

# 理 科

(100点 60分)

	ページ	問題数
物理	1～11	4 問
化学	12～22	4 問
生物	23～42	4 問

## 注 意 事 項

1. この問題冊子は全部で 42 ページである。落丁，乱丁，印刷不鮮明の箇所などがあつた場合には申し出ること。
2. 下表により 1 科目のみを選択し解答すること。

学 科	選 択 科 目
電気電子工学科 情報通信工学科	物理，化学から 1 科目選択
都市マネジメント学科 環境応用化学科 建築学科 産業デザイン学科 生活デザイン学科	物理，化学，生物から 1 科目選択

3. 解答には黒鉛筆を用い，ボールペン，色鉛筆，万年筆などを使用してはならない。
4. 解答用紙は共通でマーク式解答用紙 1 枚である。
5. 解答用紙の指定欄に座席番号（数字），氏名を記入し，さらに，座席番号と解答する科目名をマークすること。  
解答は，例えば 60 に対して ⑤ と解答する場合は，次の（例）のように，解答番号 60 の解答欄の ⑤ のマーク位置に解答用紙のマーク例に従ってマークすること。

（例）

60	①	②	③	④	●	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭
----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

6. 誤ってマークした場合は，消しゴムで完全に消してからマークしなおすこと。
7. 一つの解答欄に二つ以上マークした場合，その解答欄の解答は無効となる。
8. マーク式解答用紙は，折り曲げたり，破ったり，汚したりしないこと。
9. この問題冊子の余白は，計算などに利用してもよい。
10. 試験終了後，この問題冊子は持ち帰ること。

# 化 学

解答に必要なときは、次の数値を用いなさい。また、気体はすべて理想気体とする。

原子量 H = 1.00 C = 12.0 N = 14.0 O = 16.0 S = 32.0 Cl = 35.5 Ca = 40

アボガドロ定数  $N_A = 6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$

ファラデー定数  $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

気体定数  $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

標準状態 (0 °C,  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ ) では、気体 1 mol の体積は、22.4 L とする。

1 L = 1 ℓ = 1 dm<sup>3</sup>    1 mL = 1 mℓ = 1 cm<sup>3</sup>

- 1 次の各問の  内に最も適する語句や数値を解答群から選びなさい。  
(繰り返し選んでもよい。)

問 1. 図 1 は二酸化炭素のモル体積と圧力の関係を示している。図中の実線は等温線とよばれ、図には 4 本の等温線が示されている。例えば点 A では容器内の二酸化炭素は 20 °C の気体であり、ピストンで等温的に圧縮すると点 A からボイルの法則にほぼ従い等温線上の点 B を通過し、点 C → D → E → F の経路で圧力変化する。31 °C は臨界温度であり、31 °C の等温線上の点 J は臨界点とよばれる。以下の問いに答えなさい。

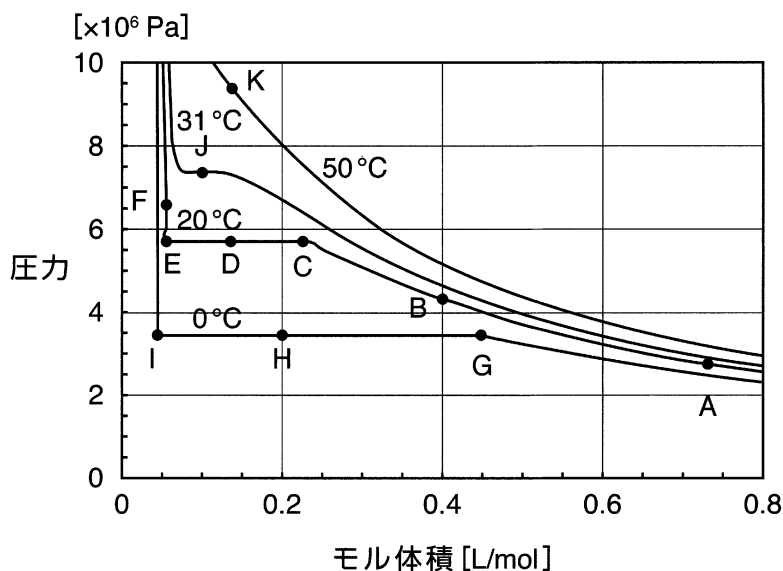


図 1 二酸化炭素の等温線図

(1) 点 B, 点 D, 点 F, 点 K の状態として適切なものを選びなさい。

点 B , 点 D , 点 F , 点 K

[1~4の解答群]

- ① 固体のみが存在する状態
- ② 液体のみが存在する状態
- ③ 気体のみが存在する状態
- ④ 固体と液体が共存する状態
- ⑤ 液体と気体が共存する状態
- ⑥ 固体と気体が共存する状態
- ⑦ 固体、液体、気体が共存する状態
- ⑧ 液体と気体の区別がつかない状態

(2) 20℃における二酸化炭素の蒸気圧は次のどれが最も近いか。

[解答群]

- ①  $2.0 \times 10^6$  Pa
- ②  $3.5 \times 10^6$  Pa
- ③  $4.0 \times 10^6$  Pa
- ④  $5.7 \times 10^6$  Pa
- ⑤  $6.0 \times 10^6$  Pa
- ⑥  $7.4 \times 10^6$  Pa

(3) 0℃において容器内の気体の二酸化炭素を圧縮して凝縮が開始する際のモル体積は  L/mol である。さらに圧縮して凝縮により全ての気体が液体になる際のモル体積は  L/mol である。

[6, 7の解答群]

- ① 0.05
- ② 0.10
- ③ 0.15
- ④ 0.20
- ⑤ 0.25
- ⑥ 0.30
- ⑦ 0.35
- ⑧ 0.40
- ⑨ 0.45
- ⑩ 0.50

(4) 0℃において容器内の気体の二酸化炭素を圧縮して点Hに変化させた。このとき、容器内に存在する二酸化炭素の液体の割合を求めたい。点Hでの二酸化炭素の液体の物質量を  $x$  [mol] とし二酸化炭素の気体の物質量を  $y$  [mol] とすると、点Hでの全体の体積は  $0.2 \times (x + y)$  [L] となる。気体、液体のモル体積は温度・圧力のみ依存するので、   の数値を用いて、全二酸化炭素物質量に占める液体のモル分率  $x/(x+y)$  を求めると  となる。

[解答群]

- ① 0.34
- ② 0.37
- ③ 0.40
- ④ 0.50
- ⑤ 0.60
- ⑥ 0.63
- ⑦ 0.66

問2. 希硫酸は濃硫酸を希釈して調製される。ここで濃硫酸は水との混合物であり、その質量パーセント濃度は98%で、その密度は $1.84 \text{ g/cm}^3$ とする。この濃硫酸を希釈して $2.00 \text{ mol/L}$  (密度 $1.12 \text{ g/cm}^3$ )の希硫酸 $500 \text{ mL}$ を調製したい。なお、水の密度は $1.00 \text{ g/cm}^3$ とする。

(1) 希釈の手順として適切な方法を選びなさい。 9

[解答群]

- ① はかり取った水に、はかり取った濃硫酸を少しずつ加える。
- ② はかり取った水に、はかり取った濃硫酸を一気に加える。
- ③ はかり取った濃硫酸に、はかり取った水を少しずつ加える。
- ④ はかり取った濃硫酸に、はかり取った水を一気に加える。

(2) 濃硫酸のモル濃度を求めなさい。 10 mol/L

[解答群]

- ① 15    ② 16    ③ 17    ④ 18    ⑤ 19    ⑥ 20    ⑦ 21    ⑧ 22

(3) 希釈に必要な濃硫酸の体積を求めなさい。 11 mL

[解答群]

- ① 44    ② 46    ③ 48    ④ 50    ⑤ 52
- ⑥ 54    ⑦ 56    ⑧ 58    ⑨ 60    ⑩ 62

2 次の各問の  内に最も適する語句や数値を解答群より選びなさい。  
(繰り返し選んでもよい。)

問 1. 次の各問いに答えなさい。

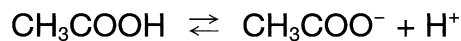
- (1) 0.001 mol/L の塩酸の pH を求めなさい。
- (2) 0.01 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液の pH を求めなさい。
- (3) 0.05 mol/L の塩酸 20 mL と 0.01 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 40 mL を混合した水溶液の pH を求めなさい。

[12~14 の解答群]

- ① 1    ② 2    ③ 3    ④ 4    ⑤ 5    ⑥ 6  
⑦ 7    ⑧ 8    ⑨ 9    ⑩ 10    ⑪ 11    ⑫ 12

問 2. 次の各問いに答えなさい。

- (1) 濃度  $C$  [mol/L] の酢酸の pH を求めたい。酢酸は弱酸なので次のような電離平衡が成立する。



このときの電離度を  $\alpha$  とすると酢酸イオンの濃度は  となる。また、電離していない酢酸の濃度は  となる。このとき  $\alpha$  は 1 に比べて  ので  は  と近似できる。よってこの近似を用いると酢酸の電離定数  $K_a$  は  となる。また電離度を酢酸濃度  $C$  と電離定数  $K_a$  を用いて表すと  となる。さらに水素イオン濃度を酢酸濃度  $C$  と電離定数  $K_a$  を用いて表すと  となる。

[15, 16, 18~21 の解答群]

- ①  $C\alpha$     ②  $C$     ③  $C\alpha^2$     ④  $C^2\alpha^2$     ⑤  $C^2\alpha$   
⑥  $C(1 - \alpha)$     ⑦  $\sqrt{CK_a}$     ⑧  $\sqrt{C/K_a}$     ⑨  $\sqrt{K_a/C}$

[17 の解答群]

- ① 非常に大きい    ② 同じくらい大きい    ③ 非常に小さい

- (2) 0.20 mol/L の酢酸の電離度を求めなさい。ただし電離定数は  $2.0 \times 10^{-5}$  mol/L,  $\sqrt{2} = 1.4$  とする。 22

[解答群]

- ①  $1.4 \times 10^{-1}$     ②  $1.4 \times 10^{-2}$     ③  $1.4 \times 10^{-3}$     ④  $1.4 \times 10^{-4}$   
⑤  $1.0 \times 10^{-1}$     ⑥  $1.0 \times 10^{-2}$     ⑦  $1.0 \times 10^{-3}$     ⑧  $1.0 \times 10^{-4}$

- (3) 0.10 mol/L の酢酸の pH を求めなさい。ただし電離定数は  $2.0 \times 10^{-5}$  mol/L,  $\log(\sqrt{2}) = 0.15$  とする。 23

[解答群]

- ① 1.2    ② 1.9    ③ 2.2    ④ 2.9    ⑤ 3.2  
⑥ 3.9    ⑦ 4.2    ⑧ 4.9    ⑨ 5.2    ⑩ 5.9

問 3. 次の各問いに答えなさい。

酢酸と酢酸ナトリウムを含む水溶液では次の平衡が成り立つ。



この水溶液に塩酸を少量滴下すると [a] の平衡は 24。このとき塩酸から生じた 25 は大量に存在する 26 と結合して 27 になる。そのため水溶液の pH はほとんど変わらない。一方この水溶液に NaOH 水溶液を少量滴下すると NaOH から生じた 28 が 25 と反応し、平衡は 29。そのため水溶液の pH はほとんど変わらない。このように外から加えた酸や塩基の影響をやわらげて pH の値をほぼ一定に保つ性質を持つ溶液を 30 という。

[24, 29, 30 の解答群]

- ① 右に移動する    ② 左に移動する    ③ 移動しない  
④ 緩衝液    ⑤ 希薄溶液    ⑥ 両性電解質

[25～28 の解答群]

- ①  $\text{H}^+$                       ②  $\text{Na}^+$                       ③  $\text{OH}^-$                       ④  $\text{Cl}^-$   
⑤  $\text{CH}_3\text{COO}^-$                       ⑥  $\text{CH}_3\text{COOH}$                       ⑦  $\text{HCl}$                       ⑧  $\text{NaOH}$

3 次の文を読んで、各問の  内に最も適する語句や数値を解答群より選びなさい。(繰り返し選んでもよい。)

次の操作で発生した気体 A～E について以下の問いに答えなさい。

操作 1 銅に希硝酸を加えて加熱して発生した気体 A を (ア) で捕集した。

操作 2 酸化マンガン (IV) に過酸化水素水を加えて発生した気体 B を水上置換で捕集した。

操作 3 炭酸カルシウムに塩酸を加えて発生した気体 C を下方置換で捕集した。

操作 4 硫化鉄 (II) に希硫酸を加えて発生した気体 D を下方置換で捕集した。

操作 5 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムを混合・加熱して発生した気体 E を (イ) で捕集した。

問 1. 気体 A の化学式  31 , 気体 B の化学式  32 , 気体 C の化学式  33 , 気体 D の化学式  34 , 気体 E の化学式  35 を選びなさい。

[31～35 の解答群]

- ① H<sub>2</sub>      ② O<sub>2</sub>      ③ Cl<sub>2</sub>      ④ NO      ⑤ NO<sub>2</sub>  
⑥ SO<sub>2</sub>      ⑦ H<sub>2</sub>S      ⑧ NH<sub>3</sub>      ⑨ CO      ⑩ CO<sub>2</sub>

問 2. (ア), (イ) に当てはまる気体の捕集方法を選びなさい。  36

[解答群]

	ア	イ		ア	イ
①	水上置換	水上置換	⑥	上方置換	下方置換
②	水上置換	上方置換	⑦	下方置換	水上置換
③	水上置換	下方置換	⑧	下方置換	上方置換
④	上方置換	水上置換	⑨	下方置換	下方置換
⑤	上方置換	上方置換			



問 3. 操作で用いる物質で、触媒を含むものを選びなさい。 37

[解答群]

- ① 操作 1    ② 操作 2    ③ 操作 3    ④ 操作 4    ⑤ 操作 5

問 4. 操作 1～5 による反応のうち、反応物中の原子の酸化数が変化するものを選びなさい。 38

[解答群]

- ① 操作 1 と操作 2      ② 操作 1 と操作 3      ③ 操作 1 と操作 4  
④ 操作 1 と操作 5      ⑤ 操作 2 と操作 3      ⑥ 操作 2 と操作 4  
⑦ 操作 2 と操作 5      ⑧ 操作 3 と操作 4      ⑨ 操作 3 と操作 5  
⑩ 操作 4 と操作 5

問 5. 空気の平均分子量を 28.8 とするとき、気体 A～E の中で空気よりも密度が小さい気体を選びなさい。 39

[解答群]

- ① 気体 A    ② 気体 B    ③ 気体 C    ④ 気体 D    ⑤ 気体 E

問 6. 気体 A～E の中で二原子分子の数を答えなさい。 40

[解答群]

- ① 1    ② 2    ③ 3    ④ 4    ⑤ 5

問 7. 気体 A～E の中で湿った酢酸鉛試験紙を黒変させる気体を選びなさい。

41

[解答群]

- ① 気体 A    ② 気体 B    ③ 気体 C    ④ 気体 D    ⑤ 気体 E

問 8. 気体 A～E の中で湿った赤リトマス試験紙を青変させる気体を選びなさい。

42

[解答群]

- ① 気体 A    ② 気体 B    ③ 気体 C    ④ 気体 D    ⑤ 気体 E

問 9. 気体 A～E の中で空気に触れると褐色に変化する気体を選びなさい。

43

[解答群]

- ① 気体 A    ② 気体 B    ③ 気体 C    ④ 気体 D    ⑤ 気体 E

問 10. 気体 A～E の中で腐卵臭がする気体を選びなさい。

44

[解答群]

- ① 気体 A    ② 気体 B    ③ 気体 C    ④ 気体 D    ⑤ 気体 E

問 11. 操作 2 で 0.100 mol/L の過酸化水素水 20.0 mL 中の過酸化水素がすべて反応したとき発生する気体の体積は標準状態で何 mL か。

45

[解答群]

- ① 1.12    ② 2.24    ③ 11.2    ④ 22.4    ⑤ 112    ⑥ 224

問 12. 操作 3 で炭酸カルシウム 1.00 g がすべて反応したとき、発生した気体の体積は標準状態で何 mL か。

46

[解答群]

- ① 1.12    ② 2.24    ③ 11.2    ④ 22.4    ⑤ 112    ⑥ 224

4 次の各問の  内に最も適する語句や数値を解答群から選びなさい。  
(繰り返し選んでもよい。)

問 1. フェノールは  47  基をもつ芳香族化合物である。フェノールは水溶液中でわずかに電離してフェノキシドイオンと  $H^+$  を生じ、弱酸性を示す。フェノールの酸性は二酸化炭素の水溶液の酸性より  48 。そのため、ナトリウムフェノキシドの水溶液に二酸化炭素を通じると、 49  が遊離する。

[47~49 の解答群]

- ① ヒドロキシ    ② カルボキシ    ③ アミノ    ④ 強い    ⑤ 弱い  
⑥ フェノール    ⑦ フェノキシドイオン    ⑧ 二酸化炭素  
⑨ 炭酸イオン    ⑩ 水

問 2. ホルムアルデヒドをアンモニア性硝酸銀水溶液に加えて温めるとアンモニア性硝酸銀水溶液中の  50  が  51  され、析出する。この反応はアルデヒドの検出反応として用いられている。この検出反応で、アルデヒドは  52  され、 53  の塩が生成する。

[50~53 の解答群]

- ①  $NH_3$     ②  $NO_3^-$     ③  $Ag^+$     ④ 酸化    ⑤ 還元  
⑥ 中和    ⑦ 加水分解    ⑧ アルコール    ⑨ 炭ボン酸    ⑩ ケトン

問 3. フェノールとホルムアルデヒドを酸または塩基触媒と加熱すると、 54  反応と  55  反応の繰り返しで起こる重合反応を起こし、フェノール樹脂が生成する。この重合反応は、まず  56  のカルボニル基に  57  が  54  して  $-CH_2OH$  が生じる。これがまた別の  57  分子と  55  して  $-CH_2-$  が生じ、連続的に重合が進行する。フェノール樹脂は加熱して重合が進行すると  58  の構造となって  59  なる樹脂である。

[54~57 の解答群]

- ① 開環    ② 置換    ③ 付加    ④ 縮合  
⑤ フェノール    ⑥ ホルムアルデヒド

[58, 59 の解答群]

- ① 放射状    ② 線状    ③ 網目状    ④ 鎖状  
⑤ 軟らかく    ⑥ 硬く

---

(化学問題終わり)