9			3	3	5	5	
	2	6	5,6	※3				6	8	※2
		7	4					7	0	
	3	8	5			第 5 問	1	1	3	
※1 は、全部を正しくマークしている場合を正解とする。ただし、第 1 問の解答番号 4 で選択した解答に応じ、解答番号 5～7 を以下の組合せで解答した場合も正解とする。 ・ 解答番号 4 が 1、解答番号 5～7 が順に 3, 0, 1。 ・ 解答番号 4 が 2、解答番号 5～7 が順に 2, 2, 1。 ・ 解答番号 4 が 4、解答番号 5～7 が順に 1, 6, 1。					2		2	4		
					3		3	2		
					4		4	4,6	※4	
					※2 は、全部を正しくマークしている場合のみ正解とする。 ※3 は、過不足なくマークしている場合のみ正解とする。 ※4 は、過不足なくマークしている場合に正解とする。部分点を与えるかは未定。					



平成 29 年度 大学入学共通テスト 試行調査

化学

Foresight 現役東大生の個別学習指導
オンライン家庭教師

■ 出題分析

配点	試験時間	大問数	センターとの難易度比較
100 点	60 分	5 題	同程度
センターとの分量比較			
同程度	設問数と文章量は増加。計算量はやや減少。全体としては同程度。		

<トピックス>

- リード文を読ませる問題の数が大幅に増加し、各リード文の量も今までになく多い。
- 独立したテーマの小問が激減し、中間以上で一貫したテーマを扱う問題が増えた。
- グラフや表を読み取らせる問題が増加した。

■ 全体分析

大学入試センターは新テスト理科で「科学的な探究の過程を重視」することを明記しており、化学でも実験結果などを考察させる問題が複数出題された。そのため、現行センター試験の第 2 問以降と比べても問題設定が大掛かりなものが目立った。結果として、中間以上で一貫したテーマを扱う形式の問題が大幅に増加し、リード文やグラフ・表の数も増加傾向にある。一方で、現行センター試験の第 1 問にみられるような知識を問う独立した小問は激減し、また、計算量もやや減少している。知識問題や典型的な計算問題を減らし、初見の題材を使って科学的な考察を問う意図が明確に示されている。なお、必要な化学の知識の水準は現行センター試験と変化はない。

■ 大問別分析

※ 難易度は 5 段階表示で、フォーサイトの見解によるものです

問題	出題分野・テーマ	センター試験との相違点・コメント	難易度※
1	<理論科学の小問集合> 気体の性質・平衡 熱化学 溶解度	センター試験と同じく理論化学の小問集合となっているが、知識や簡単な計算だけで答えられるものは減っている。実験を示し、そこから結果の読み取りや考察ができるかを問う問題が多い。今までは知識として覚えていた結果を、なぜそうなるのか理解する必要がある。	標準
2	<無機化学> 溶解度積 金属イオンの分離 身の回りの化学	前半は溶解度積の問題で、ここでもグラフの読み取りが求められる。後半は金属イオンを分離していく問題。どちらも、今までは与えられていた情報を、実験の家庭や結果から自分で考える必要がある。身の回りの化学はセンター試験から引き続き出題されている。	やや難
3	<有機化学> 炭素化合物 酸素を含む化合物 芳香族化合物の合成経路	前半は鎖状化合物の変化について問うた基本的な問題で難易度はそれほど高くない。後半の芳香族化合物の合成経路は、リード文の内容を理解し、どのような実験が行われているのか推測しなくてはいけない、やや新しいタイプの問題だった。	やや易
4	<実験> COD 滴定	COD 滴定の実験をテーマにしており、なぜそのような実験方法を取るのかがわからないと難しかったかもしれないが、解ける問題を見つける力も必要だ。誘導にうまくのる必要がある問題だった。このテーマの問題を以前に解	標準



		いたことがあるかによって差がつくことが予想される。	
5	<高分子化合物> 糖 結晶の結合	基本的な知識を問う問題と、知識を使って生成物を予測する問題だった。後者は、センター試験の高分子の分野ではあまり出題されてこなかったが、消去法なども用いれば必要な知識は変わらない。	標準

■ 合格への学習アドバイス

正解に辿り着くのに必要な基本知識は現行のセンター試験とは変わらない。したがって、今までのセンター試験対策同様のインプット学習は相変わらず必須である。しかしながら、新共通テストではそのようなインプット学習だけでは点数に結び付けることが非常に困難で、実験データや計算式の取り扱い、与えられた文章の読解や図の読み取りなどの能力をも求められている。したがって、ただ覚えればいい「知識」と言われていた内容の背景や導出をきちんと理解する必要がある。余力のある人は、比較的難易度の低い私立大学の入試問題や国立大学の二次試験問題を使って共通テスト対策をするとよい。

平成 29 年度 大学入学共通テスト試行調査 化学

第 1 問

出題範囲	原子量・分子量、熱化学、実験の考察と計算
難易度	★★★★☆
所要時間	得意：9 分 ふつう：10 分 苦手：12 分
講評	第 1 問は理論化学からの出題であった。知識だけで答える問題がなくなり、どの問題も計算や思考力を問われるようになった。問 3 は反応の詳細に踏み込んだ平衡の問題であり、どのような経緯で反応が起きているか理解している必要がある。問 4 ではグラフを使って解く問題も出題され、新しい形式であった。全体的に形式の変化が大きく見られたが、落ち着いて解けば難しい知識を必要としない問題が多いので、知識をいかに使うかを重点的に演習していくとよいだろう。

問 1

1 正解は④

難易度 ★★☆☆☆

解説

同温同圧かつ同体積のとき、 $PV=nRT$ より物質質量も等しくなるので、このとき質量と式量は比例する。ネオンの原子量は 20 なので XO_2 の分子量を y とおくと、

$$y = 0.64 \times \frac{20}{0.20} = 64$$

と求められる。 O_2 部分の式量は $16 \times 2 = 32$ なので、 X の原子量は $64 - 32 = 32$ となる。

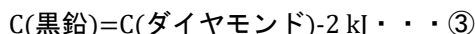
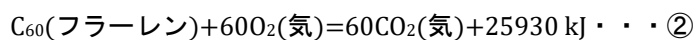
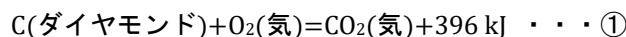
問 2

2 正解は①

難易度 ★★★★★

解説

黒鉛、ダイヤモンド、フラーレンのエネルギーを比較する問題である。一気に 3 つを比較することは難しいので、2 つずつ比較していく。問題文より



① $\times$ 60 - ② より $60C(\text{ダイヤモンド}) = C_{60}(\text{フラーレン}) - 2170 \text{ kJ}$ なのでフラーレンのほうがダイヤモンドよりもエネルギーが高い。また、③ よりダイヤモンドのほうが黒鉛よりもエネルギーが高い。以上より正解は①となる。

問 3

3 正解は④

難易度 ★★★★★

解説

まずは実験に関する情報を確実に読み取ろう。反応中、体積は一定だが温度は変化するので、圧力も変化する。よって温度も圧力も平衡の移動に影響を与える。この実験の場合、結果が与えられており、温度をあげると気体の色が濃くなっている。つまり、赤褐色の NO_2 が増加する側に平衡が移動している。まず、圧力変化の与える影響を考える。温度を上げているので、気体の状態方程式より圧力も大きくなっているはずだ。圧力が上がると分子数が減る方向に平衡が移動するので平衡は右に移動するはずだが、これは結果と反する。よって温度変化による効果が大きく、それにより平衡が左に移動していると考えられる。温度を上げると、ルシャトリエの原理より吸熱反応の方向に平衡が移動するので Q は正であるとわかる。以上をまとめると正解は④となる。

問 4

a 4 正解は③

難易度 ★★☆☆☆

解説

横軸を時間、縦軸を温度として表 1 の値を方眼紙にプロットしていくと、見慣れた冷却曲線が現れる。過冷却後の直線の延長線と過冷却前の直線の交点の温度が求める凝固点である。この解法は基本中の基本なのでわからなかった人は良く復習しよう。プロットするのにやや時間がかかるが、難易度は高くない。

b 5 6 7 正解は②, ⑥, ①

難易度 ★★★★★

解説

シクロヘキサンを溶媒、ナフタレンを溶質とする題意の水溶液の質量モル濃度は

$$\frac{\frac{0.03}{128} \text{ mol}}{\frac{15.8}{1000} \text{ kg}}$$

凝固点降下度は a より $6.52 - 6.22 = 0.3 \text{ K}$ となるので、シクロヘキサンのモル凝固点降下を k とおくと

$$\frac{\frac{0.03}{128}}{\frac{15.8}{1000}} \times k = 0.3$$

$$\therefore k \approx 2.0 \times 10 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$$

(岡本すず菜)

平成 29 年度 大学入学共通テスト試行調査 化学

第 2 問

出題範囲	無機物質の性質と反応
難易度	★★★★☆
所要時間	得意：10 分 ふつう：11 分 苦手：12 分
講評	第 2 問は無機化学からの出題であった。問 1 は、縦軸を金属イオン濃度で横軸を pH とするグラフを読み取る問題であり、問 2 は、フローチャートを追うことで最初の水溶液に含まれていたイオンや、反応によって生じた沈殿を推測する問題であった。どちらの問題も物質の性質や公式を丸暗記するだけでは正答するのが難しい問題であり、問題文をよく読み情報を整理する力が必要であった。問 3 のような問題はセンター試験でも問われていたが、このような問題を確実に正解するためには、資料集などを使って教科書より深い知識を得ることを心がけたい。

問 1

a 正解は①

難易度 ★★☆☆☆

解説

本問では pH が 4 となるときを考えているので、図 1 において pH が 4 の部分を見て、 Cr^{3+} の直線とぶつかるところの金属イオン濃度を読み取ればよい。

b 正解は⑤, ①, ⑤, ⑨

難易度 ★★★★★

解説

問題文を読むと、 Cr^{3+} 分離できたとする条件の一つが「水溶液中の Cr^{3+} 濃度が $1.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ 未満となること」なので、図 1 から求める pH の範囲の下限は、5.0 である。また、もう一つの条件として「 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ が沈殿していないこと」と書かれているので、 Ni^{2+} の初期濃度が $1.0 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$ であることも考慮して、図 1 から求める pH の範囲の上限は 5.9 である。初期濃度の情報を読み飛ばさないように注意したい。

問 2

a 正解は⑤, ⑥

難易度 ★★★★★

解説

フローチャートを追うことで、最初の水溶液中に存在するイオンを推測する問題である。丁寧に情報を整理する必要がある、比較的難易度は高かった。問題文中の 6 種の金属イオンの中で、希塩酸を加えたときに沈殿が生じるのは Ag^+ のみである(沈殿 A は AgCl)ので、 Ag^+ は含まれることが分かる。次に沈殿 B を考える。希塩酸を加えた後のろ液に直接、硫化水素を通じて沈殿が生じているので、液性が酸性でも硫化物イオンと沈殿をつくるイ

オンが含まれていると考えられ、ここでは Cu^{2+} が当てはまる(沈殿 B は CuS)。次にろ液を煮沸して硫化水素を追い出し、希硝酸を加え、アンモニア水を過剰に加えているが、この動作の後のろ液に金属イオンは含まれていないことから、 Zn^{2+} および K^+ が含まれていないと分かるので、これが正解である。 Zn^{2+} が最初の水溶液中に存在すれば、過剰のアンモニア条件下で錯イオンを生成し、水溶液中に溶けるのでろ液中に存在するはずである。また、 K^+ の水酸化物(KOH)は強塩基性なので、 K^+ が最初の水溶液中に存在すれば、アンモニアを過剰に加えている状態では、 K^+ は水溶液中に溶けているはずである。

b 7 正解は④

難易度 ★★☆☆☆

解説

a より、沈殿 C には $\text{Fe}(\text{OH})_3$ と $\text{Al}(\text{OH})_3$ が存在していると考えられる。水酸化ナトリウムを過剰に加えたときに、 Al^{3+} は錯イオンを生成し、水溶液中に溶けるので、沈殿 D に含まれる金属イオンは Fe^{3+} である。

問 3

8 正解は⑤

難易度 ★★☆☆☆

解説

身近な物質の性質について問題である。①に関して、ナトリウムは炎色反応で黄色となるので正しい。有名な金属の炎色反応は確認しておきたい。②に関して、ジュラルミンはアルミニウム合金であるので正しい。密度が小さいのにも関わらず、強度が大きいので航空機などに使われている。③に関して、炭酸ナトリウムはアンモニアソーダ法によって合成されるので正しい。工業的製法に関しても、資料集などを用いて確認しておきたい。④に関して、ヨウ素は昇華する物質であるので正しい。⑤に関して、次亜塩素酸は還元力ではなく酸化力が強いので誤り。次亜塩素酸の塩素の酸化数は+1 であり、不安定な物質である。

(大房徹也)

平成 29 年度 大学入学共通テスト試行調査 化学

第 3 問

出題範囲	有機化学, 不飽和炭化水素, 芳香族
難易度	★★☆☆☆
所要時間	得意: 9 分 ふつう: 10 分 苦手: 12 分
講評	第 3 問は有機化学からの出題であった。解答となるものをすべて選ばなければならない問 1 や、見慣れない物質を効率よく合成するための手順を考える問 4 がやや解きにくく感じたかもしれないが、出題形式がセンター試験から少し変化しただけで、必要な知識は変化していないため、形式に慣れて確実に正解を導きたい。

問 1 1 正解は①,②

難易度 ★★☆☆☆

解説

問題文より、発生した二酸化炭素 CO_2 と水 H_2O の比は 3:4 だから、有機化合物に含まれる炭素 C と水素 H の比は 3:8 である。燃焼することにより酸素が付加するため、酸素に関しては比を考えなくてよい。

- ①正 一価アルコールでのプロパノールは分子式 $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ で表され、C と H の比が 3:8 となる。
- ②正 エチルメチルエーテル $\text{C}_2\text{H}_5\text{-O-CH}_3$ は C と H の比が 3:8 となり、これも適切な選択肢だとわかる。
- ③誤 アルデヒドは第一級アルコールを酸化し、水素原子 H が 2 つ失われることでできる。飽和化合物について考えると、アルデヒド R-CHO の分子式は $\text{C}_{n+1}\text{H}_{2(n+1)}\text{O}$ で表され、 $\text{C}:\text{H}=1:2$ になることから不適切。不飽和化合物は、C に対する H の比がさらに小さくなることから 3:8 になることはあり得ない。
- ④誤 ケトン第二級アルコールを酸化し、水素原子 H が 2 つ失われてできる。①についての考察より、飽和アルコールにおいて炭素と水素の比が 3:8 になるのだから、そこから水素原子が 2 つ失われてしまうと 3:8 にはなりえない。
- ⑤誤 カルボン酸はアルデヒドを酸化させ、酸素を付加することで生成され、このとき炭素と水素の比は変化しないため、③が不適切であるならば同時に⑤も不適切と判断できる。
- ⑥誤 エステルはカルボン酸とアルコールが縮合し、水分子 H_2O が取れることにより生成される。⑤についての考察より、カルボン酸の C に対する H の比が 3:8 より小さいことから、さらに H_2O が取れてできるエステルは不適切と判断できる。

正解は①,②である。

問 2 2 正解は⑤

難易度 ★★☆☆☆

解説

A より、①,③は水素 1 分子が付加すると $=\text{CH}_2$ という構造ができてしまい、幾何異性体ができないため不適切と判断できる。I について、②,④,⑤にそれぞれ水素 2 分子を付加した化合物を考えて検討する。

- ②誤 $(\text{CH}_3)_2\text{-CH-(CH}_2)_2\text{-CH}_3$ となるため、不斉炭素原子はできない。
- ④誤 $(\text{CH}_3)_2\text{-CH-(CH}_2)_2\text{-CH-(CH}_3)_2$ となるため、不斉炭素原子はできない。
- ⑤正 $\text{C}_2\text{H}_5\text{-C}^*\text{H(CH}_3\text{)-(CH}_2)_2\text{-CH-(CH}_3)_2$ となるため、不斉炭素原子ができており、これが正解とわかる。
- 正解は⑤である。

問 3

a : 正解は② : 正解は④

難易度 ★★☆☆☆

解説

エステル的一般式は $\text{R}_1\text{-COO-R}_2$ であり、これを加水分解すると $\text{R}_1\text{-COOH}$ と $\text{R}_2\text{-OH}$ が得られる。問題文より、C は D を経て B となることから、加水分解により得られる化合物 B と C は炭素の数が等しいことがわかる。エステル A には 4 つの炭素原子が含まれることから、 R_1 には 1 つ、 R_2 には 2 つの炭素原子を振り分ければよいとわかる。したがって、 には②、 には③か④を入れればよいと判断できる。

続いて、水素原子の数を考えることによって に入る選択肢を絞る。 に②を入れることによって、エステル A の構造式は $\text{CH}_3\text{-COO-}$ ということになる。エステル A の分子式は $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_2$ であることから、 に含まれる水素原子は 3 つだと判断でき、 には④が入ることがわかる。

b : 正解は②

難易度 ★★☆☆☆

解説

a より、化合物 C とは、アルケンの二重結合を作る炭素の片方にヒドロキシ基が置換してできるエノールのひとつであるビニルアルコールであることがわかる。エノールは一般に不安定で、生成するとケトンやアルデヒドに変異してしまう。下線部と同じ変化が起こり、化合物 C を経て化合物 D が得られる反応とは、不安定なビニルアルコールから異性体のアセトアルデヒドへの変化である。

- ①誤 $\text{CH}_3\text{COCH}_3 + 3\text{I}_2 + 4\text{NaOH} \rightarrow \text{CHI}_3 \downarrow + \text{CH}_3\text{COONa} + 3\text{NaI} + 3\text{H}_2\text{O}$ の変化を起こしてヨードホルム CHI_3 の黄色結晶が生成するヨードホルム反応の説明である。ヨードホルム反応はカルボニル基にメチル基がひとつ結合した $\text{CH}_3\text{-CO-R}$ の部分構造を持つケトンやアセトアルデヒドでも起こるが、この反応ではビニルアルコールは発生しないため今回の設問とは関係がない。
- ②正 触媒の存在下でアセチレンに水を付加させると不安定なビニルアルコールが生成し、直ちにアセトアルデヒドに変化する。アセチレンに水を付加する際は硫酸水銀(Ⅱ) HgSO_4 を含んだ希硫酸にアセチレンを通じることにより反応を起こす。触媒作用をする Hg^{2+} は、水俣病の原因となった有毒な物質である。
- ③誤 酢酸カルシウムの乾留は $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CO-CH}_3 + \text{CaCO}_3$ の変化によりアセトンを生じる。ビニルアルコールとは関係がない。
- ④誤 ニクロム酸イオンは酸性溶液中で強い酸化力を持つため、2-プロパノール $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_3$ の酸化反応が起こると判断できる。 $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{-CO-CH}_3 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ という反応により 2-プロパノールはアセトンに変化する。
- ⑤誤 アルケンの実験室的な製法であり、分子内脱水を起こしてエチレンが生成する。アルコールと濃硫酸による脱水反応では、アルコールと濃硫酸の比率と加熱する温度の違いによりエーテルが生じるかアルケンが

生じるかが決まる。アルコールが多く比較的低温のときはエーテル、濃硫酸が多く比較的高温のときはアルケンが生じる。

問 4 操作 1 : 正解は⑤ 操作 2 : 正解は③ 操作 3 : 正解は⑥

難易度 ★★★★★

解説

まず、リード文にあたる体験入学で聞いた話の内容から、アミノ基-NH₂ やクロロ基-Cl は、o-や p-の位置で置換反応を起こしやすいのにも関わらず、合成したい m-クロロアニリンは m-の位置で置換が起きている。このことから、操作 1 では m-の位置で置換反応を起こしやすい官能基をはじめに付加し、操作 2 で m-の位置に官能基を付加させて、操作 3 でそれをアミノ基またはクロロ基に変化させられたらよいのではないかと予測することができる。アニリンの製法で、ニトロベンゼンからアニリンを生成したことを思い出し、ニトロ基を付加してからクロロ化し、最後にニトロ基をアミノ基に変化させるという手順を発想できるとよい。

各選択肢について検討する。

- ① スルホン化の説明。ベンゼンに濃硫酸を加え、およそ 80℃に加熱するか、常温下で発煙硫酸を反応させることで、ベンゼンスルホン酸 C₆H₅SO₃H を生成することができる。
- ② ナトリウムフェノキシド C₆H₅ONa の製法の説明。フェノールに強塩基である水酸化ナトリウム水溶液を加えると C₆H₅OH+NaOH→C₆H₅ONa+H₂O のように中和反応が起きて、塩を作り溶解する。
- ③ ハロゲン化の一種である塩素化の説明。ベンゼンに触媒として鉄粉もしくは塩化鉄(III)を加え、暗所で塩素を通じると-H が-Cl で置換され、クロロベンゼン C₆H₅Cl が生じる。
- ④ 塩素の付加反応の説明。酸素のない条件で、ベンゼンに光をあてて塩素を反応させるとヘキサクロロシクロヘキサン C₆H₆Cl₆ を生成することができる。
- ⑤ ニトロ化の説明。ベンゼンに濃硫酸と濃硝酸を混ぜた混酸を加え、およそ 60℃に加熱するとニトロベンゼン C₆H₅NO₂ を生成することができる。
- ⑥ アニリン C₆H₅NH₂ の製法の説明。ニトロベンゼン C₆H₅NO₂ にスズまたは鉄と濃塩酸を加えて反応させると 2C₆H₅NO₂+3Sn+14HCl→2 C₆H₅NH₃Cl+3SnCl₄+4H₂O の反応でアニリン塩酸塩が生成する。続いて強塩基を加えることで、C₆H₅NH₃Cl+NaOH→C₆H₅NH₂+NaCl+H₂O の反応でアニリンが遊離する。

以上の検討により、⑤でベンゼンをニトロ化し、③で m-の位置を塩素化したのち、⑥でニトロ基をアミノ基に変化させれば m-クロロアニリンが効率よく合成できることがわかる。

(佐藤たまお)

平成 29 年度 大学入学共通テスト試行調査 化学

第 4 問

出題範囲	理論化学, 酸化還元
難易度	★★★★☆
所要時間	得意: 9 分 ふつう: 11 分 苦手: 13 分
講評	COD (化学的酸素要求量) の典型的な問題である。問 1 は酸化数の概念を理解して必ず解けるようにしてほしい。問 2 は丁寧に考え方が問題文で明記されているので、過マンガン酸カリウムの収支を図と問題文から読み取って式を立てればよい。問 3 は COD を実際に計算させる問題で、単位に気を付けて計算することで凡ミスを防ぐことができる。特に g を mg に直すことが大事になる。COD の問題を解いたことがなくても解けるが、初見で解き方を考えていると時間的に不利になってしまうかもしれない。

問 1 正解は④

難易度 ★☆☆☆☆

解説

$\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ の炭素原子の酸化数は $\frac{2 \cdot 4 - 2}{2} = +3$ である。また、 CO_2 の炭素原子の酸化数は +4 である。したがって、原子の酸化数は 1 増加している。

問 2 : 正解は③ : 正解は⑥ : 正解は①

難易度 ★★★★★

解説

操作を読んだだけでは内容の把握は難しいかもしれないが、図を見ながら、問題文の「加えた KMnO_4 の物質量の総量と消費された KMnO_4 の物質量の総量は等しい」という条件を考えていこう。

試料水について、加えられた過マンガン酸カリウムの量は、 $n_1 + n_3$ であり、消費された過マンガン酸カリウムの量は、 $n + x + n_2$ である。ゆえに、 $n_1 + n_3 = n + x + n_2$ が成立する。

純水について、同様に考えると、加えられた量は $n_1 + n_4$ であり、消費された過マンガン酸カリウムの量は、 $x + n_2$ である。ゆえに、 $n_1 + n_4 = x + n_2$ である。

以上より、 $n = n_3 - n_4$ である。

問 3 : 正解は⑤ : 正解は⑧ : 正解は⑩

難易度 ★★★★★

解説

過マンガン酸カリウム 4 mol は酸化剤としての性質から考えて、受け取る電子の量が等しくなるようにすると、 O_2 5 mol 分に相当している。

n が与えられているので、これを 100 mL 中から 1.0 L 中になおし、酸素の質量に換算すると COD は、

$$\begin{aligned} & 2.0 \times 10^{-5} \times \frac{5}{4} \times 10 \times 32 \times 10^3 \\ & = 8.0 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

である。

(大泉雄司)

平成 29 年度 大学入学共通テスト試行調査 化学

第 5 問

出題範囲	糖, 合成高分子
難易度	★★★★☆
所要時間	得意: 7 分 ふう: 9 分 苦手: 11 分
講評	高分子に関する出題であった。合成高分子と天然高分子だけではなく、それに関係する様々な有機化学の知識を総合的に問うており、幅広く学習したことを総動員して解く必要がある。ただ、問 2 などは初見では少し難しかったとはいえ、全体としてはそこまで難易度が高いわけではなく、基礎的な理解の度合いが主に得点率を分けたのではないと思われる。問 1、問 3 などの教科書レベルの知識問題をミスなく確保することが重要だろう。

問 1 正解は③

難易度 ★★★★★

解説

グルコースの基本的な化学的性質を問う設問である。この問題は落ち着いて得点したい。

グルコースの鎖状構造にアルデヒド基が存在することは基本知識である。そのため、アルデヒド基を検出する銀鏡反応はグルコース溶液でも陽性となる。この検出反応は選択肢③で説明された通りである。

他の選択肢についても全て何の反応であるか知っているべきだろう。①は炭素の二重結合・三重結合に臭素が付加することを利用して、アルキンやアルケンを検出する反応である。②はデンプンを検出するヨウ素デンプン反応で、鎖状構造を検出する反応とはいえないし、そもそも単量体のグルコースでは陰性である。④は強酸性条件下で酢酸エステルを合成する反応。反応生成物が揮発性物質であればエステルは多くが香りを持つことから、ヒドロキシ基の検出反応と考えることもできるが、ふうはその用途では金属ナトリウムを加えて反応することを確認する。⑤はニンヒドリン反応と呼ばれる高校化学では頻出の反応で、アミノ酸やペプチドを検出するものである。⑥もアミノ酸の単元で頻出となるキサントプロテイン反応であり、これはベンゼン環をもつフェニルアラニン、チロシン、トリプトファンが含まれるものに限って陽性となる。

問 2 : 正解は④

難易度 ★★★★★

解説

アセタール化という、高校化学では一般に詳しく扱わない反応を、高校範囲で覚える反応から類推する問題であった。初見では少々難易度の高い問題であったと思われる。

グルコースの環状構造は、1 位の炭素にヒドロキシ基とエーテル結合が繋がった構造をもつ。これはヘミアセタール構造と呼ばれ、鎖状構造で見られるようにアルデヒド基とヒドロキシ基に分離した形と平衡をなす。これと同様に、ヒドロキシ基をもつメタノールとアルデヒド基をもつアセトアルデヒドの混合物中には、 $-O-CH(OH)-$ の構造をもつ④の分子ができることがわかる。なお、分子内でヘミアセタール構造をなすグルコースのような物

質を例外として、ヘミアセタールは極めて不安定であり、存在するとはいうものの簡単に単離することはできない。また、このような条件下では、さらにヘミアセタール構造のヒドロキシ基がアルコールと脱水縮合して、より安定なアセタールという物質が生成するのがふつうである。

問 3 4 正解は②

難易度 ★★☆☆☆

解説

ファンデルワールス力に関する出題であり、高分子の範囲ではないが選択肢のいずれも基礎的であった。

高校課程でファンデルワールス力といえば、静電気力や水素結合とは別に分子などの間に一般に働く、分子の大きさに従って強くなる分子間引力を指す。この力により説明される現象としては、同じような構造の物質ならば基本的に分子量が大きい分子の方が融点・沸点が高くなることがある。これを示すよい例が①、③、④であり、それぞれ炭化水素、ハロゲン単体、アルカンといずれも無極性の物質で統一されている。

一方で②の 1-ブタノールとジエチルエーテルは分子量が等しいため、ファンデルワールス力では説明はつかない。これらに代表されるアルコールとエーテルの沸点の違いは、分子間に水素結合を形成するか否かで説明される。すなわち、アルコールはヒドロキシ基をもつために分子間に強い水素結合が形成されるが、エーテルは水素結合に必要な酸素原子に水素原子が結合した構造をもたず、分子間力がアルコールに比して一般に弱くなるためである。なお、1-ブタノールの沸点は水の沸点 100℃を越えているのに対して、ジエチルエーテルは最小のアルコールであるメタノールよりも低い 30-40℃程度で沸点を迎え、その差は圧倒的である。

問 4 5 正解は④、⑥

難易度 ★★★★★

解説

問 3 と同様、分子間力に関する少し手の込んだ問題であった。内容は難しいが、選択肢が平易であるため確実に得点したい。

まず、水素結合の形成にはどのような構造が必要であったかを思い出そう。 -OH や -NH- といった酸素・窒素（フッ素など）と水素により形成される極性の極めて高い共有結合があると、酸素や窒素の非共有電子対の負電荷と水素の正電荷が強く引き合う状態になるために、水素結合をなす、と考えておけば高校課程ではほぼ十分だろう。したがって、この選択肢ではそもそも極性の十分に高い分子が④、⑥しかないようにみえるため、この選択肢を選んだ、というので十分だろう。他の選択肢では、まず①、③、⑤は炭化水素で構成されるから不適である。塩素の電気陰性度が高いことから②を選択した受験生もいるかもしれないが、塩素の非共有電子対は先に挙げた窒素・酸素ほどに電氣的に陰性にはあまりならず、何より②の構造では対になる水素原子が見当たらないところから、不適であろうと思われる。

ただし、不正解だった生徒の多くが感じるように、⑥には水素結合を構成するための水素原子が存在しないのがこの問題の不審な点ではある。カルボニル基の電子吸引性などからなんとか説明できなくもないだろうが、やはり高校課程からいえば、この物質も②ほどではないにせよ水素結合が形成できるとはいいいがたく、あまり良い問題とは言えないだろう。

なお、覚える必要は全くないが、④と⑥はそれぞれポリビニルアルコール、ポリビニルピロリドンと呼ばれる代表的な接着剤の成分である。後者は詳しく性状を理解できる必要はない。一方のポリビニルアルコールは、大

学受験範囲でも化学繊維ビニロンの合成過程に現れる。ポリ酢酸ビニルの加水分解を通して合成されることまで知っておくとよいだろう。

(小林新九郎)