

「理科（化学）」

(解答番号 ～)

計算に必要な場合は、次の原子量および定数を用いよ。

H 1.0 C 12 O 16

0℃、 1.013×10^5 Pa における 1 mol の気体の体積 22.4 L

気体は理想気体として扱うものとする。

計算問題では、必要ならば四捨五入して答えよ。

I 次の（ア）～（エ）の記述について、下線部の語が単体を示している場合は ① を、元素を示している場合は ② を、指定された解答番号 ～ にマークせよ。

（ア）紙は、炭素、水素、酸素からなる。

（イ）水を電気分解すると、水素と酸素が得られる。

（ウ）塩化ナトリウムは、塩素とナトリウムからできている。

（エ）空気中には、窒素が最も多く含まれる。

II

次の原子 ① ～ ⑤ について、(1) ～ (3) の問いに答えよ。

① ${}^9\text{Be}$ ② ${}^{19}\text{F}$ ③ ${}^{26}\text{Mg}$ ④ ${}^{32}\text{S}$ ⑤ ${}^{40}\text{Ca}$

(1) 電子の数が最も少ない原子を、① ～ ⑤ のうちから一つ選び、その番号を解答番号 にマークせよ。

(2) 陽子と中性子の数が等しい原子を、① ～ ⑤ のうちから二つ選び、それらの番号を解答番号 と にマークせよ。ただし、解答の順序は問わない。

(3) 中性子の数が 10 である原子を、① ～ ⑤ のうちから一つ選び、その番号を解答番号 にマークせよ。

III

大気中の炭素全体に対する ${}^{14}\text{C}$ の割合は、過去から現在までほぼ一定である。ある遺跡から発見された木材中の ${}^{14}\text{C}$ の割合は、大気中での割合の $1/8$ に減少していた。この木材が伐採されたのは今から何年前と考えられるか、有効数字 2 桁で答えよ。

解答は、 $a \times 10^b$ 年 ($1 \leq a < 10$ 、 b は自然数) の形式とし、空欄 ～

に当てはまる数字と同じ番号を、指定された解答番号 ～

にマークせよ。ただし、 ${}^{14}\text{C}$ の半減期を 5730 年とする。

$$a = \text{ } . \text{ }$$

$$b = \text{ }$$

IV

表中の分子について、分子中に含まれる共有電子対と非共有電子対の数を答えよ。

解答は、空欄 **12** ～ **19** に当てはまる数字と同じ番号を、指定された解答番号 **12** ～ **19** にマークせよ。ただし非共有電子対がない場合は ⑩（ゼロ）をマークせよ。

	共有電子対の数	非共有電子対の数
窒素 N_2	12	13
二酸化炭素 CO_2	14	15
硫化水素 H_2S	16	17
エチレン C_2H_4	18	19

V

次の気体 ① ～ ⑥ をそれぞれ、 0°C で 5.6 L の容器に封入した。気体の密度が、 0°C 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ の空気の密度 $[\text{g/L}]$ よりも低くなるものはいくつあるか。その**個数**と同じ番号を、解答番号 **20** にマークせよ。ただし、空気の平均分子量を 28.8 とする。

- ① 0.1 mol の酸素 ② 0.2 mol の酸素 ③ 0.4 mol の酸素
 ④ 0.1 mol の二酸化炭素 ⑤ 0.2 mol の二酸化炭素 ⑥ 0.4 mol の二酸化炭素

VI

メタン CH_4 とプロパン C_3H_8 のみからなる混合気体を、十分な酸素の存在下で完全燃焼させたとき、二酸化炭素 CO_2 と水 H_2O が 3 : 5 の物質質量比で生成した。このとき、混合気体中のメタンの物質質量の割合 [%] を整数として求めよ。解答は、空欄 **21** と **22** に当てはまる数字と同じ番号を、解答番号 **21** と **22** にマークせよ。

メタンの物質質量の割合 = **21** **22** %

VII

試薬の水酸化ナトリウムが純物質であると仮定し、正確に秤量した必要量を用いて、ある濃度 (**X**) の水酸化ナトリウム水溶液を調製した。この水酸化ナトリウム水溶液の正確な濃度を決定するため、次の操作を行った。0.10 mol/L のシュウ酸標準溶液 20.0 mL を正確にはかり取り、フェノールフタレインを指示薬として加え、水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定を行った。中和に要した水酸化ナトリウム水溶液の体積は 21.0 mL であった。この滴定に関する記述として誤りを含むものを、次の ① ～ ⑤ のうちから一つ選び、その番号を解答番号 **23** にマークせよ。

- ① シュウ酸二水和物の結晶は純度が高く安定しているため、その水溶液は標準溶液として用いられる。
- ② シュウ酸標準溶液をはかり取るための適切な器具は、ホールピペットである。
- ③ 水酸化ナトリウム水溶液を滴下するための適切な器具は、ビュレットである。
- ④ 水酸化ナトリウム水溶液の正確な濃度は、0.19 mol/L である。
- ⑤ 水酸化ナトリウム水溶液の正確な濃度は、**X** よりも高い。

VIII

次の酸化還元反応について、実際に起こるものを ① ～ ④ のうちから一つ選び、その番号を解答番号 **24** にマークせよ。

- ① $\text{Cl}_2 + 2 \text{I}^- \rightarrow 2 \text{Cl}^- + \text{I}_2$
- ② $\text{Br}_2 + 2 \text{Cl}^- \rightarrow 2 \text{Br}^- + \text{Cl}_2$
- ③ $\text{I}_2 + 2 \text{Cl}^- \rightarrow 2 \text{I}^- + \text{Cl}_2$
- ④ $\text{I}_2 + 2 \text{Br}^- \rightarrow 2 \text{I}^- + \text{Br}_2$

IX

C (黒鉛) と H_2 (気) の燃焼エンタルピーは、それぞれ -394 kJ/mol と -286 kJ/mol である。エタノール (液) の燃焼エンタルピーが -1368 kJ/mol であるとき、エタノール (液) の生成エンタルピー $\Delta H [\text{kJ/mol}]$ を 3 桁の整数で答えよ。解答は、空欄 ～ に当てはまる数字と同じ番号を、解答番号 ～ にマークせよ。ただし、生成エンタルピーが正の場合は ① を、負の場合は ② を解答番号 にマークせよ。

$$\Delta H = \text{ } \text{ kJ/mol}$$

X

化学反応に関する記述として誤りを含むものを、次の ① ～ ⑤ のうちから一つ選び、その番号を解答番号 にマークせよ。

- ① 反応物の濃度を高くしても、反応速度定数は変化しない。
- ② 反応温度を高くしても、活性化エネルギーは変化しない。
- ③ 反応温度を低くすると、遷移状態になりうる分子の割合が減少する。
- ④ 触媒を用いても、遷移状態になりうる分子の割合は変わらない。
- ⑤ 反応エンタルピーの大きさは、触媒を用いても変わらない。

X I

気体 **A** と気体 **B** を混合すると気体 **C** が生じ、次の式で表される平衡状態になる。



容積 5.0 L の容器に、3.0 mol の **A** と 4.0 mol の **B** を入れて密閉し、ある一定温度に保つと 3.0 mol の **C** が生成した。この温度における平衡定数 K を、小数点以下 1 桁まで求めよ。解答は、空欄 と に当てはまる数字と同じ番号を、解答番号 と にマークせよ。

$$K = \text{ } . \text{ }$$

X II

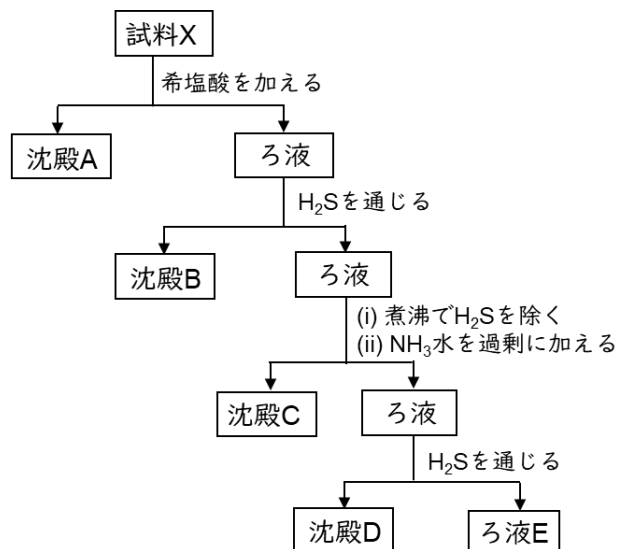
鉄 **Fe** に関する記述として誤りを含むものを、次の ① ～ ⑤ のうちから一つ選び、その番号を解答番号 にマークせよ。

- ① 炭素の含有量が高い銑鉄を高温にし、転炉に入れて酸素を吹き込むと、炭素の含有量が低い鋼になる。
- ② 空气中で鉄を強熱すると、四酸化三鉄 **Fe₃O₄** を含む黒さびを生じる。
- ③ 鉄は、濃硝酸と反応して **Fe²⁺** となる。
- ④ **Fe³⁺** を含む水溶液にヘキサシアニド鉄(Ⅱ)酸カリウム **K₄[Fe(CN)₆]** 水溶液を加えると、濃青色沈殿を生じる。
- ⑤ 水酸化鉄(Ⅱ) **Fe(OH)₂** の沈殿は酸化されやすく、赤褐色の水酸化鉄(Ⅲ)に変化する。

X III

試料 **X** は、 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Pb^{2+} 、 K^+ 、 Al^{3+} を含む水溶液である。これらのイオンを分離するために次のような操作を行い、沈殿 **A** ～ **D** とろ液 **E** に分離した。

(1)・(2) の問いに答えよ。



(1) 沈殿 **B** と沈殿 **D** に含まれる金属イオンを、次の ① ～ ⑤ のうちからそれぞれ一つずつ選び、それらの番号を指定された解答番号 **33** と **34** にマークせよ。

① Cu^{2+} ② Zn^{2+} ③ Pb^{2+} ④ K^+ ⑤ Al^{3+}

沈殿 **B** **33** 沈殿 **D** **34**

(2) ろ液 **E** を白金線につけ、ガスバーナーの外炎に加えると、何色の炎色反応が観察されるか。次の ① ～ ⑤ のうちから一つ選び、その番号を解答番号 **35** にマークせよ。

① 橙赤 ② 黄緑 ③ 赤 ④ 黄 ⑤ 赤紫

XIV

(ア)～(ウ)の性質をもつ気体として最も適切なものを、次の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選び、それらの番号を指定された解答番号 **36** ～ **38** にマークせよ。ただし、同じ番号を繰り返し選んでよい。

① CO_2 ② NH_3 ③ CO ④ SO_2 ⑤ O_3 ⑥ NO

(ア) 還元作用や漂白作用を示す。 **36**

(イ) 湿った赤色リトマス紙を青変させる。 **37**

(ウ) 空気に触れると赤褐色の気体になる。 **38**

XV

90 mg の炭化水素 **A** を完全燃焼させると、275 mg の二酸化炭素と 135 mg の水のみを生じた。また、別の分析によると、**A** の分子量は 50 から 100 の間であった。**A** の分子式 C_xH_y を求めよ。解答は、**x**、**y** に当てはまる整数と同じ番号を、指定された解答番号 **39** ～ **41** にマークせよ。ただし、**y** が 1 桁の場合には解答番号 **40** に 0 (ゼロ) をマークせよ。

x = **39**

y = **40** **41**

XVI

(ア)～(エ)に当てはまる化合物として最も適切なものを、次の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選び、それらの番号を指定された解答番号 **42** ～ **45** にマークせよ。ただし、該当する化合物がない場合は ⑩ (ゼロ) をマークせよ。なお、同じ番号を繰り返し選んでよい。

- | | | |
|------------|---------|------------------|
| ① ジエチルエーテル | ② ギ酸 | ③ シクロペンタン |
| ④ スチレン | ⑤ エタノール | ⑥ 2-メチル-2-プロパノール |

(ア) 炭酸水素ナトリウム水溶液に加えると二酸化炭素が発生する。 **42**

(イ) 環状構造をもつ飽和炭化水素である。 **43**

(ウ) 鏡像異性体が存在する。 **44**

(エ) 重合反応により合成樹脂をつくることができる。 **45**