

平成18年度

日本留学試験(第1回)

試験問題

化学

「解答科目」記入方法

解答科目には「物理」、「化学」、「生物」がありますので、この中から2科目を選んで解答してください。選んだ2科目のうち、1科目を解答用紙のおもて面に解答し、もう1科目を裏面に解答してください。

「化学」を選ぶ場合は、右のように、解答用紙の左上にある「解答科目」の「化学」を○で囲み、その下のマーク欄をマークしてください。選択した科目が正しくマークされていないと、採点されません。

| <解答用紙記入例> | | |
|----------------|------------------|----------------|
| 解答科目 Subject | | |
| 物 理 Physics | 化 学 Chemistry | 生 物 Biology |
| ○ | ● | ○ |

計算には次の数値を用いること。ただし、リットル (liter) はLで表す。

気体定数 (gas constant) : $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol}) = 8.31 \text{ J} / (\text{K} \cdot \text{mol})$
 $= 0.082 \text{ atm} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

原子量 (atomic weight) H : 1.0 C : 12 O : 16 Na : 23 Cu : 63.5 Zn : 65.4
 Pt : 195

問1 周期表 (periodic table) の第3周期までの元素に関する次の記述①～④の中から、正しいものを一つ選びなさい。

1

- ① 同じ族 (group) の元素は、上にあるものほど電子を放出しやすい。
- ② 同じ周期 (period) の元素は、族の番号が大きいくほど、イオン化エネルギー (first ionization energy) の値が大きいく。
- ③ 同じ周期の典型元素 (typical element) では、希ガス (rare gas) を除き、族の番号が大きいくほど陰性 (negativity) が強い。
- ④ 周期表の左下に位置する元素ほど、金属性が小さい。

問 2 $^{35}_{17}\text{Cl}^-$ に関する次の記述(a)～(e)のうち、正しい記述の組み合わせを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

2

- (a) 原子番号は 17 である。
- (b) 総電子数は 17 である。
- (c) 中性子数 (the number of neutrons) は 17 である。
- (d) 質量数 (mass number) は 35 である。
- (e) $^{35}_{17}\text{Cl}^-$ と $^{37}_{17}\text{Cl}^-$ では陽子数 (the number of protons) が異なる。

- ① a, b ② a, d ③ b, c ④ b, e ⑤ c, d ⑥ d, e

問 3 次の記述(a)～(f)のうち、正しい記述の組合せを下の①～⑧の中から一つ選びなさい。

3

- (a) 金属カリウム (potassium metal) は水と反応しない。
- (b) アルミナ (alumina) から金属アルミニウム (aluminum metal) を得るには、酸化鉄(III) (iron(III) oxide) と混ぜて加熱する。
- (c) ケイ素 (silicon) の結晶は金属結合 (metallic bond) からできている。
- (d) リン (phosphorus) には同素体 (allotrope) がある。
- (e) 塩素 (chlorine) は室温, 1 気圧 ($1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$) では黄色の液体である。
- (f) アルゴン (argon) は単原子分子 (monoatomic molecule) である。

- ① a, b ② a, d ③ a, f ④ b, d
⑤ b, f ⑥ c, e ⑦ c, f ⑧ d, f

問4 ピストン (piston) により体積がえられる容器に、温度 27°C 、圧力 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ (1 atm) で、プロパン C_3H_8 1 L と空気 50 L を入れて点火した。プロパンを完全燃焼 (complete combustion) させた後、もとの温度・圧力にすると、反応後の気体の体積は何 L になるか。次の①～⑥の中から最も近い値を一つ選びなさい。ただし、空気の組成 (composition) は酸素 20 %、窒素 80 % とし、水蒸気 (water vapor) の圧力は無視する。

4 L

- ① 7 ② 43 ③ 45 ④ 48 ⑤ 51 ⑥ 52

問5 次に示す食酢 (vinegar) の中和滴定 (neutralization titration) に用いる器具 (laboratory instruments) (a)～(d) の中で、「水にぬれていても、そのまま使用してよいもの」の組み合わせを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

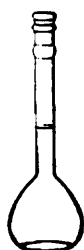
5

食酢 10 mL を (a) を用いて正確に測り、(b) に入れて 100 mL まで蒸留水 (distilled water) を加えて、10 倍に薄めた。薄めた食酢 10 mL を (a) を用いて正確に測り、(c) に入れ、 0.10 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 (NaOH solution) を (d) に入れて滴定した。

(a)



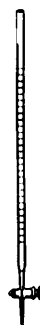
(b)



(c)



(d)



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

問 6 次の(a)～(e)の気体のうち、下の記述(i)～(iii)に該当するものはどれか。その組み合わせとして最も適当なものを下表の①～⑥の中から一つ選びなさい。

6

(a) H_2 (b) CH_4 (c) NH_3 (d) CO (e) SO_2

(i) 水に溶けにくく、きわめて毒性が高い (poisonous) もの

(ii) 水に溶けて酸性を示すもの

(iii) 水に溶けて塩基性 (basic) を示すもの

| | (i) | (ii) | (iii) |
|---|-----|------|-------|
| ① | c | a | e |
| ② | c | d | a |
| ③ | d | a | b |
| ④ | d | e | c |
| ⑤ | e | c | b |
| ⑥ | e | d | a |

問 7 次のイオン (ion) (a)～(e)の中に、酸性溶液中 (in acidic solution) で硫化物 (sulfide) が沈殿 (precipitate) するものが2つある。その組み合わせを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

7

(a) Na^+ (b) Cu^{2+} (c) Ag^+ (d) Fe^{2+} (e) Ni^{2+}

① a, b ② a, d ③ b, c ④ c, d ⑤ c, e ⑥ d, e

問 8 0.023 g の金属ナトリウム Na を蒸留水 (distilled water) 100 mL に入れ、完全に反応させた。このときにできる水溶液 (aqueous solution) の pH に最も近い値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

8

① 10 ② 11 ③ 12 ④ 13 ⑤ 14

問 9 次の文中の空欄〔 A 〕～〔 C 〕に当てはまる化学式の組み合わせとして最も適当なものを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

9

炭酸ナトリウム Na_2CO_3 の工業的な製法に、アンモニアソーダ (ammonia-soda) 法がある。これは、飽和の〔 A 〕水溶液 (aqueous solution) に、アンモニア NH_3 を十分吸収させてから〔 B 〕を反応させて、炭酸水素ナトリウム NaHCO_3 を沈殿 (precipitate) させる。この沈殿を分離して、約 200°C で焼くと、炭酸ナトリウム Na_2CO_3 が得られる。〔 C 〕は回収されて、再利用される。

| | A | B | C |
|---|---------------|-------------------------|--------------------------|
| ① | NaCl | CO_2 | NH_3 |
| ② | NaCl | NaOH | NH_4Cl |
| ③ | NaCl | H_2SO_4 | Na_2SO_4 |
| ④ | NaOH | CO_2 | NaHCO_3 |
| ⑤ | NaOH | HCl | NH_4Cl |
| ⑥ | NaOH | H_2SO_4 | NaCl |

問 10 次の化学反応(a)～(e)を、酸化還元反応 (oxidation-reduction reaction) と酸塩基反応 (acid-base reaction) に正しく分類しているものを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

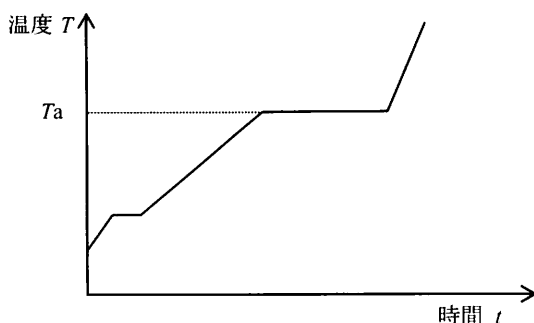
10

- (a) $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
 (b) $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
 (c) $2\text{NO}_2 \rightarrow \text{N}_2 + 2\text{O}_2$
 (d) $\text{C} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2$
 (e) $\text{HCl} + \text{KOH} \rightarrow \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$

| | 酸化還元反応 | 酸塩基反応 |
|---|---------|---------|
| ① | a, b | c, d, e |
| ② | a, c | b, d, e |
| ③ | a, c, d | b, e |
| ④ | b, e | a, c, d |
| ⑤ | c, d, e | a, b |
| ⑥ | c, e | a, b, d |

問 11 ある固体の化合物を加熱したとき、加熱した時間 t とその化合物の温度 T の関係は次の図のようになった。温度 T_a で起こっている状態変化 (phase transition) と、そのときの化合物の状態 (state) の組み合わせとして最も適当なものを、下の①～⑨の中から一つ選びなさい。

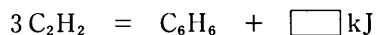
11



| | 状態変化 | 化合物の状態 |
|---|------|--------|
| ① | 融解 | 固体 |
| ② | 融解 | 固体と液体 |
| ③ | 融解 | 液体 |
| ④ | 蒸発 | 液体 |
| ⑤ | 蒸発 | 液体と気体 |
| ⑥ | 蒸発 | 気体 |
| ⑦ | 昇華 | 固体 |
| ⑧ | 昇華 | 固体と気体 |
| ⑨ | 昇華 | 気体 |

注) 融解 (melting), 昇華 (sublimation)

問 12 アセチレン $\text{HC}\equiv\text{CH}$ の生成熱 (heat of formation) は -228 kJ/mol , ベンゼン C_6H_6 の生成熱は -49.0 kJ/mol である。次の熱化学方程式



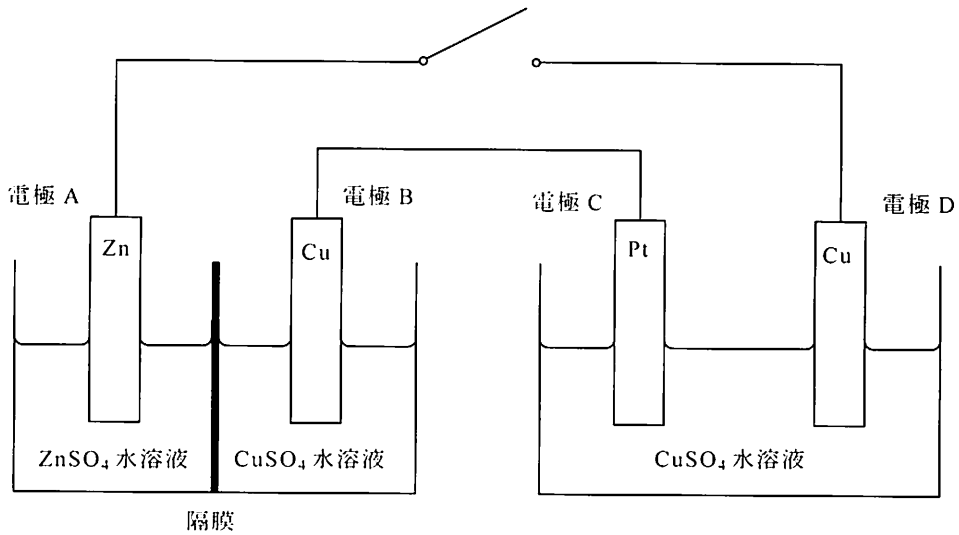
において、 $\boxed{}$ に入る数値として最も適当な値を下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

12

- ① $+635$ ② -635 ③ $+670$ ④ -670 ⑤ $+1970$ ⑥ -1970

問 13 次の図のような装置を用いて電流を流した。通電後の電極 A, B, C, D の質量変化の大きさを正しく表している組み合わせを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

13

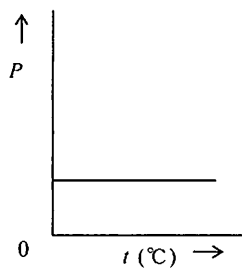


| | 電極 A, B | 電極 C, D |
|---|---------|---------|
| ① | A > B | C > D |
| ② | A > B | C = D |
| ③ | A > B | C < D |
| ④ | A = B | C > D |
| ⑤ | A < B | C = D |
| ⑥ | A = B | C < D |

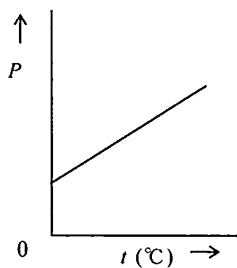
問 14 体積が一定の時，理想気体の圧力 P と温度 t ($^{\circ}\text{C}$) との関係を表したグラフとして最も適当なものを次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

14

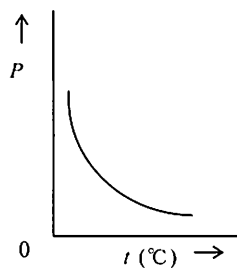
①



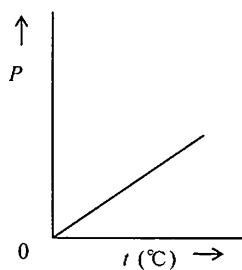
②



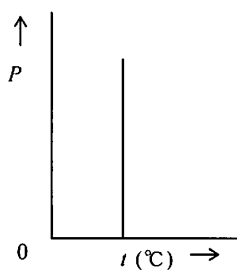
③



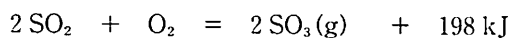
④



⑤



問 15 次の反応



が平衡 (equilibrium) に達しているとき、

- (i) 平衡を右に移動させる
- (ii) 反応の速度を大きくする

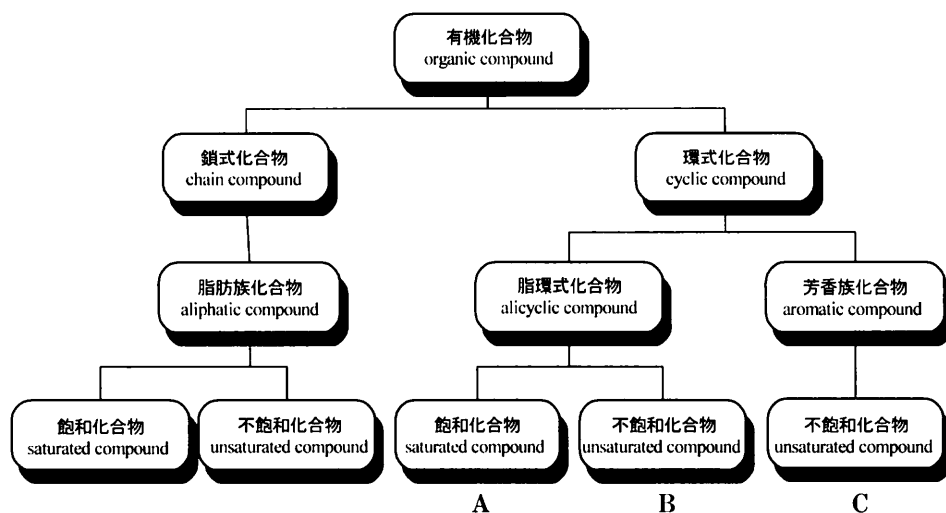
ためには、反応温度と圧力をそれぞれどうするべきか。(i)と(ii)のために行う次の操作(a)～(d)の組み合わせとして最も適当なものを下表の①～⑥の中から一つ選びなさい。

15

- (a) 反応温度を上げ、圧力を大きくする。
- (b) 反応温度を上げ、圧力を小さくする。
- (c) 反応温度を下げ、圧力を大きくする。
- (d) 反応温度を下げ、圧力を小さくする。

| | (i) | (ii) |
|---|-----|------|
| ① | a | b |
| ② | a | c |
| ③ | b | d |
| ④ | c | a |
| ⑤ | c | d |
| ⑥ | d | b |

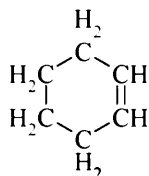
問 16 有機化合物は、炭素原子の結合のしかたとその構造によって、次の図のように分類できる。



図中の A～C にあてはまる化合物はそれぞれ次の(i)～(v)の中のどれか。最も適当な組み合わせを下表の①～⑤の中から一つ選びなさい。

16

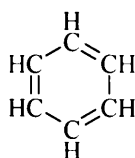
(i)



(ii)



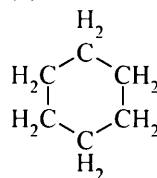
(iii)



(iv)



(v)



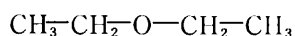
| | A | B | C |
|---|-------|-------|-------|
| ① | (v) | (ii) | (i) |
| ② | (ii) | (iii) | (iv) |
| ③ | (v) | (i) | (iii) |
| ④ | (ii) | (i) | (v) |
| ⑤ | (iii) | (iv) | (ii) |

問 17 酸素を含む有機化合物は、その構造と、酸素の結合のしかたによっていくつかに分類される。次の表に示す一般名にあてはまる化合物は、下の(a)～(f)の中のどれか。最も適当な組み合わせを次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

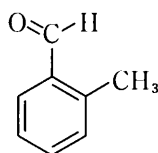
17

| | アルコール (alcohol) | エーテル (ether) | アルデヒド (aldehyde) |
|---|--------------------|-----------------|---------------------|
| ① | d | f | c |
| ② | e | a | f |
| ③ | d | c | b |
| ④ | b | f | a |
| ⑤ | e | a | b |

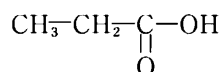
(a)



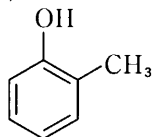
(b)



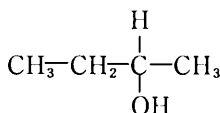
(c)



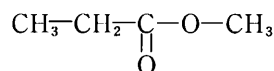
(d)



(e)



(f)



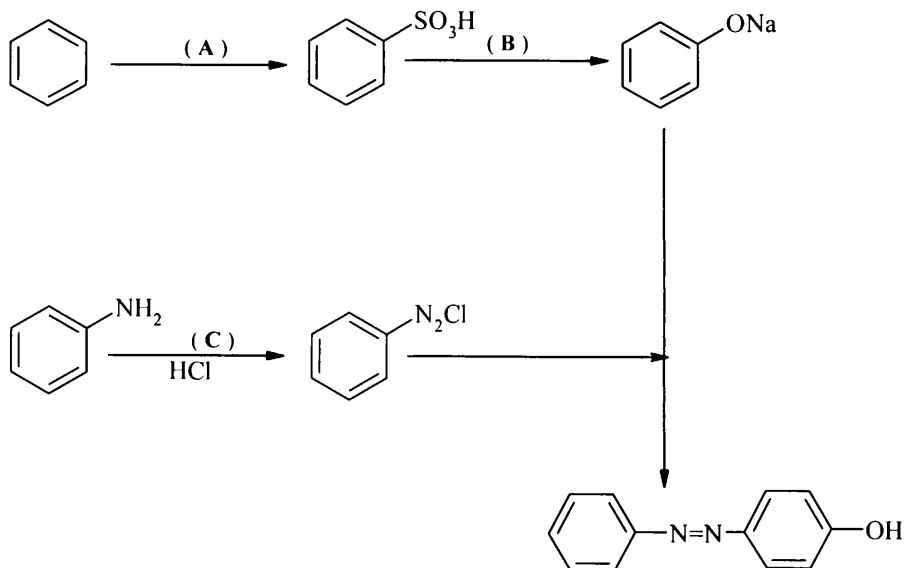
問 18 酢酸カルシウム $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$ を熱分解 (乾留) (pyrolysis) すると、A、B 二種類の化合物が生成した。A は塩酸 (hydrochloric acid) と反応して二酸化炭素 (carbon dioxide) を発生した。B はヨードホルム反応 (iodoform reaction) を示した。A、B の化合物の組み合わせとして最も適当なものを次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

18

| | A | B |
|---|---------------------------------------|---------------------------------------|
| ① | アセトン CH_3COCH_3 | 炭酸カルシウム CaCO_3 |
| ② | 水酸化カルシウム Ca(OH)_2 | 2-プロパノール $\text{CH}_3\text{CHOHCH}_3$ |
| ③ | 2-プロパノール $\text{CH}_3\text{CHOHCH}_3$ | 酸化カルシウム CaO |
| ④ | 酸化カルシウム CaO | 酢酸 CH_3COOH |
| ⑤ | 炭酸カルシウム CaCO_3 | アセトン CH_3COCH_3 |

問 19 次の図はアゾ染料(azo dye)である *p*-ヒドロキシアゾベンゼン(*p*-hydroxyazobenzene)を合成する経路を示している。反応に必要な図中の試薬 (A)～(C) の組み合わせとして最も適当なものを下表の①～⑥の中から一つ選びなさい。

19



| | A | B | C |
|---|-----|----------|----------|
| ① | 濃硫酸 | 水酸化ナトリウム | 亜硝酸ナトリウム |
| ② | 硝酸 | 金属ナトリウム | 亜硝酸ナトリウム |
| ③ | 亜硫酸 | 炭酸ナトリウム | 亜硫酸ナトリウム |
| ④ | 濃硫酸 | 炭酸ナトリウム | 亜硫酸ナトリウム |
| ⑤ | 硝酸 | 水酸化ナトリウム | 硝酸 |
| ⑥ | 亜硫酸 | 金属ナトリウム | 硝酸 |

注) 濃硫酸 (concentrated sulfuric acid), 硝酸 (nitric acid), 亜硫酸 (sulfurous acid), 水酸化ナトリウム (sodium hydroxide), 金属ナトリウム (sodium metal), 炭酸ナトリウム (sodium carbonate), 亜硝酸ナトリウム (sodium nitrite), 亜硫酸ナトリウム (sodium sulfate)

問 20 有機化合物に関する次の記述①～⑤の中から、正しいものを一つ選びなさい。

20

- ① アセトアルデヒド (acetaldehyde) を還元 (reduce) すると酢酸 (acetic acid) になる。
- ② カルボン酸 (carboxylic acid) とアルコール (alcohol) から脱水するとエステル (ester) になる。
- ③ アセチレン (acetylene) には、シス・トランス異性体 (cis・trans isomer) がある。
- ④ シクロヘキサン (cyclohexane) はヘキサン (hexane) の構造異性体 (structural isomer) である。
- ⑤ ニトロベンゼン (nitrobenzene) は塩基性 (basic) を示す。

化学の問題はこれで終わりです。解答欄の 21 ～ 75 は、空欄にしてください。

この問題用紙を持ち帰ることはできません。