

公募型学校推薦選抜 出題のねらい

化学

A方式

I：小問集合

混合物の分離、原子の構造、同位体・半減期、分子の形・極性、周期表について、単なる知識だけではなく根本的な理解ができてきているかをみる問題です。

問1、3、4は基礎的事項の記憶や理解を問う問題で、ぜひ理解しておいてほしい内容を出题し、受験生全体の平均正解率(以降、正解率と略記)は8割前後でした。しかし、複数の知識を組み合わせる力が必要な問2、5の正解率は3割程度にとどまりました。

II：無機化学、理論化学

Aは、3種類の金属イオンの分離に関する問題で、「金属イオンは、以下の6種類のうちの3種類」という設定でした。どのイオンがどのような反応をするかを整理し、論理的に判断する力を問いました。各設問の正解率は6割～9割程度でした。

Bは、銅の電解精錬に関する問題で、電解で流れた電子の物質量、電流を流した時間、陽極泥中の物質などのように順次深い理解を問う設問を配置しました。各設問の正解率は、前半は8割程度から後半では2割程度まで下がり、後半の問題ほど差がつく結果となりました。

III：理論化学

2つのフラスコ状容器を連結して酸素とエタンを入れた設定で、混合前の気体の圧力、混合して燃焼後の生成物質、総物質量、燃焼反応の量的関係などに関する理解を問う問題です。

問3では、酸素とエタンを混合して燃焼させた後、生成する物質や残った物質がどのような状態になっているかを問いました。3つの文章の正誤組合せ形式の問題ですが、各物質の量を正しく算出しないと、正誤が判断できません。混合気体に関する計算力だけでなく、その結果の判断も問う問題です。しっかりと問題演習を積んできたかどうか表れる問題で、正解率は、問2・4は7割程度、問3・5は5割程度でした。

IV：有機化学

Aは、分子式 $C_9H_{10}O$ の芳香族化合物のうち、 $C=C$ 結合をもつものに関する問題です。このような問題は、構造決定とよばれる入試頻出の問題です。条件として「エノール形構造ではないもの」と書かれていますが、「エノール形なんて知らない」と慌てる必要はありません。大学入試問題においては、高校ではあまり学ばない内容については、問題文中で説明されています。よって、入試対策として高校レベルを超えるような知識の習得は不要で、書かれていることを化学的に正しく理解する力のほうが重要です。そのためは、日ごろから教科書の内容をしっかりと理解する(「覚える」のではない)習慣を身につけることが入試対策となります。

Bは、油脂を構成している脂肪酸がどのような性質(不飽和結合の数、分子の大きさなど)をもっているかを分析していく問題でした。けん化価やヨウ素価に関するこのような問題は、使う公式と解き方にパターンがあるので、問題演習を積んでおけば得点しやすいです。しかし、問題の全体分量が多く最後のこの問題をじっくり解くことができなかつたためか、この問題の正解率は、問1・2が6割程度、問3・4は4割前後と、あまり高くありませんでした。

問3では、 $(875 \times 305) \div (175 \times 254) = 6.00 \dots$ という計算ができてきます。試験当日にこれを筆算でミスなく計算するためには、日ごろから筆算で計算する、地道な演習の積み重ねが大切です。

B方式

I：小問集合

水の三態変化、原子の構造、同位体、元素の検出反応、イオ

ンの電子配置、共有結合の結晶、金属の特徴などに関して、基本的な知識・理解ができてきているかをみる問題です。

正解率は、問4が7割以下とやや低かったものの、他の問いはいずれも8割前後でした。

II：無機化学、理論化学

Aは、リンとその化合物をテーマに、反応と性質に関する知識や理解をみる標準的な問題です。問われている内容は、教科書の記載に沿ったものですが、リンに関する問題は頻出ではなくなじみが薄かつたためか、問1・2の正解率は3割前後にとどまりました。

問3の、化学反応式の係数はほぼ全員ができていましたが、その反応式を用いて反応量を計算する問4の正解率は、8割程度でした。このような反応量の計算は、確実に理解しておいてほしい内容です。

Bは、鉛蓄電池を電源として使い、希硫酸を電気分解するときの反応物質や生成量などを求める問題で、標準的な内容です。電極Aから発生する気体、気体発生に要する電気量、鉛蓄電池の各極での反応、電解液の濃度など、幅広い内容が問われていますが、一つ一つは基本的な内容です。問題演習で、これらの知識をつなげて考えることができるかを問いました。

このように、知識を積みあげて解く問題群は、後半ほど正解率が下がる傾向があり、今回の問1から4の正解率は、7割程度から4割程度に次第に下がりました。

III：理論化学

塩化ナトリウム水溶液の冷却曲線をテーマとした問題で、凝固点降下、凝固点の計算、グラフの過冷却部分の読み取りなどの理解を問いました。問3では、冷却曲線上で凝固し始める点を問いましたが、正解率は4割程度でした。問4では、氷が $x(g)$ できると、溶質の質量は変わらず溶媒(水)の質量が $x(g)$ 減ってその分だけ濃度が高くなることに気づけば、凝固点降下の式と $5.0^\circ C$ の関係式をつくることができます。やや難しい問いで、正解率は4割程度でした。

IV：有機化学

Aは、4種類の芳香族化合物の分離をテーマにした、標準的な問題です。

問1は、ベンゼン環の $-OH$ 基、 $-COOH$ 基、炭酸の酸としての強さから、どの塩ができるのかの判断を問いましたが、正解率は7割程度でした。問2は、どの試薬を加えるとよいかを考えてもらい、知識だけでなく科学的に考察する力を問いました。各操作を加える試薬を考える際には、試薬と同時に分離される物質を推定しなければならないので、正解率は5割前後と難しかったようです。問3・4・5は、問2までで間違えると、連鎖的に間違いとなってしまいう問題構成で、正解率は5割以下でした。

Bは、分子式が C_7H_{12} で表され、五員環構造をもつシクロアルケンをテーマとした問題です。ほとんど見たことがない物質だと思えますが、教科書の知識をもとに、問題の説明文(リード文)を読み取ることで、解答するのに必要な情報が得られるかどうかを問いました。大学での学びは、知識を覚えることよりも、原理原則にもとづいて新しい内容を理解していくことを重視しています。

問1は、炭化水素の分類と命名法について、問2のAは構造式の書き出し方を理解していたら、それぞれ正解することができますが、正解率はいずれも6割程度でした。

問2のイは、このシクロアルケンに水素付加して生成するシクロアルカンの異性体数の問いですが、二重結合がなくなるので異性体の数は減ることに注意が必要です。

化学

必要があれば、原子量、および定数は次の値を使うこと。

H : 1.0 C : 12 N : 14 O : 16 Ni : 59
Cu : 64 I : 127

気体定数 : $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$ ファラデー定数 : $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

また、問題文中の体積の単位記号 L は、リットルを表す。

気体は、とくに断りが無い限り理想気体とする。

I 次の問1～問5に答えなさい。解答番号は **1** ～ **5** 。

問1 少量の砂と塩化ナトリウムが混じった硝酸カリウムとの混合物 **X** があり、それぞれの物質を分離する操作を次のように行った。これに関する記述として下線部に誤りを含むものを、後の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **1** 。

混合物 **X** に少量の水を加えて温め、よくかき混ぜて塩化ナトリウムと硝酸カリウムを完全に溶かした後、ろ過により砂を分離した。ろ液をゆっくり冷却したところ、白色の結晶 **A** が析出した。この操作を蒸留という。結晶 **A** を取り出し、少量の水に溶かした溶液を白金線につけて炎の中に入れても赤紫色を示したことから、結晶 **A** には硝酸カリウムが含まれていることがわかった。

- ① aのみ ② bのみ ③ cのみ
④ aとb ⑤ aとc ⑥ bとc

問2 原子の構造に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **2** 。

- ① すべての原子の原子核には、陽子と中性子が含まれている。
② 原子核内の陽子の数と中性子の数は等しい。
③ 陽子の質量、中性子の質量、電子の質量はほぼ等しい。
④ 陽子1個のもつ電荷の絶対値は、電子1個のもつ電荷の絶対値と等しい。
⑤ 陽子と中性子の質量の和を質量数という。
⑥ 原子核は原子の大きさのほぼ100分の1である。

問3 同位体のうち、放射線を放出するものを放射性同位体という。放射性同位体は、放射線を放出して他の元素の原子に変化するが、これを壊変(崩壊)といい、原子の数もとの半分になるまでの時間を半減期という。例えば ^{14}C の半減期は5730年、 ^{90}Sr の半減期は29年である。ある物質中に含まれている ^{90}Sr の量が12.5%になるのはおよそ何年後か。最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **3** 。

- ① 14.5年後 ② 29年後 ③ 58年後
④ 87年後 ⑤ 145年後 ⑥ 290年後

問4 次の6種類の分子に関する記述として誤りを含むものを、後の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **4** 。

HCl, H₂O, NH₃, CH₄, CO₂, O₂

- ① 共有電子対と非共有電子対の数と同じ分子は、2種類である。
② 分子が正四面体型であるものは、2種類である。
③ 分子全体として無極性であるものは、3種類である。
④ 分子内に二重結合を有するものは、2種類である。
⑤ 水素イオンと結合して配位結合する分子は、2種類である。

問5 周期表第4周期までの典型元素に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **5** 。

- ① 同族元素の原子では原子番号が大きいほど原子の大きさも大きい。
② 貴ガス(希ガス)の価電子の数は0である。
③ イオンになるとすべて貴ガス(希ガス)と同じ電子配置になる。
④ 電気陰性度の最も大きい元素はフッ素である。
⑤ O²⁻, F⁻, Na⁺のイオン半径の大きい順は、O²⁻ > F⁻ > Na⁺である。
⑥ 金属元素より非金属元素の方が多い。

II 次の問題A・Bに答えなさい。解答番号は **6** ～ **15** 。

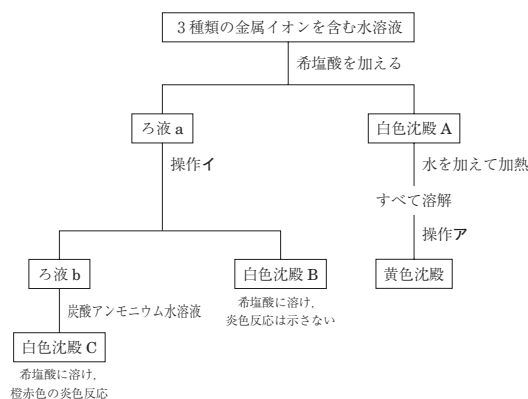
A 次の文章を読み、後の問いに答えなさい。

Ag⁺, Ba²⁺, Ca²⁺, Cu²⁺, Pb²⁺, Zn²⁺のうち3種類の金属イオンを含む水溶液から、各イオンを分離する以下の操作を行った。

この水溶液に希塩酸を加えたところ、白色沈殿Aが生じた。ろ過により、沈殿Aとろ液aに分離した。沈殿Aに水を加え加熱したところ、すべて溶けた。この沈殿Aの溶けた溶液に操作アを行ったところ、黄色沈殿が生じた。

ろ液aに操作イを行ったところ、白色沈殿Bが生じた。ろ過により、沈殿Bとろ液bに分離した。沈殿Bに希塩酸を加えたところ、すべて溶けた。溶解した水溶液を白金線につけて炎色反応を調べたが、呈色しなかった。

ろ液bに炭酸アンモニウム水溶液を加えたところ、白色沈殿Cが生じた。沈殿Cに希塩酸を加えたところ、気体を発生させながら溶解した。溶解した水溶液の炎色反応を調べたところ、橙赤色を示した。



問1 沈殿A・C中に含まれるイオンとして最も適当なものを、次の①～⑥から1つずつ選び、マークしなさい。解答番号は、Aは **6** , Cは **7** 。

- ① Ag^+ ② Ba^{2+} ③ Ca^{2+}
 ④ Cu^{2+} ⑤ Pb^{2+} ⑥ Zn^{2+}

問2 空欄 **ア** ・ **イ** に当てはまる操作として最も適当なものを、次の①～⑥から1つずつ選び、マークしなさい。解答番号は、**ア**は **8** , **イ**は **9** 。

- ① 希硝酸を加える。
 ② 水酸化ナトリウム水溶液を十分に加える。
 ③ 酸性のまま、硫化水素を十分に通じる。
 ④ アンモニア水を十分加え塩基性にしたのち、硫化水素を十分に通じる。
 ⑤ 希硫酸を加える。
 ⑥ クロム酸カリウム水溶液を加える。

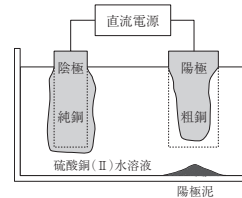
問3 沈殿B中に含まれるイオンとして最も適当なものを、次の①～⑥から1つを選び、マークしなさい。解答番号は **10** 。

- ① Ag^+ ② Ba^{2+} ③ Ca^{2+}
 ④ Cu^{2+} ⑤ Pb^{2+} ⑥ Zn^{2+}

B 次の文章を読み、後の問いに答えなさい。ただし、粗銅に含まれている不純物は金属Xとニッケルのみとする。

図のような装置を組み立て、硫酸酸性の5.0 mol/L硫酸銅(II)水溶液10 Lを用いて銅の電解精錬を行った。

5.0 Aの電流をt分間流したところ、純銅の質量が3.20 g増加し、粗銅の質量が3.30 g減少していた。また水溶液中の銅(II)イオンは0.0200 mol減少しており、粗銅の下には不純物として含まれていた金属Xのみが、陽極泥として沈殿していた。



問1 この電解精錬で流れた電子は何 molか。最も適当なものを、次の①～⑥から1つを選び、マークしなさい。解答番号は **11** 。

- ① 0.010 mol ② 0.020 mol ③ 0.050 mol
 ④ 0.10 mol ⑤ 0.20 mol ⑥ 0.50 mol

問2 この電解精錬を行った時間tは約何分間か。最も適当なものを、次の①～⑥から1つを選び、マークしなさい。解答番号は **12** 。

- ① 16分間 ② 26分間 ③ 32分間
 ④ 40分間 ⑤ 50分間 ⑥ 64分間

問3 沈殿した金属Xだと考えられる物質として最も適当なものを、次の①～⑤から1つを選び、マークしなさい。解答番号は **13** 。

- ① 銀 ② マグネシウム ③ 鉄
 ④ 亜鉛 ⑤ スズ

問4 この電解精錬後に、水溶液中に溶解しているニッケルの物質量は何 molか。最も適当なものを、次の①～⑥から1つを選び、マークしなさい。解答番号は **14** 。

- ① 0.010 mol ② 0.020 mol ③ 0.060 mol
 ④ 0.10 mol ⑤ 0.20 mol ⑥ 0.60 mol

問5 陽極泥に含まれている金属Xの質量は何 gか。最も適当なものを、次の①～⑥から1つを選び、マークしなさい。解答番号は **15** 。

- ① 0.020 g ② 0.050 g ③ 0.080 g
 ④ 0.10 g ⑤ 0.20 g ⑥ 0.80 g

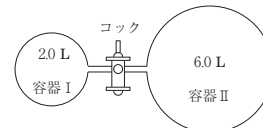
III 次の文章を読み、後の問いに答えなさい。解答番号は **16** ～ **20** 。

コックの付いた細い連結管で接続した2つの真空容器I、IIがあり、それぞれの内容積は2.0 L、6.0 Lである。この容器を用いて、次の操作を行った。ただし、コックおよび連結管の内容積は無視することができ、27℃における水蒸気圧は $3.6 \times 10^3 \text{ Pa}$ とする。

【操作1】 コックを閉じた状態で、容器Iには標準状態(0℃、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$)に換算して2.0 Lのエタンを、容器IIには標準状態に換算して9.2 Lの酸素を封入し、両容器を共に27℃に保った。

【操作2】 コックを開き、混合気体に点火して完全燃焼させ、反応後再び両容器を27℃にした。

【操作3】 乾燥剤を用いて、容器内の水と水蒸気をすべて除去した。



問1 操作1において、封入した酸素の物質量はエタンの物質量の何倍か。最も適当なものを、次の①～⑥から1つを選び、マークしなさい。解答番号は **16** 。

- ① 3.5倍 ② 4.6倍 ③ 4.8倍 ④ 5.2倍 ⑤ 5.5倍

問2 操作1において、エタンの圧力は何 Paか。最も適当なものを、次の①～⑥から1つを選び、マークしなさい。解答番号は **17** 。

- ① $1.1 \times 10^4 \text{ Pa}$ ② $3.7 \times 10^4 \text{ Pa}$ ③ $5.1 \times 10^4 \text{ Pa}$
 ④ $1.1 \times 10^5 \text{ Pa}$ ⑤ $3.7 \times 10^5 \text{ Pa}$ ⑥ $5.1 \times 10^5 \text{ Pa}$

問3 操作2に関する次の記述a～cについて、正しいものを、後の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **18**。

- a 反応後の物質の総物質量は、反応前より減少している。
 b 反応後は、容器内にエタンは含まれていない。
 c 反応する酸素の物質量は、エタンの物質量の3.5倍である。

- ① aのみ ② bのみ ③ cのみ
 ④ aとb ⑤ aとc ⑥ bとc

問4 操作2に関して、容器内に生成した水および水蒸気の質量は合わせて何gか。最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **19**。

- ① 1.4g ② 1.8g ③ 4.8g ④ 8.0g ⑤ 10g

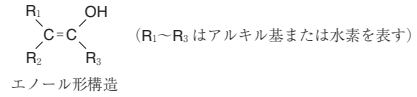
問5 操作3に関して、水と水蒸気をすべて除去したのちに容器内に残っている混合気体の総物質量は何molか。最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **20**。

- ① 0.098 mol ② 0.18 mol ③ 0.28 mol
 ④ 2.2 mol ⑤ 4.0 mol ⑥ 6.2 mol

Ⅳ 次の問題A・Bに答えなさい。解答番号は **21** ～ **31**。

A 次の文章を読み、後の問いに答えなさい。

分子式がC₉H₁₀Oで、ベンゼンの1つのH原子が原子団で置換された芳香族化合物のうち、「エーテル結合や、側鎖に環状構造をもつもの、次の図に示す不安定なエノール形構造をもつもの」を除いた構造異性体には、A～Gの7種類(問2の選択肢①～⑦)が考えられる。



A～Gについては、次の実験結果I～Vがわかっている。

【実験結果I】 A, B, Cはいずれも臭素水を加えると色が消えるが、D, E, F, Gは消えない。

【実験結果II】 A, B, Cに水素を付加させたのち酸化すると、AからEを、BからFを、CからGを生じる。

【実験結果III】 Eはアンモニア性硝酸銀水溶液を加えても変化しないが、FとGは銀が析出する。

【実験結果IV】 AとFは不斉炭素原子を1つもつ。

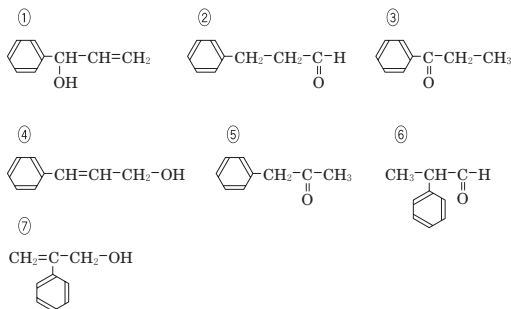
【実験結果V】 Dは還元されると、ナトリウムと反応する物質を生じる。

問1 次の記述a～cについて正しいものを、後の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **21**。

- a A, B, C, Dは炭素原子間二重結合をもつ。
 b F, Gはアルデヒド基(ホルミル基)をもつ。
 c Eはカルボニル基(ケトン基)をもつ。

- ① aのみ ② bのみ ③ cのみ
 ④ aとb ⑤ aとc ⑥ bとc

問2 B, E, Gの構造式として最も適当なものを、次の①～⑦から1つずつ選び、マークしなさい。解答番号は、Bは **22**、Eは **23**、Gは **24**。



問3 化合物Dに関する記述a～cについて正しいものを、後の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **25**。

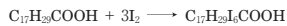
- a シス-トランス異性体をもつ。
 b ヨードホルム反応を示す。
 c カルボニル基(ケトン基)をもつ。

- ① aのみ ② bのみ ③ cのみ
 ④ aとb ⑤ aとc ⑥ bとc

B 次の文章を読み、後の問いに答えなさい。

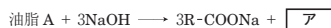
高級脂肪酸と **ア** のエステルを油脂という。油脂は構成する脂肪酸の種類とその割合が異なり、一般に、飽和脂肪酸の多い油脂を **イ**、不飽和脂肪酸の多い油脂を **ウ** という。

不飽和脂肪酸にヨウ素を作用させると、ヨウ素が付加する。油脂の質量と付加するヨウ素の質量を調べることで、油脂中の C=C 結合の数を知ることができる。例えば、二重結合が3つあるリノレン酸 $C_{17}H_{29}COOH$ は、次のようにヨウ素が付加する。



構成脂肪酸の異なる油脂 A と油脂 B について、次の【事実1】【事実2】がわかっている。

【事実1】 油脂 A は、分子量が 875 である。油脂 A 175 mg を 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液ですべてけん化したのち、水溶液を酸性にすると、不飽和脂肪酸 C のみが生じた。



また、油脂 A 175 mg にヨウ素を作用させると、質量が 480 mg になった。

【事実2】 油脂 B をけん化したのち、水溶液を酸性にすると、飽和脂肪酸と不飽和脂肪酸が 1 : 2 の物質質量比で生じた。また、油脂 B 1.0 g にヨウ素を作用させると、865 mg のヨウ素が付加した。

問1 空欄 **ア** ～ **ウ** に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **26**。

	ア	イ	ウ
①	高級モノアルコール	脂肪	脂肪油
②	高級モノアルコール	脂肪油	脂肪
③	エチレングリコール	脂肪	脂肪油
④	エチレングリコール	脂肪油	脂肪
⑤	グリセリン	脂肪	脂肪油
⑥	グリセリン	脂肪油	脂肪

問2 下線部(a)について、このとき必要な 0.10 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液の体積は何 mL か。最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選びなさい。解答番号は **27**。

- ① 2.0 mL ② 3.0 mL ③ 6.0 mL
④ 20 mL ⑤ 30 mL ⑥ 60 mL

問3 下線部(b)について、次の(1)、(2)に答えなさい。

(1) 油脂 A 分子中の二重結合の数はいくつか。最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選びなさい。解答番号は **28**。

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 6 ⑥ 9

(2) 不飽和脂肪酸 C の炭素数は、COOH も含めていくつか。最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選びなさい。解答番号は **29**。

- ① 15 ② 16 ③ 17 ④ 18 ⑤ 19 ⑥ 20

問4 下線部(c)について、この結果、油脂 B の二重結合の数が3であることがわかった。次の(1)、(2)に答えなさい。

(1) 油脂 B の分子量はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選びなさい。解答番号は **30**。

- ① 873 ② 876 ③ 879 ④ 881 ⑤ 883 ⑥ 885

(2) 油脂 B の構造異性体の数は何種類か。最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選びなさい。ただし、シス-トランス異性体は考えなくてよいが、鏡像異性体がある場合は区別して数えるものとする。解答番号は **31**。

- ① 2 ② 3 ③ 6 ④ 8 ⑤ 9 ⑥ 12

(化学問題 おわり)

化学

必要があれば、原子量、および定数は次の値を使うこと。

H: 1.0 C: 12 N: 14 O: 16 Na: 23
P: 31 S: 32 Cl: 35.5 Ca: 40 Pb: 207

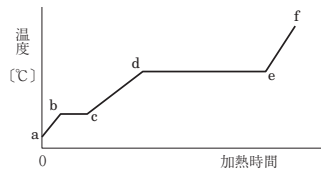
気体定数: $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$ ファラデー定数: $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

また、問題文中の体積の単位記号 L は、リットルを表す。

気体は、とくに断りが無い限り理想気体とする。

I 次の問1～問6に答えなさい。解答番号は **1** ～ **6** 。

問1 次図は、水を常温・常圧下で加熱したときの加熱時間と温度との関係を示している。このことに関する記述として誤りを含むものを、後の①～⑤から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **1** 。



- ① a-b 間では水のみ存在している。
- ② 氷が溶け始めるのは b 点からである。
- ③ b-c 間では水と氷が共存しており、次第に水の量が増えている。
- ④ d-e 間では水は熱量を放出している。
- ⑤ a から f の各状態において、分子の熱運動が最も激しいのは f 点の時である。

問2 原子番号が1から20までの元素についての記述として誤りを含むものを、次の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **2** 。

- ① 元素の第1イオン化エネルギーが最も大きい元素は、ヘリウム He である。
- ② 電気陰性度の最も大きい元素は、フッ素 F である。
- ③ 原子の価電子の数が最も多い元素は、アルゴン Ar である。
- ④ 金属元素は、7種類である。
- ⑤ 原子の最も外側の電子殻が N 殻の元素は、2種類である。
- ⑥ 標準状態で単体が気体である元素は、8種類である。

問3 ある化合物 X の白色粉末中に含まれる元素を確認する実験操作1～3を行った。この化合物 X として考えられる最も適当なものを、後の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **3** 。

- 【操作1】 化合物 X を試験管に入れて加熱したところ気体が発生したので、水上置換で捕集した。
- 【操作2】 捕集した気体に火のついた線香を入れると、炎を出して燃えた。
- 【操作3】 操作1で加熱後に残った粉末を水に溶かし、水溶液を白線につけバーナーの外炎に入れると、赤紫色の炎がみられた。

- ① 塩化カリウム
- ② 塩素酸カリウム
- ③ 次亜塩素酸ナトリウム
- ④ 水酸化カルシウム
- ⑤ 炭酸水素ナトリウム
- ⑥ 炭酸カルシウム

問4 次の化合物のうち、構成する陽イオンと陰イオンの電子の数が等しいものはどれか。最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **4** 。

- ① 酸化カルシウム
- ② フッ化カリウム
- ③ 塩化カリウム
- ④ 塩化ナトリウム
- ⑤ 塩化マグネシウム
- ⑥ 硫化ナトリウム

問5 物質を構成する原子が共有結合で結びついている物質には、分子からなる物質と共有結合の結晶がある。分子からなる物質と共有結合の結晶の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑤から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **5** 。

- ① ナフタレンと塩化水素
- ② ヨウ素と二酸化ケイ素
- ③ 氷と酢酸
- ④ ドライアイスとエタノール
- ⑤ 黒鉛とダイヤモンド

問6 金属の特徴や利用に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **6** 。

- ① 鉄は強度が大きく加工が比較的容易なため、機械や建築材料として利用されている。
- ② アルミニウムは軽くて電気伝導性に優れているので、高圧電線や建築材料、食器として利用されている。
- ③ 銅は電気伝導性に優れているので、電化製品の導線などに用いられている。
- ④ 亜鉛は銀白色の金属で、乾電池やブリキの材料として利用されている。
- ⑤ 金は黄金色の貴金属で、塩酸や硫酸とは反応しない。
- ⑥ 銀は銀白色の貴金属で、装飾品や食器として利用されている。

II 次の問題A・Bに答えなさい。解答番号は **7** ～ **14** 。

A 次の文章を読み、後の問いに答えなさい。

リンは、自然界ではリン鉱石（主成分：リン酸カルシウム $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ）やリン酸塩などの鉱物として存在する。リンの単体には **ア** と、マッチの摩擦面に利用されている **イ** がよく知られており、これらは同素体とよばれる。リンの工業的な製造法として、リン鉱石にケイ砂 SiO_2 と **ウ** を混合して 1500°C 程度に加熱し、**エ** する方法がある。このとき、リンは蒸気として発生し、これを水中で固定すると **ア** が得られる。

単体を空气中で燃焼させると、十酸化四リンになり、これに水を加えて加熱するとリン酸 H_3PO_4 が得られる。純粋なリン酸は無色の **オ** で、吸湿性が強く、リン酸は中程度の強さの酸である。

リン鉱石中のリン酸カルシウムは水に溶けにくいので、**リン酸カルシウムと濃硫酸 H_2SO_4 を反応させ、水溶性のリン酸二水素カルシウム $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ とセッコウ CaSO_4 との混合物である過リン酸石灰を得ている。このときの反応式は、次の通りである（ a ～ c は係数）。**



過リン酸石灰は、植物の生育に必要なリンを補うリン肥料として重要である。

問1 空欄 **ア**、**イ** に当てはまる物質に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **7** 。

- ① **ア**の発火点は**イ**の発火点より高い。
- ② **ア**の毒性は**イ**より強い。
- ③ **ア**の融点は**イ**の融点より低い。
- ④ **ア**は分子式で表されるが、**イ**は組成式で表される。
- ⑤ **ア**を空気を断って長時間加熱すると**イ**になる。

化学〔B方式 11/20〕

問2 空欄 **ウ** ~ **オ** に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、次の①~⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **8**。

	ウ	エ	オ
①	石灰石	酸化	液体
②	石灰石	酸化	結晶
③	石灰石	還元	液体
④	石灰石	還元	結晶
⑤	コークス	酸化	液体
⑥	コークス	酸化	結晶
⑦	コークス	還元	液体
⑧	コークス	還元	結晶

問3 化学反応式中の係数 $a \sim c$ の組合せとして最も適当なものを、次の①~⑧から1つ選び、マークしなさい。ただし、係数がない場合は1とする。解答番号は **9**。

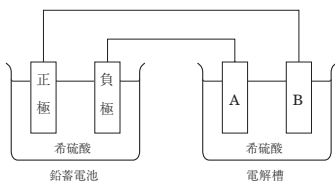
	a	b	c
①	2	1	2
②	2	1	3
③	2	2	2
④	2	2	3
⑤	3	1	2
⑥	3	1	3
⑦	3	2	2
⑧	3	2	3

問4 下線部について、930 g のリン酸カルシウムをすべて過リン酸石灰にすると、質量パーセント濃度が98%の濃硫酸は少なくとも何 g 必要か。最も適当なものを、次の①~⑥から1つ選び、マークしなさい。ただし、反応は理論通りに進むものとする。解答番号は **10**。

- ① 150 g ② 300 g ③ 450 g
④ 600 g ⑤ 750 g ⑥ 900 g

B 次の文章を読み、後の問いに答えなさい。

図のように、鉛蓄電池と電解槽を接続して水の電気分解を行ったところ、電極Aから標準状態に換算して560 mLの気体が発生した。なお、電解液には希硫酸を用い、電極としては白金板を使用した。



問1 この電気分解で流れた電気量は何Cか。最も適当なものを、次の①~⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **11**。

- ① 1200 C ② 1800 C ③ 2400 C
④ 3200 C ⑤ 3600 C ⑥ 4800 C

問2 鉛蓄電池に関する記述として誤りを含むものを、次の①~⑤から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **12**。

- ① 放電するときは、正極では還元反応が、負極では酸化反応が起こる。
② 電極として、正極は酸化鉛(IV)、負極は鉛を用いる。
③ 放電すると、正極の質量が増加、負極の質量が減少する。
④ 放電したときに反応する硫酸の物質量は、生成する水の物質量と等しい。
⑤ 充電するときは、鉛蓄電池の正極を外部電源の正極に、負極を外部電源の負極に接続する。

問3 鉛蓄電池の希硫酸の質量パーセント濃度が電気分解前には30%だったとすると、電気分解後の濃度は何%になっているか。最も適当なものを、次の①~⑥から1つ選び、マークしなさい。ただし、電気分解前の希硫酸の質量は500 gとする。解答番号は **13**。

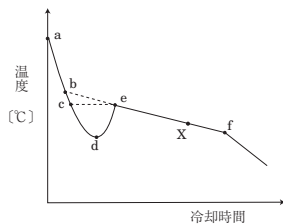
- ① 26% ② 27% ③ 28%
④ 29% ⑤ 30% ⑥ 31%

問4 鉛蓄電池の正極の質量は何g増減したか。最も適当なものを、次の①~⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **14**。

- ① 1.6 gの増加 ② 2.4 gの増加 ③ 3.2 gの増加
④ 1.6 gの減少 ⑤ 2.4 gの減少 ⑥ 3.2 gの減少

Ⅲ 次の文章を読み、後の問いに答えなさい。解答番号は **15** ～ **20**。

次図は純水 200 g に 5.85 g の塩化ナトリウムを溶かした水溶液を冷却したときの、冷却時間と温度の変化を表したものである。ただし、水のモル凝固点降下は $1.85 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$ 、電解質の電離度は 1 とする。



- 問1 純溶媒および溶液の凝固点に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **15**。
- ① 過冷却の現象は、純水を冷却する場合には起こらない。
 - ② d～e の区間で温度が上昇しているのは、凝固熱が発生したためである。
 - ③ より濃度の高い溶液を冷却するときは、d の温度はより高くなる。
 - ④ モル凝固点降下の値は、別の溶質の場合は異なる値である。
 - ⑤ 凝固点降下は、溶質の体積モル濃度 [mol/L] に比例する。
- 問2 この塩化ナトリウム水溶液の凝固点は何℃か。最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **16**。
- ① -3.70°C
 - ② -3.05°C
 - ③ -2.85°C
 - ④ -2.0°C
 - ⑤ -1.85°C
 - ⑥ -0.925°C

問3 水溶液が凝固し始める点として最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **17**。

- ① a 点と b 点の間
- ② b 点
- ③ c 点
- ④ c 点と d 点の間
- ⑤ d 点
- ⑥ e 点

問4 グラフの X 点での水溶液の温度は -5.0°C であった。このとき水は何 g 生成しているか。最も適当なものを、次の①～⑤から1つ選び、マークしなさい。ただし、氷中に取り込まれている溶質はないものとする。解答番号は **18**。

- ① 50 g
- ② 74 g
- ③ 100 g
- ④ 126 g
- ⑤ 148 g

問5 次の水溶液のうち、この実験で用いた塩化ナトリウム水溶液より凝固点が低いものはどれか。最も適当なものを、次の①～⑤から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **19**。

- ① 0.10 mol/kg グルコース水溶液
- ② 0.20 mol/kg 塩化カリウム水溶液
- ③ 0.50 mol/kg 塩化マグネシウム水溶液
- ④ 0.50 mol/kg 水酸化ナトリウム水溶液
- ⑤ 1.0 mol/kg 尿素水溶液

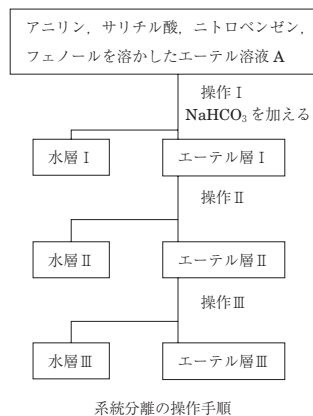
問6 日常生活において、凝固点降下に関係する現象として最も適当なものを、次の①～⑤から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **20**。

- ① ナメクジの撃退法として、食塩をかける方法がある。
- ② 道路の凍結防止剤として、塩化カルシウムを使うことがある。
- ③ 豆乳ににがりを加えると、豆腐ができる。
- ④ 真水より海水で濡れた服の方が、乾きにくい。
- ⑤ パラジクロロベンゼンを洋服ダンスに入れると、防虫効果がある。

Ⅳ 次の問題 A・B に答えなさい。解答番号は **21** ～ **32**。

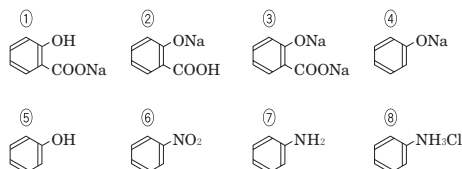
A 次の文章を読み、後の問いに答えなさい。

アニリン、サリチル酸、ニトロベンゼン、フェノールの4種類の化合物が混合しているエーテル溶液 A から、次図のようにこれらの化合物を1種類ずつ分離した。



分離後、水層 I～III およびエーテル層 III に適切な操作を行い、アニリン、サリチル酸、ニトロベンゼン、フェノールを取り出した。水層 III から取り出した化合物に、塩酸性下で亜硝酸ナトリウムを反応させ常温に保つと、フェノールとある気体が発生した。

問1 水層 I に含まれる化合物として最も適当なものを、次の①～④から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **21**。



問2 操作 II、III に用いる試薬として最も適当なものを、次の①～⑤から1つずつ選び、マークしなさい。解答番号は、操作 II は **22**、操作 III は **23**。

- ① 2 mol/L 希塩酸
- ② 2% さらし粉水溶液
- ③ 10% 塩化ナトリウム水溶液
- ④ 1 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液
- ⑤ 0.10 mol/L 硫酸ナトリウム水溶液

問3 操作 I～III のうち、操作中に気体が発生するものはどれか。最も適当なものを、次の①～⑦から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **24**。

- ① 操作 I のみ
- ② 操作 II のみ
- ③ 操作 III のみ
- ④ 操作 I と操作 II
- ⑤ 操作 I と操作 III
- ⑥ 操作 II と操作 III
- ⑦ 操作 I～III すべて

化学〔B方式 11/20〕

問4 エーテル層Ⅱに含まれている化合物の組合せとして最も適当なものを、次の

①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **25**。

- ① アニリンとサリチル酸 ② アニリンとニトロベンゼン
 ③ アニリンとフェノール ④ サリチル酸とニトロベンゼン
 ⑤ サリチル酸とフェノール ⑥ ニトロベンゼンとフェノール

問5 水層Ⅱから取りだされた化合物の性質に関する記述 a～c のうち、正しいものを、後の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **26**。

- a 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると、紫に呈色する。
 b 特有の芳香臭をもつ淡黄色の液体である。
 c 混酸と十分に反応させるとピクリン酸が生じる。

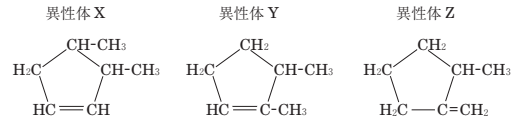
- ① aのみ ② bのみ ③ cのみ
 ④ aとb ⑤ aとc ⑥ bとc

問6 アニリン、サリチル酸、ニトロベンゼン、フェノールの4種類の化合物が混合しているエーテル溶液Aに、さらにアセチルサリチル酸を加えて、同様な手順で操作を行うと、アセチルサリチル酸はどこに分離されるか。分離された層として最も適当なものを、次の①～④から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **27**。

- ① 水層Ⅰ ② 水層Ⅱ ③ 水層Ⅲ ④ エーテル層Ⅳ

B 次の文章を読み、後の問いに答えなさい。

分子式が C_5H_{10} で表され五員環構造をもつ炭化水素のうち、五員環の炭素原子2箇所に炭化水素基が結合した化合物には、例として、次図の異性体 X、Y のように環状の炭素間結合のうち1か所に二重結合があるものと、異性体 Z のように側鎖に二重結合があるものが考えられる。



シストランズ異性体や鏡像異性体を考慮しないとすると、五員環の炭素原子2箇所に炭化水素基が結合した化合物には、上記の X～Z を含めて8種類の構造異性体がある。これら8種類の構造異性体のうち、左右対称の構造をもつ化合物[※]は **ア** 種類である。

これらの炭化水素の二重結合に触媒を用いて水素を作用させると、エチレンなどと同様に水素が付加する反応が起きる。このようにして、^(b)水素が付加して生じる炭化水素の構造異性体は **イ** 種類である。

一方、分子式が C_6H_{12} で表され六員環構造をもつ炭化水素のうち、六員環の環状の炭素間結合に二重結合がある構造異性体は **ウ** 種類、側鎖に二重結合がある構造異性体は **エ** 種類である。

※注：左右対称の構造をもつ化合物とは、分子を二分する面に対し、左右の部分が対称である立体構造をもつ化合物である。

問1 文中の下線部(a)、(b)の炭化水素の分類名の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **28**。

	(a)の炭化水素	(b)の炭化水素
①	シクロアルカン	アルカン
②	シクロアルカン	アルケン
③	シクロアルケン	アルケン
④	シクロアルケン	シクロアルカン
⑤	シクロアルケン	シクロアルキン
⑥	シクロアルキン	アルケン
⑦	シクロアルキン	シクロアルカン
⑧	シクロアルキン	シクロアルケン

問2 空欄 **ア** ～ **エ** に当てはまる数として最も適当なものを、次の①～⑥から1つずつ選び、マークしなさい。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。解答番号は、アは **29**、イは **30**、ウは **31**、エは **32**。

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

(化学問題 おわり)