

## 「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 °C、 $1.013 \times 10^5$  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** 下の記述 (ア) ～ (エ) に当てはまる分子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  ～  にマークせよ。

- ① 窒素  $\text{N}_2$             ② メタン  $\text{CH}_4$             ③ アセチレン  $\text{C}_2\text{H}_2$   
④ シアン化水素  $\text{HCN}$     ⑤ アンモニア  $\text{NH}_3$             ⑥ 二酸化炭素  $\text{CO}_2$

(ア) 最も多くの共有電子対をもつ。

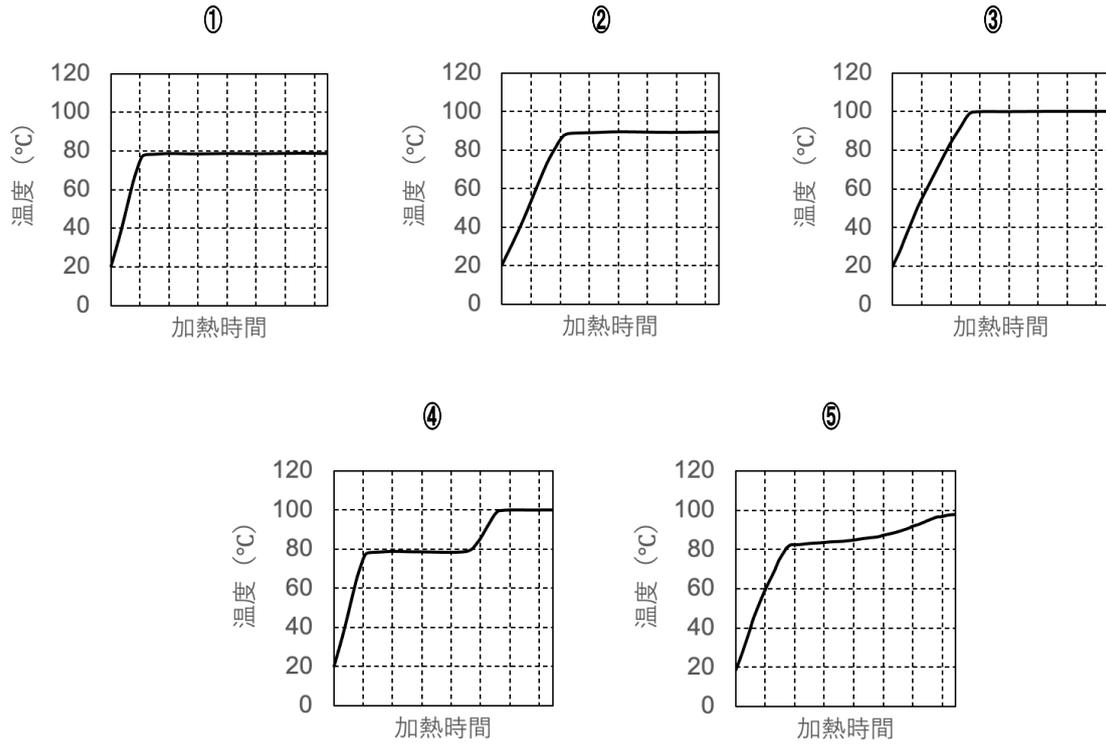
(イ) 最も多くの非共有電子対をもつ。

(ウ) 分子の形が正四面体形になっている。

(エ) 分子の形が正四面体形ではない三角<sup>すい</sup>錐形になっている。

**II**

1.013×10<sup>5</sup> Paのもとで、水、水とエタノールの混合物をそれぞれ加熱し、沸騰させた。このときの試料温度の時間変化を表したグラフとして最も適切なものを、次の①～⑤のうちからそれぞれ一つずつ選び、それらの番号を解答番号 **5** と **6** にマークせよ。ただし、1.013×10<sup>5</sup> Paにおけるエタノールの沸点は78℃である。



水 **5**

水とエタノールの混合物 **6**

**III**

(ア) ~ (エ) の分離・精製に最も適切な方法を、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  ~  にマークせよ。

- ① 再結晶      ② 昇華法      ③ 蒸留      ④ 抽出      ⑤ ろ過

(ア) 鉄粉とナフタレンの混合物から、ナフタレンを取り出す。

(イ) 鉄粉の混ざった水から、鉄粉を取り出す。

(ウ) 少量の硫酸銅を含む硝酸カリウムから、硝酸カリウムを取り出す。

(エ) 食塩水から、水を取り出す。

**IV**

メタン  $\text{CH}_4$  とプロパン  $\text{C}_3\text{H}_8$  を合わせて 16 mol となる混合気体を完全燃焼させたとき、24 mol の二酸化炭素  $\text{CO}_2$  が発生した。この混合気体に含まれるメタンの物質量  $n$  [mol] を整数で求めよ。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。ただし、1 桁の場合には、解答番号  に 0 (ゼロ) をマークせよ。

$$n = \text{  } \text{  } \text{ mol}$$

**V**

下の表は、原子番号 1 ～ 26 の元素について、原子の電子配置と最外殻電子の数をまとめたものである。(ア) ～ (ウ) にあてはまる元素を、表のうちからそれぞれ一つずつ選び、それらの原子番号と同じ番号を指定された解答番号 **13** ～ **18** にマークせよ。ただし、原子番号が 1 桁の場合には、十の位の位置の解答番号に 0 (ゼロ) をマークせよ。

原子番号	電子配置				最外殻電子の数
	K	L	M	N	
1	1				1
2	2				2
3	2	1			1
4	2	2			2
5	2	3			3
6	2	4			4
7	2	5			5
8	2	6			6
9	2	7			7
10	2	8			8
11	2	8	1		1
12	2	8	2		2
13	2	8	3		3
14	2	8	4		4
15	2	8	5		5
16	2	8	6		6
17	2	8	7		7
18	2	8	8		8
19	2	8	8	1	1
20	2	8	8	2	2
21	2	8	9	2	2
22	2	8	10	2	2
23	2	8	11	2	2
24	2	8	13	1	1
25	2	8	13	2	2
26	2	8	14	2	2

(ア) 第2周期の元素のうち、第1イオン化エネルギーが最小の元素

(イ) 1個の電子を受け取ることで、Arと同じ電子配置になる元素

(ウ) 価電子数が1の遷移元素

**VI**

0 °C、 $1.013 \times 10^5$  Paにおいて、体積比3:2のメタン  $\text{CH}_4$  と二酸化炭素  $\text{CO}_2$  からなる混合気体が7.0 Lある。メタンの質量  $m_1$  [g] と二酸化炭素の質量  $m_2$  [g] を、それぞれ、小数点以下1桁まで求めよ。解答は空欄  ~  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。

$$m_1 = \text{} . \text{} \text{ g}$$

$$m_2 = \text{} . \text{} \text{ g}$$

**VII**

濃塩酸をつけたガラス棒を濃アンモニア水に近づけると白煙を生じた。この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 **23** にマークせよ。

- ① 生じた白煙は、塩化アンモニウムの微小なイオン結晶である。
- ② この反応では、気体の塩化水素と気体のアンモニアが反応している。
- ③ この反応では、濃塩酸から発生した塩化水素は水素イオン  $\text{H}^+$  を与える酸としてはたらいっている。
- ④ この反応では、濃アンモニア水から発生したアンモニアは  $\text{H}^+$  を受け取る塩基としてはたらいっている。
- ⑤ この反応の塩化水素とアンモニアは、アレニウスの定義で説明できる。

**VIII**

0.10 mol/L の希硫酸 200 mL に、ある量のアンモニアをすべて吸収させた。その後、メチルオレンジを指示薬として加え、0.20 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、中和に 10.0 mL を要した。吸収されたアンモニアの物質質量  $n$  [mol] を有効数字 2 桁で答えよ。解答は空欄 **24** と **25** に当てはまる数字と同じ番号を、解答番号 **24** と **25** にマークせよ。

$$n = \text{24} . \text{25} \times 10^{-2} \text{ mol}$$

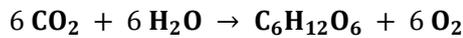
**IX**

酸化と還元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 **26** にマークせよ。

- ① 物質が酸素原子を受け取ったとき、物質は酸化されたという。
- ② 水素原子を含む物質が水素原子を失ったとき、物質は還元されたという。
- ③ 物質が電子を失ったとき、物質は酸化されたという。
- ④ 酸化反応と還元反応は必ず同時に起こり、これらをまとめて酸化還元反応という。
- ⑤ 銅と塩素が反応して塩化銅(Ⅱ)を生じる反応は、酸化還元反応である。

**X**

二酸化炭素  $\text{CO}_2$  と水  $\text{H}_2\text{O}$  からグルコース  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  が生成する光合成反応は、以下の反応式で表される。



$\text{CO}_2$ (気)、 $\text{H}_2\text{O}$ (液)、 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (固)の 25 °C、 $1.013 \times 10^5$  Pa における生成エンタルピーは、それぞれ、 $-390$  kJ/mol、 $-290$  kJ/mol、 $-1270$  kJ/mol である。1 mol のグルコースを合成する光合成反応が、25 °C、 $1.013 \times 10^5$  Pa で進行したときのエンタルピー変化  $\Delta H$  [kJ] を 4 桁の整数で求めよ。解答は、空欄 **28** ～ **31** に当てはまる数字と同じ番号を、解答番号 **28** ～ **31** にマークせよ。ただし、 $\Delta H$  が正の場合は ① を、負の場合は ② を解答番号 **27** にマークせよ。

$$\Delta H = \text{27} \text{ } \text{28} \text{ } \text{29} \text{ } \text{30} \text{ } \text{31} \text{ kJ}$$

**X I**

0.040 mol/L の酢酸水溶液の pH を小数点以下 1 桁まで求めよ。ただし、酢酸の電離度は 1 よりも十分に小さく、酢酸の電離定数を  $2.5 \times 10^{-5}$  mol/L とする。解答は、空欄 **32** と **33** に当てはまる数字と同じ番号を、解答番号 **32** と **33** にマークせよ。

$$\text{pH} = \text{32} . \text{33}$$

**X II**

**A** と **B** から **C** が生成する反応は、次のように表される。



体積可変の密閉容器の中で、気体分子 **A** ~ **C** が平衡状態を保っている。条件変化により引き起こされる **C** の変化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 **34** にマークせよ。

- ① 体積と温度を一定にして容器に **A** を加えると、**C** が増加する。
- ② 体積と温度を一定にして容器に **B** を加えると、**C** が増加する。
- ③ 圧力を一定にして温度を下げると、**C** が増加する。
- ④ 温度を一定にして容器の容積を大きくすると、**C** が増加する。
- ⑤ 温度を一定にして圧力を高くすると、**C** が増加する。

**XIII**

2族元素のマグネシウム **Mg**、カルシウム **Ca**、バリウム **Ba** がもつ性質の組合せとして最も適切なものを、次の表の ① ~ ⑨ 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 **35** ~ **37** にマークせよ。ただし、同じ選択肢を繰り返し選んでよい。

	水に対する単体の反応	25℃における水に対する溶解性		炎色反応
		水酸化物	硫酸塩	
①	冷水と容易に反応	よく溶ける	溶けにくい	黄緑
②	冷水と容易に反応	よく溶ける	よく溶ける	橙赤
③	冷水と容易に反応	溶けにくい	よく溶ける	黄緑
④	冷水と容易に反応	わずかに溶ける	わずかに溶ける	橙赤
⑤	冷水と容易に反応	わずかに溶ける	わずかに溶ける	示さない
⑥	熱水と反応	よく溶ける	溶けにくい	橙赤
⑦	熱水と反応	よく溶ける	溶けにくい	示さない
⑧	熱水と反応	溶けにくい	よく溶ける	示さない
⑨	熱水と反応	わずかに溶ける	わずかに溶ける	黄緑

マグネシウム **Mg** **35**

カルシウム **Ca** **36**

バリウム **Ba** **37**

**XIV**

ハロゲンに属する元素 **F**、**Cl**、**Br**、**I** に関する記述に関して誤りを含むものを、次の ① ~ ⑥ のうちから二つ選び、それらの番号を解答番号 **38** と **39** にマークせよ。ただし、解答の順序は問わない。

- ① 原子は価電子を 7 個もち、1 価の陰イオンになりやすい。
- ② 単体はいずれも二原子分子で、有色・有毒である。
- ③ 単体の酸化作用は、原子番号が大きくなるにつれ強くなる。
- ④ 単体の沸点は、原子番号が大きくなるにつれ高くなる。
- ⑤ ハロゲン化水素の沸点は、ハロゲンの原子番号が大きくなるにつれ高くなる。
- ⑥ ハロゲン化水素のうち、フッ化水素 **HF** が最も弱い酸である。

**X V**

過マンガン酸カリウム  $\text{KMnO}_4$  に関する記述として誤りを含むものを、次の ①～⑥のうちから二つ選び、それらの番号を解答番号 **40** と **41** にマークせよ。ただし、解答の順序は問わない。

- ①  $\text{KMnO}_4$  中のマンガン原子の酸化数は+7である。
- ②  $\text{KMnO}_4$  の水溶液は赤紫色を呈する。
- ③  $\text{KMnO}_4$  の水溶液にヨウ化カリウムを加えると、ヨウ素が析出する。
- ④  $\text{KMnO}_4$  の酸化力は、酸性水溶液よりも塩基性水溶液の方が大きい。
- ⑤  $\text{KMnO}_4$  の酸性水溶液中に還元剤を加えると、マンガンの酸化数は+4になる。
- ⑥  $\text{KMnO}_4$  の塩基性水溶液中に還元剤を加えると、黒色沈殿が生じる。

**X VI**

4. 50 g の化合物 **A** を完全燃焼させると、6.60 g の二酸化炭素と 2.70 g の水のみを生じた。また、別の分析によると、**A** の分子量は 160 から 200 の間であった。**A** の分子式  $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$  を求めよ。解答は、**x**、**y**、**z** に当てはまる整数と同じ番号を、指定された解答番号 **42** ～ **45** にマークせよ。ただし、**y** が 1 桁の場合には解答番号 **43** に ① (ゼロ) をマークせよ。

$$x = \boxed{42} \quad y = \boxed{43} \quad \boxed{44} \quad z = \boxed{45}$$

**XVII**

純粋な油脂 **X** に対して実験 **A** と実験 **B** を行ったところ、次のような結果が得られた。(1)・(2) の問いに答えよ。

実験 **A** : 油脂 **X** をけん化して得られた脂肪酸を同定したところ、ステアリン酸  $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$  とオレイン酸  $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$  であった。

実験 **B** : 1.25 mol の油脂 **X** に水素を反応させ、飽和脂肪酸のみからなる油脂を得た。このとき消費された水素は、 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $1.013 \times 10^5\text{ Pa}$  において 56 L であった。

- (1) 油脂 **X** の 1 分子中にある炭素原子間の二重結合 ( $\text{C}=\text{C}$  結合) の数はいくつか。その数と同じ番号を、解答番号 **46** にマークせよ。
- (2) 油脂 **X** として考えられる構造異性体の数はいくつか。その数と同じ番号を、解答番号 **47** にマークせよ。ただし、鏡像異性体は考慮しなくてよい。