

# 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

混合気体の分離、物質の状態変化、塩の特徴、酸と塩基の混合溶液のpH、イオン交換膜について、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。

基礎的事項の記憶や理解はもちろんですが、複数の知識を組み合わせて考える力が必要な問題が多く、平均正解率は5割以下でした。また、問題分量が多めで、思考や計算のスピードが必要でした。

#### II：無機化学、理論化学

Aは、14族元素である炭素、ケイ素、スズ、鉛に関する知識や理解をみる問題です。

問1は、14族の非金属元素が取りうる酸化数の範囲は、最外電子殻が安定な電子殻になったときの $-4$ から、価電子をすべて失ったときの $+4$ であることの問題を問いました。

Bは、各エネルギー図が、解離エネルギー、昇華熱、生成熱などを表していることを読み取り、問われているエネルギーを求める問題です。「与えられた熱化学方程式から、必要なエネルギーを求める」という一般的な解法の理解に加え、エネルギー図の正しい理解を問いました。

#### III：理論化学

Aは、U字管の浸透の実験をテーマに、浸透圧に関する理解を問う問題です。

問2では、溶液の高低差による水圧から、浸透圧の大きさを求めることができるかを問いました。実際に計算するとかなり煩雑になりますが、ここでは計算式例を選択肢とすることで計算力は必要とせず、化学的な原理や、密度と体積と圧力などの関係についての深い理解を問いました。

Bは、硝酸カリウムの溶解度曲線から、濃度や、冷却時の析出量を求める標準的な問題です。しっかりと問題演習を積んできたかが表れる問題で、平均正解率は7割以上でした。

Cは、硫化水素の2段階電離に関する標準的な問題で、平均正解率は7割程度でした。

#### IV：有機化学

Aは、1級アルコールの脱水によるアルケン生成の問題で、教科書では発展的事項としての扱いです。授業では学んでいない人も想定し、脱水して2つの物質が生成することや、どちらが多く生成するのかを説明し、説明文から理解したことが活用できるかを問いました。

Bは、分子式が $C_{19}H_{20}O_4$ というかなり大きなエステル分子Aをテーマに、加水分解して生成する3つの物質B、C、Dの性質から、エステルAの構造を求める問題です。

問1では、化合物Bの元素分析結果から分子式を求め、芳香族の異性体数を求める標準的な問題でしたが、正解率はかなり低くなりました。問2の化合物Bの構造式は正解率が高かったため、すべての異性体を書きだすことができていると思われず、問3の化合物Cの構造式の正解率は高かったのですが、問4の化合物Dの構造に関する理解はできていませんでした。

有機化合物の構造決定の問題は、分解生成物に関する複数の分析結果から官能基を推定し、どのような構造なのかを判断していきますので、基礎知識とともに知識を組み合わせる総合的な理解が必要な内容です。

### B方式

#### I：小問集合

周期表、金属の利用、化学史、酸と塩基の混合時の濃度、酸

化還元反応の量的関係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。

基礎的事項の記憶や理解はもちろんですが、複数の知識を組み合わせて考える力が必要な問題が多く、平均正解率はほとんどが4割以下でした。

#### II：無機化学、理論化学

Aは、窒素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4は、オストワルト法による硝酸の生成量を計算する問題で、確実に理解しておいてほしい内容です。

Bは、標準電極電位と半電池に関する問題で、教科書では発展的事項としての扱いです。標準電極電位、および半電池の原理と反応式を問題文中で説明し、その内容を理解・活用して解くことを想定しました。

問1は、亜鉛の電極電位やダニエル電池の起電力を求める問題です。説明文中の電位の式を利用できるかを問いました。問2では、電極電位は電解液の濃度に影響されることから、濃度の差によって電池になることの問題を問いました。

Cは、格子エネルギーとボルン・ハーバーサイクルに関する問題です。聞きなれない用語ですが、それに惑わされず、エネルギー図の読み取りと、ヘスの法則をきちんと使えるかどうかを問いました。

化学は、知識を覚えることも大切ですが、見慣れない用語や式などであっても、説明文をその場で理解して活用することができるかどうか大切です。

#### III：理論化学

Aは、理想溶液の気液平衡における凝縮曲線とモル分率に関する説明文を読んで、理解・活用ができるかを問う問題です。蒸気圧曲線の知識をもとに、蒸気圧の代わりにモル分率を考え、蒸気圧曲線の縦軸と横軸を入れ替えたものを推定するという、やや難しい考え方が必要となり、正解率は4割程度でした。

Bは、 $SO_2$ と $SO_3$ の平衡反応をテーマに、平衡移動の理解や、圧平衡定数を求めることができるかを問いました。

Cは、炭酸水溶液の電離と緩衝作用に関する問題で、やや複雑な計算も含んでおり、十分な問題演習が必要とされました。

#### IV：有機化学

Aは、炭素原子間に二重結合を含む1級アルコールに関する問題で、エノール形とケト形は、教科書では発展的事項としての扱いです。

問1は、ビニルアルコールとアルデヒドの生成を問いましたが、7割程度正解できていました。しかし、問2のアルコールの異性体の書き出しがあまりできていませんでした。二重結合をもつアルコールの炭素骨格がすべて書き出せない空欄ア、イ、ウも間違えてしまいます。炭素骨格をきれなく書き出し、どのような官能基をもち、どの位置にあるのかを見極める力が問われました。

Bは、分子式が $C_{13}H_{10}O_3$ 、 $C_{13}H_{11}NO_2$ というかなり大きなエステルAとアミドBをテーマに、加水分解して生成する物質の性質から、AとBの構造式を求める問題です。

問1(1)では、それぞれの物質の反応から官能基を推定し、どの異性体かを決定することができるかを問いました。しかし、3つの物質いずれも正解率が3割以下でした。AはO原子が3つあることから、エステル結合( $-CO-O-$ )以外にもO原子が一つあることがわかります。炭酸水素ナトリウム水溶液に溶けず、水酸化ナトリウム水溶液に溶けたことから、フェノール性OHをもつ、というように、知識を組み立てて論理的に考えていく力が必要とされます。

## 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    S : 32  
 Cu : 64  
 気体定数 :  $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$     アボガドロ定数 :  $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$   
 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 混合気体の分離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 1。

- ① 水素にアンモニアを少し含む混合気体から水素だけを得るには、希硫酸に混合気体を通じるとよい。
- ② メタンに硫化水素を少し含む混合気体からメタンだけを得るには、硫酸銅(II)水溶液に混合気体を通じるとよい。
- ③ 酸素に二酸化硫黄を少し含む混合気体から酸素だけを得るには、過酸化水素水に混合気体を通じるとよい。
- ④ 窒素に二酸化炭素を少し含む混合気体から窒素だけを得るには、水酸化ナトリウム水溶液に混合気体を通じるとよい。
- ⑤ 二酸化炭素に塩化水素を少し含む混合気体から二酸化炭素だけを得るには、水酸化バリウム水溶液に混合気体を通じるとよい。
- ⑥ 塩化水素に水蒸気を少し含む混合気体から塩化水素だけを得るには、濃硫酸に混合気体を通じるとよい。

問2 次の図1は、圧力を一定に保つことができる密閉容器に、分子量  $M$  の純物質を  $w$  [g] 入れ、物質が固体から気体になるまで加熱したときの、加えた熱量  $q$  [J] と温度  $t$  [°C] の関係を示している。これに関する記述として最も適当なものを、後の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 2。

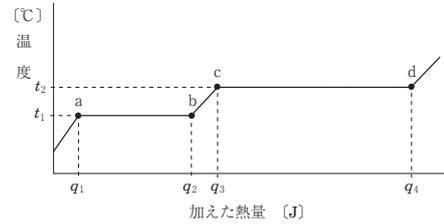


図1

- ① b - c 間において蒸気圧は一定の値を示す。
- ② b - c 間の傾きが大きいほど比熱が大きい。
- ③ 圧力を上げると、 $t_1$  と  $t_2$  は高くなる。
- ④ 物質量を増やすと、 $t_1$  は高くなる。
- ⑤ 融解熱は  $\frac{w}{M}(q_2 - q_1) \times 10^{-3}$  [kJ/mol] で表される。
- ⑥ 物質量にかかわらず、 $q_4 - q_3$  は一定の値を示す。

問3 次の記述 a～d のうちから、正しい記述を選んだ組み合わせとして最も適当なものを、後の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 3。

- a 1 個の塩基と 2 個の酸が、物質量比 1 : 1 で中和してできる塩の水溶液の pH は、常に 7 より小さい。
- b 正塩の水溶液は、正塩の種類によらず常に中性である。
- c 強酸と強塩基から生じた正塩は、ほとんど加水分解しない。
- d 温度が一定ならば、水のイオン積はどんな塩の水溶液でも常に一定である。

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

問4 0.100 mol/L の塩酸 20.0 mL に、0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を  $x$  [mL] 加えたところ、全量は  $(20+x)$  mL となり、pH が 12.0 になった。滴下した水酸化ナトリウム水溶液の体積  $x$  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。ただし、水のイオン積を  $K_w = 1.00 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$  とする。解答番号は 4。

- ① 21.4 mL                      ② 22.8 mL                      ③ 23.2 mL
- ④ 24.4 mL                      ⑤ 25.6 mL                      ⑥ 26.8 mL

問5 次の図2のように、電解槽に食塩水を入れて陽イオン交換膜と陰イオン交換膜2枚ずつで交互に区切り、炭素(黒鉛)を電極として直流電流を流した。食塩水の濃度が大きくなる区画として最も適当なものを、後の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 5。

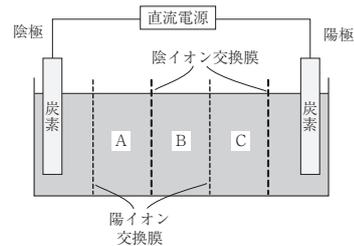


図2

- ① A のみ                      ② B のみ                      ③ C のみ
- ④ A と B                      ⑤ A と C                      ⑥ B と C

II 次の問題A・Bに答えなさい。解答番号は **6** ～ **14**。

A 次の文章を読み、後の問いに答えなさい。

14族元素のうち、原子番号の小さな炭素やケイ素は非金属元素に分類され、大きなスズや鉛は金属元素に分類される。

炭素の単体には多くの同素体があり、このうち黒鉛はやわらかく電気を通すが、<sup>(a)</sup>ダイヤモンドは硬く電気は通さないなどの違いがある。炭素の酸化物は一酸化炭素や二酸化炭素などの気体であるが、<sup>(b)</sup>ケイ素の酸化物である二酸化ケイ素は、<sup>(c)</sup>結晶で固体であり、ケイ素の化合物は工業材料として重要である。

炭素の化合物中での酸化数は、最も小さいものでは **ア**、大きいものではCO<sub>2</sub>などの+4であるが、スズや鉛が化合物中で通常とる酸化数は、**イ**か**ウ**である。一般に、スズは酸化数が**イ**、鉛は**ウ**の化合物が安定である。

問1 文中の空欄 **ア** ～ **ウ** に当てはまる酸化数として最も適当なものを、次の①～⑨からそれぞれ1つずつ選び、マークしなさい。ただし、同じ空欄記号には同じ数が入る。解答番号は、**ア**は **6** **イ**は **7** **ウ**は **8**。

- ① -6    ② -4    ③ -3    ④ -2    ⑤ 0  
⑥ +2    ⑦ +3    ⑧ +4    ⑨ +6

問2 下線部(a)について、次の炭素の同素体a～cのうちから、電気伝導性を示す同素体をすべて選んだものはどれか。最も適当なものを、後の①～⑦から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **9**。

- a フラーレン    b カーボンナノチューブ    c グラフエン
- ① aのみ    ② bのみ    ③ cのみ    ④ aとb  
⑤ aとc    ⑥ bとc    ⑦ aとbとc

問3 下線部(b)について、一酸化炭素と二酸化炭素のいずれにも当てはまる性質はどれか。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 **10**。

- ① 酸性酸化物に分類される。    ② 石灰水を白濁させる。  
③ 還元作用を示す。    ④ 水にほとんど溶けない。  
⑤ 無色の気体である。    ⑥ 空気中で点火すると燃える。

問4 下線部(c)について、ケイ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 **11**。

- ① ケイ素の単体は、ダイヤモンド型の結晶構造をとる。  
② 純度の高いケイ素の単体は、半導体として用いられる。  
③ ケイ素は自然界では単体として存在せず、酸化物やケイ酸塩として地殻に多く存在する。  
④ ケイ酸ナトリウムに水を加え、加熱して溶かしたものをソーダ石灰ガラスという。  
⑤ ケイ酸を加熱して乾燥させたものを、シリカゲルという。  
⑥ 二酸化ケイ素の結晶は、1つのケイ素原子に4つの酸素原子が共有結合してできている。

問5 下線部(d)について、鉛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 **12**。

- ① 単体は硫酸には溶けにくいだが、塩酸には溶ける。  
② 単体は水酸化ナトリウム水溶液に溶ける。  
③ 単体は密度が大きく、やわらかい。  
④ 単体はX線を吸収する性質がある。  
⑤ クロム酸塩は黄色で水に溶けにくい。  
⑥ 単体や酸化物は、蓄電池の電極として使われる。

B 次の文章を読み、後の問いに答えなさい。

次の図1中のA～Dは、水素H<sub>2</sub>、ヨウ素I<sub>2</sub>、ヨウ化水素HIの状態とエネルギーの関係を示したものである。

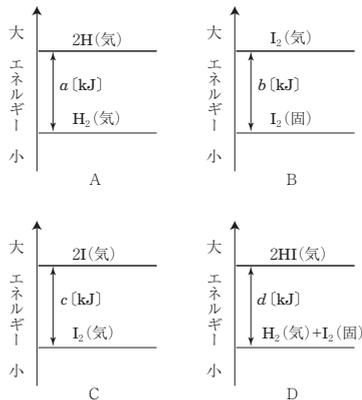
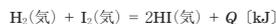


図1

問1 次の熱化学方程式中のQを、図1中のa～dを用いて表した式として最も適当なものを、後の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **13**。



- ① a-d    ② b-d    ③ a+c+d  
④ a+b-d    ⑤ b+c+d    ⑥ a+b+c-d

問2 H-Iの結合エネルギーを、a～dを用いて表した式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 **14**。

- ① a+c-d    ② d-a-c    ③ a-b-c+d  
④ a +  $\frac{b+c}{2}$  -d    ⑤  $\frac{a+c+d}{2}$     ⑥  $\frac{a+b+c-d}{2}$

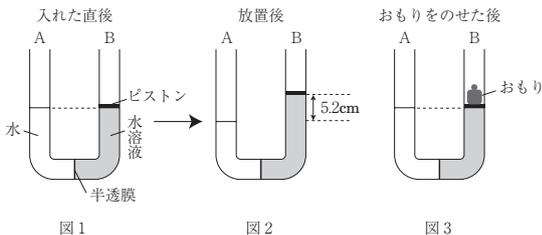
III 次の問題A～Cに答えなさい。解答番号は **15** ～ **23**。

A 次の文章を読み、後の問いに答えなさい。ただし、水および水溶液の密度はいずれも  $1.0 \text{ g/cm}^3$  とみなすことができ、水銀の密度を  $13.6 \text{ g/cm}^3$ 、 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg}$  とする。

大気圧が  $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、温度が  $300 \text{ K}$  で、半透膜を断面積  $5.0 \text{ cm}^2$  のU字管の中央に固定した。図1のように、このU字管のA側には水を  $100 \text{ mL}$ 、B側にはある水溶液を  $100 \text{ mL}$  入れて放置したところ、質量の無視できるピストンが動き、図2のように液面の高さの差が  $5.2 \text{ cm}$  になった。

次に、ピストンの上に質量  $m$  [g] のおもりをのせたところ、図3のようにA側とB側の液面の高さは等しくなった。

このように、純水と水溶液を半透膜で仕切って接触させると、水分子が浸透して液面に差が生じる。これを同じ高さにするには、水溶液に圧力を加える必要があり、これを浸透圧という。



問1 浸透圧に関する次の記述中の空欄 **ア**、**イ** に当てはまる語の組み合わせとして最も適当なものを、後の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **15**。

希薄溶液の浸透圧は、溶液の **ア** 濃度と絶対温度に比例する。これを **イ** の法則という。

	ア	イ
①	質量パーセント	ラウール
②	質量パーセント	ファンツホッフ
③	モル	ラウール
④	モル	ファンツホッフ
⑤	質量モル	ラウール
⑥	質量モル	ファンツホッフ

問2 図2、3について、次の(1)～(3)に答えなさい。

(1) 図2における浸透圧は、水溶液  $5.2 \text{ cm}$  の高さによる水圧に等しい。図2における浸透圧 [Pa] を求める計算式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 **16**。

- ①  $1.01 \times 10^5 \times \frac{5.2 \times 1.0}{76 \times 13.6}$
- ②  $1.01 \times 10^5 \times \frac{5.2 \times 1.0}{760 \times 13.6}$
- ③  $1.01 \times 10^5 \times \frac{76 \times 13.6}{5.2 \times 1.0}$
- ④  $1.01 \times 10^5 \times \frac{760 \times 13.6}{2.6 \times 1.0}$
- ⑤  $1.01 \times 10^5 \times \frac{2.6 \times 1.0}{76 \times 13.6}$
- ⑥  $1.01 \times 10^5 \times \frac{2.6 \times 1.0}{760 \times 13.6}$

(2) 図3での水溶液の濃度は、図2のときの濃度の何倍か。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 **17**。

- ①  $\frac{100}{126}$  倍
- ②  $\frac{100}{113}$  倍
- ③  $\frac{100}{105}$  倍
- ④ 1 倍
- ⑤  $\frac{105}{100}$  倍
- ⑥  $\frac{113}{100}$  倍
- ⑦  $\frac{126}{100}$  倍

(3) 図3でのせたおもりの質量は約何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 **18**。

- ① 18 g
- ② 23 g
- ③ 26 g
- ④ 29 g
- ⑤ 33 g
- ⑥ 46 g

B 次の文章を読み、後の問いに答えなさい。

次の図4は、硝酸カリウムの溶解度曲線である。

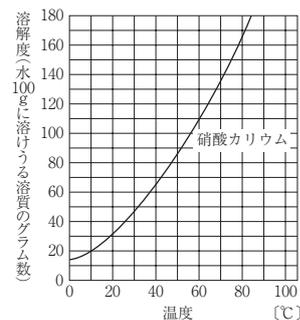


図4

問1 60°Cの硝酸カリウム飽和水溶液が200gある。次の(1)・(2)に答えなさい。

(1) この飽和水溶液に含まれる硝酸カリウムの質量は、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 43 g
- ② 52 g
- ③ 55 g
- ④ 95 g
- ⑤ 105 g
- ⑥ 110 g

(2) この飽和水溶液を10°Cまで冷却すると、硝酸カリウムの結晶が析出した。析出した結晶の質量は何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 **20**。

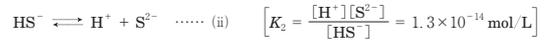
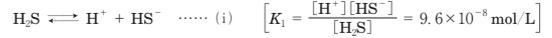
- ① 45 g
- ② 65 g
- ③ 82 g
- ④ 86 g
- ⑤ 90 g
- ⑥ 163 g

問2 80℃の温水 200 g に、硝酸カリウム 80 g を溶かして水溶液をつくった。この水溶液を冷却していったとき、硝酸カリウムの結晶が析出し始める温度は何℃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 **21**。

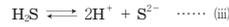
- ① 22℃ ② 26℃ ③ 33℃ ④ 39℃ ⑤ 42℃ ⑥ 48℃

C 次の文章を読み、後の問いに答えなさい。

硫化水素  $\text{H}_2\text{S}$  を水に溶解させると、次の (i)、(ii) 式のように2段階で電離し、水溶液は弱酸性を示す。1.013×10<sup>5</sup> Pa における硫化水素の飽和水溶液のモル濃度  $[\text{H}_2\text{S}]$  は 0.10 mol/L である。ここで、第1段階および第2段階の電離定数をそれぞれ  $K_1$ 、 $K_2$  とする。



問1 硫化水素の第1段階と第2段階を合わせた反応は、次の (iii) 式で表される。



これらの電離定数  $K$  を、 $K_1$ 、 $K_2$  を用いて表した式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 **22**。

- ①  $\frac{K_1 + K_2}{2}$       ②  $\frac{1}{K_1 + K_2}$       ③  $\frac{K_1}{K_2}$   
 ④  $\frac{K_2}{K_1}$       ⑤  $K_1 \times K_2$       ⑥  $\frac{1}{K_1 \times K_2}$

問2 pH が 1 の硫化水素水溶液中の、硫化物イオンのモル濃度  $[\text{S}^{2-}]$  は何 mol/L 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 **23**。

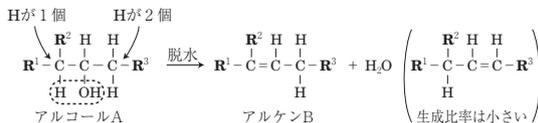
- ①  $1.0 \times 10^{-22} \text{ mol/L}$       ②  $1.2 \times 10^{-21} \text{ mol/L}$       ③  $1.2 \times 10^{-20} \text{ mol/L}$   
 ④  $8.3 \times 10^{-20} \text{ mol/L}$       ⑤  $1.0 \times 10^{-18} \text{ mol/L}$       ⑥  $8.3 \times 10^{-18} \text{ mol/L}$

IV 次の問題A・Bに答えなさい。解答番号は **24** ～ **41**。

A 次の文章を読み、後の問いに答えなさい。

1 価の飽和アルコールに濃硫酸を加えて加熱すると、分子内脱水によりアルケンが生じる。アルコールの脱水反応により生成するアルケンが複数種類ある場合、それぞれのアルケンの生成率について、次の I、II の規則が知られている。

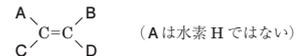
規則 I 次の式中のアルコールAのように、OHのついた炭素に隣接する炭素が2つ以上あり、分子内脱水により2種類以上のアルケンが生成しうる場合、アルケンBのような、結合する水素の数の少ないほうの炭素との間で脱水して生じたアルケンがより多く生成する。なお、 $\text{R}^1 \sim \text{R}^3$  はアルキル基を示す。



規則 II 生成するアルケンがシス-トランス異性体をもつ場合、トランス型がシス型より多く生成する。

2-ブタノール  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{OH}) - \text{CH}_3$  に濃硫酸を加えて加熱し、生成した気体を集めた。この気体を分析すると、3種類(シス-トランス異性体を区別)のアルケンの混合気体であることがわかった。これらのアルケンを生成量の多い順にA、I、ウとする。

問1 アルケンであるA、ウの構造を次のように表すとき、A～Dに当てはまる式を、後の①～⑤から1つずつ選び、マークしなさい。ただし、Aには炭化水素基が入るものとする。また、同じものを繰り返し選んでもよい。



解答番号は、アのAは **24** Bは **25** Cは **26** Dは **27**  
 ウのAは **28** Bは **29** Cは **30** Dは **31**。

- ①  $-\text{H}$       ②  $-\text{CH}_2$       ③  $-\text{CH}_3$   
 ④  $-\text{CH}_2 - \text{CH}_3$       ⑤  $-\text{CH} = \text{CH}_2$

問2 A、I、ウにはもう一つ、構造異性体であるアルケンのEが存在する。このうちアルケンのウとEについて、次の実験1・2を行った。後の(1)・(2)に答えなさい。

実験1 アルケンのウに水を付加させると2種類のアルコールが生じ、これらのアルコールに硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を加えて酸化すると、2種類の化合物オとカが得られた。オにヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて温めると、黄色の結晶を生じた。また、カにフェーリング液を加え加熱すると、赤色の沈殿が生じた。

実験2 アルケンのEに水を付加させ、2種類のアルコールのキとクを得た。キとクそれぞれに硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を加えて酸化すると、キは反応して化合物ケを生じたが、クは反応しなかった。ケにフェーリング液を加え加熱すると、赤色の沈殿が生じた。



## 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

気体定数 :  $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$

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 次の図1は、第4周期までの周期表を表す。図中のア～オの領域の元素に関する記述 a～d について、**誤りを含むものはどれか**。最も適当な組み合わせを、後の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 1。

族	1	2	10	11	12	13	14	15	16	17	18
周期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	ア										
2											
3		イ						エ			オ
4			ウ								

図1

- a イ、エに含まれる金属元素は、すべて典型元素である。  
 b ア、イ、エ、オには、単体が常温・常圧で気体として存在する元素は10種類である。  
 c イ、エに含まれる元素のうち金属元素の数と非金属元素の数は等しい。  
 d ウ、エ、オは、それぞれ両性元素を含む。

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

— 25 —

2022 食物 B

問2 金属の利用について、次の a 群と、b 群それぞれにおいて、共通して用いられている金属元素の組み合わせとして最も適当なものを、後の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 2。

a 群 5円硬貨、トタン板、乾電池

b 群 電熱線 形状記憶合金 100円硬貨

	a 群	b 群
①	Cu	Fe
②	Cu	Sn
③	Cu	Ni
④	Zn	Fe
⑤	Zn	Sn
⑥	Zn	Ni

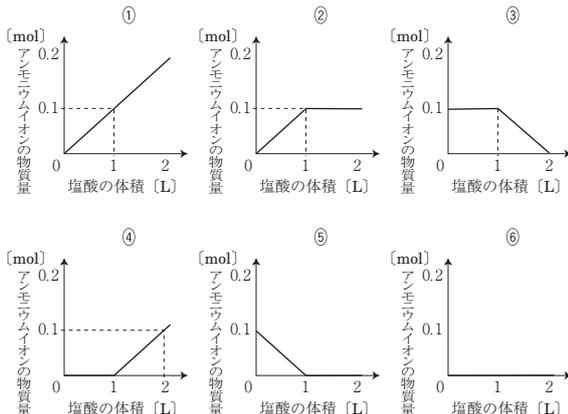
問3 化学史における、人名と関連する事項の組み合わせとして**誤りを含むもの**を、次の①～⑤から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 3。

	人名	事項
①	ドルトン	原子説
②	アボガドロ	アボガドロ定数の定義
③	ゲーリユサック	気体反応の法則
④	アレニウス	電離説
⑤	ラボアジエ	質量保存の法則

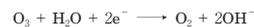
— 26 —

2022 食物 B

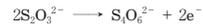
問4 0.1 mol/L のアンモニア水 (電離度 0.01) 1 L に、0.1 mol/L の塩酸を滴下していった。このとき加えた塩酸の体積 [L] を横軸に、水溶液中のアンモニウムイオンの物質量 [mol] を縦軸としたときのグラフとして最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 4。



問5 オゾンは酸化力の強い気体で、中性～塩基性では酸化剤として次のように反応する。



また、チオ硫酸ナトリウムは還元剤として次のように反応する。



0℃、 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$  において、オゾンを含んだ空気  $2.0 \times 10^3 \text{ L}$  を十分な量のヨウ化カリウム水溶液に通じると、ヨウ素が生じた。これに、デンプン水を示し薬として  $1.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$  のチオ硫酸ナトリウム水溶液を滴下していくと、2.00 mL で溶液の青紫色が無色になった。この空気に含まれるオゾンの体積の割合は何 ppm 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、 $1 \text{ ppm} = 1 \times 10^{-6}$  である。解答番号は 5。

- ① 0.056 ppm                      ② 0.112 ppm                      ③ 0.224 ppm  
 ④ 0.56 ppm                      ⑤ 1.12 ppm                      ⑥ 2.24 ppm

— 27 —

2022 食物 B

— 28 —

2022 食物 B

II 次の問題A～C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。

窒素は、生体を構成する元素の1つで、タンパク質や核酸などに含まれる。また、単体は大気中に体積で78%を占め、最も多く含まれる。窒素の単体は空気中では安定であるが、高温になると反応してさまざまな窒素酸化物を生じる。窒素の化合物には、窒素酸化物のほかに水素化合物であるアンモニア、オキソ酸である硝酸などがある。

硝酸は、肥料、染料、医薬品、火薬などの製造に広く用いられている。工業的にはアンモニアを原料としてつくられる。まず、アンモニアを空気と混合し、高温の白金網に接触させて一酸化窒素をつくる。一酸化窒素を冷却後、空気中の酸素と反応させて二酸化窒素とし、これを水に吸収させて硝酸とする。このとき発生した一酸化窒素は、硝酸の製造過程に戻されて、最終的に硝酸に変えられる。

問1 窒素およびその化合物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 窒素の単体は、亜硝酸アンモニウム分解により得られる。
- ② 一酸化窒素は無色、二酸化窒素は赤褐色の気体である。
- ③ 四酸化二窒素は無色で、二酸化窒素と平衡関係にある。
- ④ アンモニアは塩化アンモニウムに消石灰を加え、加熱して得られる。
- ⑤ 濃硝酸は酸化力があり、銅や銀と反応して二酸化窒素を生じる。
- ⑥ 希硝酸は酸化力はないが、銅や銀と反応して一酸化窒素を生じる。

問2 窒素およびその化合物の用途に関する次の記述a～cのうち、正しいものはどれか。すべて選択しているものを、後の①～⑦から1つ選び、マークしなさい。解答番号は 7。

- a アンモニアと二酸化炭素を高温高压で反応させると、窒素肥料として用いられる尿素が得られる。
- b グリセリンに濃硝酸と濃硫酸の混合溶液を反応させると、火薬や強心薬に用いられるニトログリセリンが得られる。
- c ベンゼンを硝酸でニトロ化して得られた物質を二クロム酸カリウムで酸化すると、黒色染料のアニンブラックが得られる。

- ① a                      ② b                      ③ c                      ④ aとb
- ⑤ aとc                  ⑥ bとc                  ⑦ aとbとc

問3 下線部について、標準状態(0℃、 $1.013 \times 10^5$  Pa)で100 Lのアンモニアを触媒を用いて空気中の酸素と反応させ、すべて一酸化窒素にした。この反応に必要な酸素の体積は、標準状態で何L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 8。

- ① 100 L                  ② 125 L                  ③ 150 L                  ④ 175 L
- ⑤ 200 L                  ⑥ 225 L                  ⑦ 250 L                  ⑧ 275 L

問4 標準状態で100 Lのアンモニアをすべて硝酸に変換したとすると、これから質量パーセント濃度が63%の濃硝酸は、理論上何g得られるか。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。解答番号は 9。

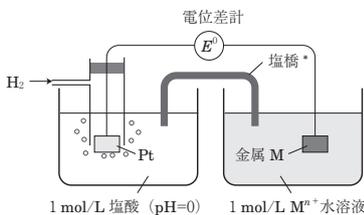
- ① 300 g                      ② 360 g                      ③ 400 g
- ④ 450 g                      ⑤ 560 g                      ⑥ 630 g

B 次の文章を読み、後の問いに答えなさい。

金属Mを同じ金属のイオン $M^{n+}$ を含む水溶液に入れると、やがては次のような平衡に達する。このとき、金属(電極)と水溶液(電解液)の間に電位差を生じる。



このように1つの電極とそのまわりの電解液からできた電極部を半電池といい、生じた電位を電極電位という。そして、次の図1の装置により水素 $H_2$ が $H^+$ になって電子を放出するときの値を基準の0Vとし、求めたい金属電極との組み合わせによる電池の起電力から測定した電位を、標準電極電位という。おもな金属電極の標準電極電位を表1に示す。標準電極電位は、値が小さいほど電子を放出しやすい。



\* 塩の水溶液を寒天などで固めたもの。両電解液を電気的につなぐはたらきをする。

図1

表1

電池反応	標準電極電位 $E^{\ominus}$ [V]
$Zn^{2+} + 2e^{-} \rightleftharpoons Zn$	-0.76
$2H^{+} + 2e^{-} \rightleftharpoons H_2$	0 (基準)
$Cu^{2+} + 2e^{-} \rightleftharpoons Cu$	+0.34

このとき電極電位 $E$ は、 $M^{n+}$ のモル濃度 $[M^{n+}]$ によっても変化し、25℃では次のような関係が成り立つ。ここで、 $E^{\ominus}$ はそれぞれの金属の標準電極電位である。

$$E = E^{\ominus} + \frac{0.059}{n} \log_{10} [M^{n+}] \quad \dots\dots (i)$$

問1 25℃で0.0010 mol/Lの $ZnSO_4$ 水溶液とZn、および、1.0 mol/Lの $CuSO_4$ 水溶液とCuからなるダニエル電池がある。次の(1)・(2)に答えなさい。

(1) この電池のZn側の電極電位 [V] 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 10。

- ① -0.94 V                  ② -0.85 V                  ③ -0.76 V                  ④ -0.67 V
- ⑤ -0.089 V                  ⑥ 0.67 V                  ⑦ 0.76 V                  ⑧ 0.85 V

(2) ダニエル電池の起電力は、2つの金属の電極電位の差である。この電池の起電力 [V] 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 11。

- ① 0.85 V                      ② 0.92 V                      ③ 1.10 V
- ④ 1.19 V                      ⑤ 1.99 V                      ⑥ 2.87 V

問2 同じ金属の組み合わせでも、水溶液の濃度が異なれば(i)式の電極電位が異なるので電池となる。これを濃淡電池という。次の記述中の空欄 **ア**・**イ** に当てはまる語と数値の組み合わせとして最も適当なものを、後の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **12**。

両極にアルミニウムを電極として、25℃で0.0010 mol/Lと0.10 mol/Lの硫酸アルミニウム水溶液に浸して濃淡電池をつくった。このとき濃度の小さいほうが **ア** 極であり、起電力は **イ** Vである。

	ア	イ
①	負	0.039
②	負	0.059
③	負	0.12
④	正	0.039
⑤	正	0.059
⑥	正	0.12

C 次の文章を読み、後の問いに答えなさい。

イオン結晶において、1 molの結晶を気体状態のイオンにするのに必要なエネルギーを、格子エネルギーという。塩化ナトリウム NaClの結晶の格子エネルギーは、次の(i)式のように表される。



塩化ナトリウムの格子エネルギーは直接測定できないため、各過程の反応熱を用いて、これを組み合わせて求める。図2は、塩化ナトリウムの格子エネルギーにかかわる反応熱などのエネルギーの関係を表したものである。このような、実験値に基づき格子エネルギーを算出するための循環過程を、ボルン・ハーバーサイクルという。

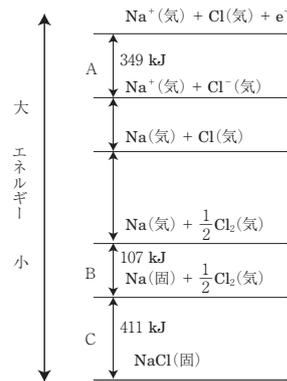


図2

ここで、図中の段階A～Cのうち、Aは **ア** の **イ** を、BはNa(固)の **ウ** を、CはNaCl(固)の **エ** を表す。

問1 図2に関して、次の(1)・(2)に答えなさい。

(1) 文章中の **ア**、**イ** に当てはまる語の組み合わ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 **13**。

	ア	イ
①	Cl(気)	イオン化エネルギー
②	Cl(気)	電子親和力
③	Na(気)	イオン化エネルギー
④	Na(気)	電子親和力
⑤	Cl(気)とNa(気)	イオン化エネルギー
⑥	Cl(気)とNa(気)	電子親和力

(2) 文章中の **ウ**、**エ** に当てはまる語の組み合わ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 **14**。

	ウ	エ
①	昇華熱	蒸発熱
②	昇華熱	生成熱
③	昇華熱	イオン化エネルギー
④	結合エネルギー	蒸発熱
⑤	結合エネルギー	生成熱
⑥	結合エネルギー	イオン化エネルギー

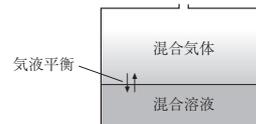
問2 Na(気)のイオン化エネルギーが496 kJ/molであるとする。Cl-Clの結合エネルギーは何kJ/molか。最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **15**。

- ① 120 kJ/mol      ② 134 kJ/mol      ③ 145 kJ/mol
- ④ 240 kJ/mol      ⑤ 268 kJ/mol      ⑥ 289 kJ/mol

III 次の問題A～Cに答えなさい。解答番号は **16** ～ **26**。

A 次の文章を読み、後の問いに答えなさい。

ベンゼンとトルエンのように、混合時に発熱や体積変化がないなど、互いに全く影響し合わない均一な混合溶液を理想溶液という。理想溶液を一定温度で密閉容器に入れて放置すると、空間はこれらの混合した蒸気で満たされ、<sup>(a)</sup>それぞれの物質について気液平衡(蒸発平衡)の状態となる。



次の図1は、ベンゼンとトルエンの混合溶液及び蒸気における組成(ベンゼンのモル分率)と、沸点および凝縮点の関係を示したものである。実線はさまざまな組成の溶液の温度を上げていったとき、沸騰が起きる温度のラインを表しており、液相線あるいは沸騰曲線という。また、破線はさまざまな組成の蒸気の温度を下げていったとき、凝縮が始まる温度のラインを表しており、気相線あるいは凝縮曲線という。そして、実線より下の範囲を液相、破線より上を気相といい、二つの線で囲まれた領域では気相と液相が共存する範囲を示す。

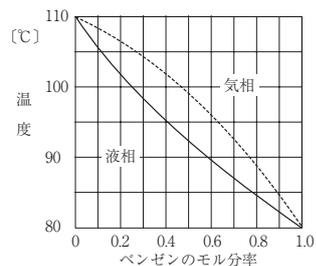


図1

図1を見ると、同じ温度における混合溶液と蒸気では、組成が異なることがわかる。例えば、ベンゼンのモル分率が0.25であるベンゼンとトルエンの混合溶液を加熱していくと溶液は「ア」℃で沸騰し、ベンゼンのモル分率が「イ」である蒸気が生じる。この蒸気を凝縮するとモル分率が変化した液体となり、再び加熱すると「ウ」℃で沸騰し、ベンゼンのモル分率が「エ」である蒸気が生じる。

このようにして、蒸発と凝縮を繰り返していくと、それぞれの物質を分離でき、この操作を分留という。

問1 前ページの下線部(a)について、このとき、混合気体中の各気体の分圧は次のように混合溶液中のモル分率に比例する。

$$P_b = x_b P_b^0 \quad \left[ x_b, x_t : \text{ベンゼン, トルエンのモル分率 (ただし, } x_b + x_t = 1.0) \right]$$

$$P_t = x_t P_t^0 \quad \left[ P_b^0, P_t^0 : \text{ある温度における純粋なベンゼン, トルエンの飽和蒸気圧} \right]$$

大気圧が  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  のもとでベンゼンとトルエンの混合溶液を加熱していくと、ある温度（沸点）で沸騰した。この沸点における純粋なベンゼンとトルエンの飽和蒸気圧がそれぞれ  $1.3 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、 $5.4 \times 10^4 \text{ Pa}$  であるとき、この混合溶液のベンゼンのモル分率として最も適当な数値を、次の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は「16」。

- ① 0.60    ② 0.66    ③ 0.73    ④ 0.78    ⑤ 0.80    ⑥ 0.85

問2 図1に関して、次の(1)・(2)に答えなさい。

(1) 空欄「ア」・「イ」に当てはまる数値の組み合わ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「17」。

	ア	イ
①	100	0.10
②	100	0.47
③	100	0.53
④	105	0.10
⑤	105	0.47
⑥	105	0.53

(2) 空欄「ウ」・「エ」に当てはまる数値の組み合わ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「18」。

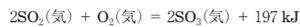
	ウ	エ
①	93	0.56
②	93	0.66
③	93	0.74
④	98	0.56
⑤	98	0.66
⑥	98	0.74

問3 下線部(b)の操作を1回として、ベンゼンのモル分率が0.20であるベンゼンとトルエンの混合溶液の分留操作を4回行ったときの、留出液中のベンゼンのモル分率として最も適当な数値を、次の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は「19」。

- ① 0.50    ② 0.62    ③ 0.73    ④ 0.79    ⑤ 0.88    ⑥ 0.98

B 次の文章を読み、後の問いに答えなさい。

二酸化硫黄  $\text{SO}_2$  は亜硫酸ガスともよばれ、自然界で火山ガスの成分として発生するほか、石油や硫黄を含む化石燃料の燃焼などによっても生じる。二酸化硫黄と酸素  $\text{O}_2$  を混合して高温に保つと、三酸化硫黄  $\text{SO}_3$  を生じる。この反応は次の熱化学方程式で表され、可逆反応である。



$\text{SO}_2$  や  $\text{SO}_3$  などの硫黄酸化物は酸性雨の原因の1つで、ソックス  $\text{SO}_2$  とよばれる。容積と温度が可変の反応装置に  $\text{SO}_2 : \text{O}_2 = 2 : 1$  の物質比で入れ、容積と温度を一定に保つと、一部が変化して  $\text{SO}_3$  が生じ、 $\text{SO}_2 : \text{SO}_3 = 2 : 3$  の物質比で平衡に達した。このとき、全圧は  $3.0 \times 10^4 \text{ Pa}$  であった。

問1 この平衡状態に対する操作として、 $\text{SO}_2$  の物質が増加するものはどれか。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「20」。

- ① 温度一定で、装置内の容積を小さくする。  
 ② 圧力一定で、装置内の温度を低くする。  
 ③ 温度・容積一定で、装置内に黒鉛を加える。  
 ④ 温度・圧力一定で、装置内に触媒を加える。  
 ⑤ 温度・容積一定で、装置内にアルゴンを加える。  
 ⑥ 温度・圧力一定で、装置内にアルゴンを加える。

問2 下線部について、 $\text{SO}_2$  と  $\text{O}_2$  を入れた直後の全圧は何 Pa 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「21」。

- ①  $1.0 \times 10^4 \text{ Pa}$     ②  $2.5 \times 10^4 \text{ Pa}$     ③  $2.8 \times 10^4 \text{ Pa}$   
 ④  $3.2 \times 10^4 \text{ Pa}$     ⑤  $3.8 \times 10^4 \text{ Pa}$     ⑥  $5.0 \times 10^4 \text{ Pa}$

問3 この平衡反応の圧平衡定数の値として最も適当な数値（単位は省略している）を、次の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は「22」。

- ①  $2.3 \times 10^{-4}$     ②  $4.5 \times 10^{-4}$     ③  $3.0 \times 10^{-3}$   
 ④  $4.5 \times 10^{-3}$     ⑤ 2.3    ⑥ 3.0

C 次の文章を読み、後の問いに答えなさい。

水に溶解した二酸化炭素  $\text{CO}_2$  の一部は水分子と反応して、次の(i)式のように水素イオン  $\text{H}^+$  と炭酸水素イオン  $\text{HCO}_3^-$  を生じる。



ここに炭酸水素ナトリウム  $\text{NaHCO}_3$  が存在すると、水溶液中には  $\text{NaHCO}_3$  の電離による炭酸水素イオン  $\text{HCO}_3^-$  が多量に存在するので、純水に二酸化炭素を溶かしたときに比べて、水素イオン濃度  $[\text{H}^+]$  は **ア** になっている。このような水溶液に酸を少量加えると、水素イオンは **イ** と反応し、強塩基を少量加えると、水酸化物イオン  $\text{OH}^-$  が **ウ** と反応する。したがって pH はあまり変化しない。このような作用を **緩衝作用** という。

炭酸と炭酸水素ナトリウムの緩衝液について、密閉容器に炭酸水素ナトリウム水溶液を 1.0 L 入れ、一定圧力の二酸化炭素を接触させて二酸化炭素を溶解させた。25℃ で (i) 式の平衡により、水溶液中の  $\text{CO}_2$  と  $\text{HCO}_3^-$  の濃度がそれぞれ、 $[\text{CO}_2] = 2.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ 、 $[\text{HCO}_3^-] = 2.4 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$  となった。

問1 下線部 (a) について、この作用を示す溶液はどれか。すべて正しく選択しているものを、後の①～⑦から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **23**。

- a 乳酸と乳酸ナトリウムの混合水溶液
- b 硝酸と硝酸アンモニウムの混合水溶液
- c アンモニアと塩化アンモニウムの混合水溶液

- ① a                    ② b                    ③ c                    ④ a と b
- ⑤ a と c              ⑥ b と c              ⑦ a と b と c

問2 空欄 **ア** ～ **ウ** に当てはまる語句と化学式の組み合わ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 **24**。

	ア	イ	ウ
①	大きく	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{CO}_2$
②	大きく	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{H}^+$
③	大きく	$\text{HCO}_3^-$	$\text{CO}_2$
④	大きく	$\text{HCO}_3^-$	$\text{H}^+$
⑤	小さく	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{CO}_2$
⑥	小さく	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{H}^+$
⑦	小さく	$\text{HCO}_3^-$	$\text{CO}_2$
⑧	小さく	$\text{HCO}_3^-$	$\text{H}^+$

問3 下線部 (b) について、この水溶液の pH を次の形式で表すと、**工**、**オ** に当てはまる最も適当な数値を、それぞれ後の①～⑧から1つずつ選び、マークしなさい。ただし、(i) 式の反応の電離定数を  $4.8 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$  とし、必要ならば  $\log_{10} 2.0 = 0.30$  を用いなさい。なお、同じものを選んでよい。解答番号は、**工** は **25**、**オ** は **26**。

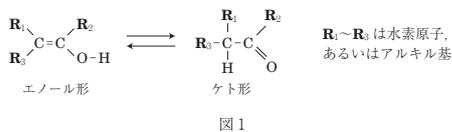
$$\text{pH} = \text{工}.\text{オ}$$

- ① 1                    ② 2                    ③ 3                    ④ 4                    ⑤ 5
- ⑥ 6                    ⑦ 7                    ⑧ 8                    ⑨ 9                    ⑩ 0

IV 次の問題 A・B に答えなさい。解答番号は **27** ～ **40**。

A 次の文章を読み、後の問いに答えなさい。

炭素-炭素間の二重結合をもつ炭素に  $\text{OH}$  基が結合している化合物において、次の図1のように、左側をエノール形、右側をケト形といい、平衡関係にある。この場合、エノール形は不安定で、安定なケト形に変化しやすい。

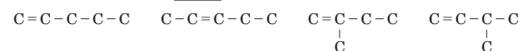


問1 アセチレン  $\text{CH}=\text{CH}$  に水  $\text{H}_2\text{O}$  を付加させたときに生成する、エノール形の物質の名称とケト形の物質の性質の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑥の中から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **27**。

	エノール形の物質の名称	ケト形の物質の性質
①	エチレングリコール	水とは混じり合わない
②	エチレングリコール	還元性をもつ
③	エチレングリコール	単体のナトリウムと反応する
④	ビニルアルコール	水とは混じり合わない
⑤	ビニルアルコール	還元性をもつ
⑥	ビニルアルコール	単体のナトリウムと反応する

問2 分子式が  $\text{C}_2\text{H}_{10}\text{O}$  で、炭素-炭素間の二重結合をもつアルコールについて、空欄 **ア** ～ **ウ** に当てはまる数を、後の①～⑧の中から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 **28**、**イ** は **29**、**ウ** は **30**。

このアルコールの炭素骨格の種類は、下記のものを含めて合計 **ア** 種類あり、安定なアルコールは **イ** 種類ある。



また、安定なアルコールのうち不斉炭素原子を1つもつものは、立体異性体を考慮しないと **ウ** 種類である。

- ① 4                    ② 5                    ③ 6                    ④ 8                    ⑤ 10
- ⑥ 12                    ⑦ 13                    ⑧ 14                    ⑨ 15                    ⑩ 18

問3 問2の **ウ** 種類のうちのアルコール **A**、**B**、**C**、**D** について、次のことがわかっている。後の(1)・(2)に答えなさい。

- 1 アルコール **A**～**C** にはシーストランス異性体は存在しない。**D** にはシーストランス異性体が存在し、炭素骨格に枝分かれはない。また、**A**、**B**、**D** は不斉炭素をもつ。
- 2 アルコール **A**、**B**、**C**、**D** に、白金触媒を用いてそれぞれ水素を付加させると、**A** からは化合物 **E** が、**B**、**D** からは同じ化合物 **F** が生成した。また、**C** からは化合物 **G** が生成した。
- 3 化合物 **E**、**F**、**G** のうち、**E** は不斉炭素をもたないが、**F** と **G** はもつ。
- 4 化合物 **E**、**F**、**G** に硫酸酸性二クロム酸カリウム水溶液を加えておだやかに酸化すると、**E**、**F** からはいずれも **工** をもつ化合物が生じた。これらは **オ**。また、**G** からは **カ** をもつ化合物 **H** が生じ、これは **キ**。
- 5 化合物 **H** を酸化するとカルボン酸が生じた。

(1) アルコール **D** の示式として最も適当なものを、次の①～⑥の中から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **31**。

- ①  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
- ②  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_3$
- ③  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$
- ④  $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
- ⑤  $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_3$
- ⑥  $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$

(2) 空欄 **工** ～ **キ** に当てはまる語句として最も適当なものを、次の①～⑩の中から1つずつ選び、マークしなさい。解答番号は、**工**は **32**

- オ**は **33**    **カ**は **34**    **キ**は **35**。
- ① ヒドロキシ基
  - ② カルボキシ基
  - ③ カルボニル基
  - ④ ホルミル（アルデヒド）基
  - ⑤ エーテル結合
  - ⑥ エステル結合
  - ⑦ 銀鏡反応を示す
  - ⑧ 銀鏡反応は示さない
  - ⑨ 弱酸性の物質である
  - ⑩ 脱水性を示す

**B** 次の文章を読み、後の問いに答えなさい。

化合物 **A** と **B** はいずれもベンゼン環を2つずつもち、**A** は分子式  $\text{C}_{13}\text{H}_{10}\text{O}_2$  のエステル、**B** は分子式  $\text{C}_{13}\text{H}_{11}\text{NO}_2$  のアミドである。**A** と **B** に次の操作1～3を行った。

**操作1** **A** と **B** は水や炭酸水素ナトリウム水溶液にはほとんど溶けないが、十分な量の水酸化ナトリウム水溶液に **A** と **B** の混合物を少量入れると、いずれも溶けた。これを加熱すると、**A**、**B** ともに加水分解された。これを室温まで冷却すると、水溶液の表面に液体の化合物 **C** が浮いたので、これにエーテルを加え抽出した。

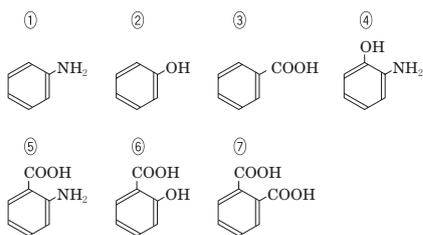
**操作2** 操作1で **C** を分離したあとの水溶液に、塩酸を少しずつ加えていくと、pHが5付近で **C** とは別の無色の固体の化合物 **D** が水溶液の表面に浮いてきたので、エーテルを加え、**D** を分離した。

**操作3** 操作2で **D** を分離したあとの水溶液にさらに塩酸を加えていくと、化合物 **E** の結晶が析出し始めた。そこで十分に塩酸を加え、**E** をエーテルで抽出した。

**A**、**B** が加水分解して生じた物質は **C**、**D**、**E** だけであった。

問1 化合物 **C**、**D**、**E** について、次の(1)・(2)に答えなさい。

(1) **C**、**D**、**E** 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。ただし、2置換体は異性体が3種類あるが、オルトで表記している。解答番号は、**C**は **36**    **D**は **37**    **E**は **38**。



(2) **C**、**D**、**E** のうち、さらし粉水溶液を加えて赤紫色になるものはどれか。すべて選んだものを、次の①～⑥から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **39**。

- ① **C**のみ
- ② **D**のみ
- ③ **E**のみ
- ④ **C**と**D**
- ⑤ **C**と**E**
- ⑥ **D**と**E**

問2 操作2と操作3で、それぞれのエーテル溶液中に **D** が 0.66 g、**E** が 2.2 g 抽出されたとする。操作1で抽出された **C** の質量は何 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 **40**。

- ① 0.42 g
- ② 0.83 g
- ③ 1.2 g
- ④ 1.4 g
- ⑤ 1.7 g
- ⑥ 2.4 g

(化学問題 おわり)