

必要があれば、原子量は次の値を使うこと。

H 1.00 C 12.0 N 14.0 O 16.0 Na 23.0

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

実在気体とことわりがない限り、気体は理想気体として扱うものとする。

1 次の各問いに答えよ。

問1 化学式が組成式の場合は①を、分子式の場合は②を選べ。

a Au

b I<sub>2</sub>

c O<sub>3</sub>

d CO<sub>2</sub>

e SiO<sub>2</sub>

f N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>

g Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>

問2 2種類の原子の第1イオン化エネルギーの大小を表したものについて、正しい場合は①を、誤っている場合は②を選べ。

a Li > Na

b Cl > Na

c Ne > He

d F > Cl

e H > He

問3 結晶A～Dはケイ砂、砂糖、食塩、ナフタレンのいずれかである。次の実験結果から結晶Aと結晶Cを解答群から一つずつ選べ。 結晶A  結晶C

実験結果1 AとBは水に溶解したが、CとDは水に溶解しなかった。

実験結果2 Aの水溶液は直流電流が流れたが、Bの水溶液は直流電流が流れなかった。

実験結果3 CとDをガスバーナーで加熱すると、Cは融解したが、Dは融解しなかった。

① ケイ砂 ② 砂糖 ③ 食塩 ④ ナフタレン

問4 体積可変の密閉容器に、 $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $1.0\times 10^5\text{ Pa}$ で  $3.0\text{ L}$ のヘリウムと、 $1.8\text{ g}$ の水を入れた。この容器を  $57\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $4.0\text{ L}$ にすると圧力は何Paになるか。最も適当な数値を解答群から一つ選べ。ただし、 $57\text{ }^{\circ}\text{C}$ の飽和水蒸気圧は  $1.7\times 10^4\text{ Pa}$ とし、ヘリウムの水への溶解は無視できるものとする。 15

- ①  $1.7\times 10^4$     ②  $6.8\times 10^4$     ③  $8.3\times 10^4$     ④  $1.0\times 10^5$     ⑤  $1.5\times 10^5$

問5 質量パーセント濃度  $40\%$ の硝酸カリウム水溶液  $300\text{ g}$ からある質量の水を蒸発させて  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ に冷却すると、 $57\text{ g}$ の硝酸カリウムが析出した。蒸発させた水の質量は何  $\text{g}$ か。最も適当な数値を解答群から一つ選べ。ただし、硝酸カリウムの  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ の溶解度は  $45$ である。 16

- ① 20    ② 40    ③ 80    ④ 100    ⑤ 120

2 次の各問いに答えよ。

問1 水素 $\text{H}_2$ と気体のヨウ素 $\text{I}_2$ からヨウ化水素 $\text{HI}$ が生じるときの生成熱は、 $4.5 \text{ kJ/mol}$ である。また、 $\text{H}_2$ と $\text{I}_2$ の結合エネルギーは $436 \text{ kJ/mol}$ と $151 \text{ kJ/mol}$ である。 $\text{HI}$ の結合エネルギーは何 $\text{kJ/mol}$ か。最も適当な数値を解答群から一つ選べ。 17

- ① 292    ② 294    ③ 296    ④ 298    ⑤ 584    ⑥ 588    ⑦ 592    ⑧ 596

問2 水溶液のpHに関する各記述について、正しい場合は①を、誤りを含む場合は②を選べ。

a pHが4の塩酸を水で10倍に希釈すると、pHは5になる。 18

b pHが4の塩酸を水で10000倍に希釈すると、pHは8になる。 19

c pHが10の水酸化ナトリウム水溶液を水で100倍に希釈すると、pHは12になる。 20

d pHが3の塩酸10 mLとpHが5の塩酸10 mLを混ぜると、pHは4になる。 21

e 0.01 mol/Lの硫酸水溶液のpHは2より小さい。 22

f 0.01 mol/Lの水酸化カルシウム水溶液のpHは12より小さい。 23

g 0.10 mol/Lの酢酸ナトリウム水溶液のpHは0.10 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液のpHより小さい。

24

問3 塩化ナトリウム水溶液をイオン交換膜法で電気分解すると、水酸化ナトリウムを得ることができる。

各問いに答えよ。

a 水酸化ナトリウムが得られるのはどちらの電極か。一つ選べ。 25

- ① 陽極    ② 陰極

b 1.0 kgの水酸化ナトリウムを得るのに必要な電気量は何Cか。最も適当な数値を解答群から一つ選べ。ただし、ファラデー定数は $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。 26

- ①  $1.2 \times 10^5$     ②  $2.4 \times 10^5$     ③  $3.6 \times 10^5$     ④  $4.8 \times 10^5$   
⑤  $1.2 \times 10^6$     ⑥  $2.4 \times 10^6$     ⑦  $3.6 \times 10^6$     ⑧  $4.8 \times 10^6$

c 水酸化ナトリウムの生成と同時に発生する気体の種類と発生する電極に関して正しいものを解答群から一つ選べ。 27

- ① 塩素が陽極から発生するのみ  
② 水素が陰極から発生するのみ  
③ 塩素が陽極から、水素が陰極から発生する  
④ 塩素が陰極から発生するのみ  
⑤ 水素が陽極から発生するのみ  
⑥ 塩素が陰極から、水素が陽極から発生する

問4  $X_2 + Y_2 \rightarrow 2XY$  で表される気体反応がある。4.0 Lの密閉容器内で反応させたところ、実験開始後10秒から20秒の間に $X_2$ が $2.0 \times 10^{-3}$  mol減少した。この間のXYの平均の生成速度は何mol/(L・秒)か。最も適当な数値を解答群から一つ選べ。 28

- ①  $1.0 \times 10^{-5}$    ②  $2.5 \times 10^{-5}$    ③  $5.0 \times 10^{-5}$    ④  $1.0 \times 10^{-4}$    ⑤  $2.5 \times 10^{-4}$    ⑥  $5.0 \times 10^{-4}$

問5 クロム酸銀の溶解度積は $K_{sp} = [Ag^+]^2[CrO_4^{2-}]$ と表される。クロム酸銀の飽和水溶液のモル濃度をC mol/Lとすると、クロム酸銀の溶解度積はどのように表されるか。解答群から一つ選べ。 29

- ①  $C^2$    ②  $2C^2$    ③  $3C^2$    ④  $4C^2$    ⑤  $C^3$    ⑥  $2C^3$    ⑦  $3C^3$    ⑧  $4C^3$

3 次の各問いに答えよ。

問1 身の回りの無機物質に関する各記述について、正しい場合は①を、誤りを含む場合は②を選べ。

- a 窒素は、液体空気の分留によって得られる。 30
- b 硫黄は、石油の精製過程でつくられる。 31
- c 次亜塩素酸は強い還元剤で漂白作用がある。 32
- d ソーダ石灰ガラスは、原子の配列に規則性がないアモルファス（非晶質）である。 33
- e 生石灰は、セッコウを焼いてつくられる。 34

問2 硫酸の各反応について、硫酸が酸化剤として働いている場合は①を、そうではない場合は②を選べ。

- a 亜鉛に希硫酸を加えると、水素が発生する。 35
- b 塩化バリウム水溶液に希硫酸を加えると硫酸バリウムが沈殿する。 36
- c 銅に濃硫酸を加えて加熱すると、二酸化硫黄が発生する。 37
- d 食塩に濃硫酸を加えて加熱すると、塩化水素が発生する。 38
- e セルロースに濃硫酸を加えると、炭化する。 39

問3 第2周期の元素に関する各記述について、正しい場合は①を、誤りを含む場合は②を選べ。

- a 1族、2族、13族の元素は金属元素である。 40
- b 14族の元素の単体は自然界に存在する。 41
- c 15族と16族の元素の単体には同素体が存在する。 42
- d 17族の元素は第2周期の元素のうちで電気陰性度が最大である。 43
- e 18族の元素は第2周期の元素のうちでイオン化エネルギーが最大である。 44

問4 身の回りの金属に関する各記述について、正しい場合は①を、誤りを含む場合は②を選べ。

- a アルミニウムは鉄の次に地殻中に多く存在する。 45
- b 鉄板の表面にスズをめっきしたものは、トタンとよばれる。 46
- c 銀を湿った空気中に長時間放置すると、緑青とよばれる錆<sup>さび</sup>を生じる。 47
- d 金は展性が大きく、光を通すほど薄くすることができる。 48
- e 希硫酸に鉛の電極を入れて充電すると、二次電池になる。 49

問5 製鉄に関する各記述について、正しい場合は①を、誤りを含む場合は②を選べ。

- a 溶鉱炉の下部から、熱風を吹き込み反応させている。 50
- b 溶鉱炉では、鉄の酸化物がコークスから生じた二酸化炭素によって還元される。 51
- c 溶鉱炉の炉底では、融解した銑鉄の上にスラグが浮かぶ。 52
- d 転炉では、銑鉄に含まれる炭素の量を減らす。 53
- e 鋼は、銑鉄より硬いがもろい。 54

4 次の各問いに答えよ。

問1 一般式が $C_nH_{2n}$ で表される炭化水素の異性体に関する各記述について、正しい場合は①を、誤りを含む場合は②を選べ。

- a 分子式が $C_2H_4$ で表される化合物には構造異性体はない。 55
- b 分子式が $C_3H_6$ で表される化合物には構造異性体が2種類ある。 56
- c 分子式が $C_4H_8$ で表される化合物の構造異性体のうち、鎖式化合物は4種類ある。 57
- d 分子式が $C_5H_{10}$ で表される化合物の構造異性体のうち、環式化合物は4種類ある。 58
- e 分子式が $C_6H_{12}$ で表される化合物の構造異性体のうち、鎖式化合物には光学異性体が存在するものが1種類ある。 59

問2 有機化合物の検出反応に関する各記述について、正しい場合は①を、誤りを含む場合は②を選べ。

- a パラジクロロベンゼンを、黒く焼いた銅線につけて炎に入れると、炎の色が青緑色になる。 60
- b エタンを臭素水に通すと、溶液の色が無色になる。 61
- c アセトンに、ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて温めると、黄色の沈殿が生じる。 62
- d 酢酸をアンモニア性硝酸銀水溶液に加えて温めると、銀が析出する。 63
- e プロピオン酸を、炭酸水素ナトリウム水溶液に加えると、気体が発生する。 64

問3 2-ブタノールに関する各記述について、正しい場合は①を、誤りを含む場合は②を選べ。

- a 光学異性体が存在しない。 65
- b ナトリウムと反応して水素を発生する。 66
- c 銀鏡反応を示す。 67
- d ヨードホルム反応を示す。 68
- e 脱水で生じるアルケンには、シス-トランス異性体(幾何異性体)が存在するものがある。 69

問4 ベンゼンからフェノールを合成する二つの方法(アルカリ融解法およびクメン法)に関する各記述について、正しい場合は①を、誤りを含む場合は②を選べ。

- a アルカリ融解法では、まず濃硝酸を用い、ベンゼンスルホン酸を生成する。 70
- b ベンゼンスルホン酸のナトリウム塩と、融解状態の水酸化ナトリウムを反応させるとナトリウムフェノキシドが生成する。 71
- c ナトリウムフェノキシドにアルカリを加えるとフェノールが遊離する。 72
- d クメン法では、ベンゼンにプロペンが反応すると、クメンが生成する。 73
- e クメン法では、別の生成物として、2-プロパノールが生成する。 74

問5 安息香酸、ナフタレン、フェノールを含むジエチルエーテル(以下エーテル)溶液がある。これら 3 種類の芳香族化合物を次の操作 1~2 により分離した。各問いに答えよ。

操作 1 エーテル溶液を分液ろうとに入れ、飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加えてよく振り混ぜ、水層アを分離した。

操作 2 操作 1 の後、分液ろうとに残ったエーテル層に水酸化ナトリウム水溶液を加えてよく振り混ぜ、水層イを取り出し、エーテル層ウと分離した。

a 水層ア、水層イ、エーテル層ウに含まれる化合物として適当なものを解答群から一つずつ選べ。

水層ア 75、水層イ 76、エーテル層ウ 77

- ① 安息香酸    ② 安息香酸ナトリウム    ③ ナフタレン
- ④ フェノール    ⑤ ナトリウムフェノキシド

b 最初のエーテル溶液にアニリンが含まれているとすると、同じ操作 1 と操作 2 を行った場合、アニリンはどの層に含まれるか。適当なものを解答群から一つ選べ。 78

- ① 水層ア    ② 水層イ    ③ エーテル層ウ