

2018年度

全学部統一入試

化学基礎・化学

[60 分]

各問題を解くにあたって、必要があれば次の数値を使用せよ。

原子量 H 1.0 C 12 O 16 N 14

S 32 Ag 108 Pb 207

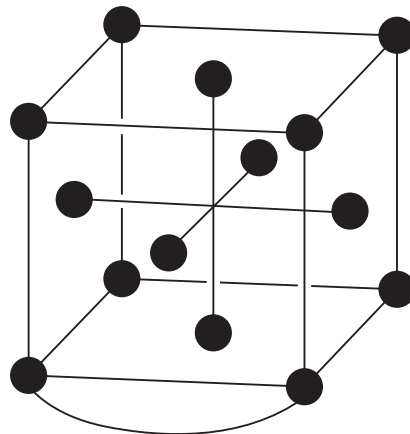
アボガドロ定数 $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$

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

標準状態で 1 mol の気体が占める体積 22.4 L

実在気体とことわりがない限り、気体は全て理想気体として扱うものとする。

【問題 1】 図 1 に示す面心立方格子は銀の結晶格子である。原子の中心の位置を●で示し、線で結んで単位格子を表わしている。この銀の結晶格子に関する次の問 1～3 に答えよ。(解答番号 ～)



$4.1 \times 10^{-8} \text{ cm}$

図 1

問 1 単位格子には何個の銀原子が含まれるか。最も適当な数値を下の①～⑧のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- ① 1 ② 2 ③ 4 ④ 6
⑤ 8 ⑥ 10 ⑦ 12 ⑧ 14

問2 銀原子の原子半径は何 cm になるか。最も適当な数値を下の①～⑧のうちから一つ選び、番号で答えよ。ただし、 $\sqrt{2} = 1.4$, $\sqrt{3} = 1.7$ とする。 cm

- ① 1.4×10^{-8} ② 1.8×10^{-8} ③ 2.8×10^{-8} ④ 3.2×10^{-8}
⑤ 1.4×10^{-7} ⑥ 1.8×10^{-7} ⑦ 2.8×10^{-7} ⑧ 3.2×10^{-7}

問3 銀の密度は何 g/cm^3 になるか。最も適当な数値を下の①～⑧のうちから一つ選び、番号で答えよ。 g/cm^3

- ① 0.3 ② 2.6 ③ 5.2 ④ 9.0
⑤ 10.4 ⑥ 15.7 ⑦ 20.9 ⑧ 26.1

【問題2】 図2は3種類の物質A～Cの蒸気圧曲線を示す。この蒸気圧曲線に関する次の問1～3に答えよ。(解答番号 ～)

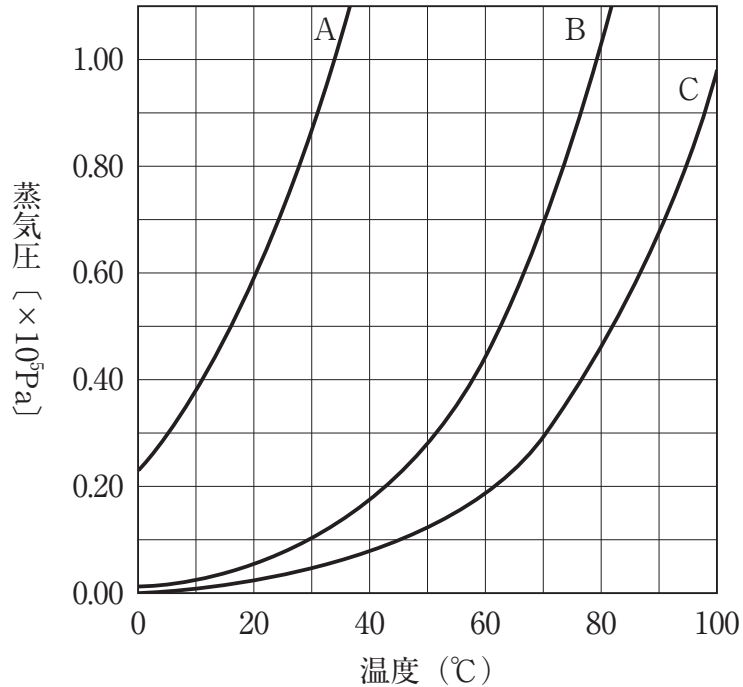


図2

問1 1.01×10^5 Paにおける物質Aの沸点はおよそ何°Cになるか。最も適当な数値を下の①～⑧のうちから一つ選び、番号で答えよ。 °C

- ① 0 ② 34 ③ 40 ④ 50
 ⑤ 63 ⑥ 78 ⑦ 85 ⑧ 100

問2 物質Bを30°Cで沸騰させるためには大気圧を何Paにすればよいか。最も適当な数値を下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。 Pa

- ① 5.0×10^2 ② 1.0×10^3 ③ 2.0×10^3
 ④ 5.0×10^3 ⑤ 1.0×10^4 ⑥ 2.0×10^4

問3 5Lの密閉容器に窒素 0.2 mol と液体の物質 C を 0.1 mol 入れて、70℃に温度を上げた。この時の容器内の圧力は何 Pa になるか。最も適当な数値を下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。ただし、液体の体積と液体に対する気体の溶解は無視できるものとする。 Pa

① 3.0×10^4

② 5.7×10^4

③ 1.1×10^5

④ 1.4×10^5

⑤ 1.7×10^5

⑥ 3.4×10^5

【問題3】 鉛蓄電池は正極に酸化鉛 PbO_2 、負極に鉛 Pb を用い、希硫酸に浸した構造の電池である。放電すると両電極の表面に水に溶けにくい白色の硫酸鉛 PbSO_4 が形成される。この鉛蓄電池に関する次の問1～3に答えよ。(解答番号 ～)

問1 次の文章の空欄 (～) に当てはまる用語の組合せとして最も適当なものを下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。

正極と負極に豆電球をつないで放電すると、正極は され、負極は される。このとき希硫酸の濃度は 。

	ア	イ	ウ
①	酸化	還元	増加する
②	酸化	還元	減少する
③	酸化	還元	変化しない
④	還元	酸化	増加する
⑤	還元	酸化	減少する
⑥	還元	酸化	変化しない

問2 電流 5.0 A で放電を 2 時間 40 分 50 秒行ったとき、正極の質量はどれだけ増加するか。最も適当な数値を下の①～⑧のうちから一つ選び、番号で答えよ。 g

- ① 16 ② 24 ③ 32 ④ 48
 ⑤ 64 ⑥ 96 ⑦ 128 ⑧ 192

問3 放電前の希硫酸が 1.0 kg とすると、問2 に示す放電後に希硫酸の質量パーセント濃度はいくつになったか。最も適当な数値を下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。ただし、放電前の希硫酸の濃度を 38 % とする。 %

- ① 26 ② 30 ③ 34
 ④ 38 ⑤ 42 ⑥ 46

【問題 4】 コロイド溶液に関する下の問 1～3 に答えよ。(解答番号 ～)

問 1 コロイドに関連する下の記述 (a～e) の中で、下線部に誤りを含むものはいくつあるか。最も適当な数を、下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- a コロイド溶液に横から強い光をあてると光の通路が明るく見える。この現象をチンダル現象という。
- b コロイド粒子の直径は 10^{-3} m から 10^{-5} m 程度のためろ紙は通過できない。
- c コロイド粒子とふつうの小さい分子が混ざっている溶液を半透膜を用いて分離する操作を、電気泳動という。
- d ブラウン運動は、熱運動している水などの分散媒分子が、コロイド粒子に不規則に衝突するために起こる。
- e コロイド粒子には、加熱すると流動性を失い、全体が固まるものがある。この状態をゲルという。

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 0

問2 次の文章の空欄（ ～ ）に当てはまる用語の組合せとして最も適当なものを下の①～⑧のうちから一つ選び、番号で答えよ。

水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド溶液に直流電圧をかけると、陰極のまわりの溶液の色がなった。これは水酸化鉄(Ⅲ)のコロイドがに帯電しているため陰極のほうに移動したことによる。このような水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド溶液には硫酸ナトリウムなどのを少量加えると沈殿を生じる。

	ア	イ	ウ
①	濃く	正	電解質
②	濃く	正	非電解質
③	濃く	負	電解質
④	濃く	負	非電解質
⑤	薄く	正	電解質
⑥	薄く	正	非電解質
⑦	薄く	負	電解質
⑧	薄く	負	非電解質

問3 沸騰している純水に 10 mL の 0.3 mol/L 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を少しずつ加えて、100 mL のコロイド溶液を作成した。このコロイド溶液をセロハン袋に入れ、次に 900 mL の純水が入ったビーカーに浸した。この袋の中の溶液のイオン濃度が平衡に達したところでビーカーの水を全量、新しい純水 900 mL と取り換えた。コロイド溶液中の塩化物イオンの濃度を 1.0×10^{-4} mol/L 以下にするには、ビーカーの水を取り換える操作を最低何回おこなえば良いか。最も適当な数を下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。 回

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

【問題 5】 単体の塩素は実験室的には図 3 に示すような方法で酸化マンガン(IV) MnO_2 と濃塩酸を混合し、加熱させて発生させる。この塩素に関連する下の問 1 ~ 3 に答えよ。

(解答番号 ~)

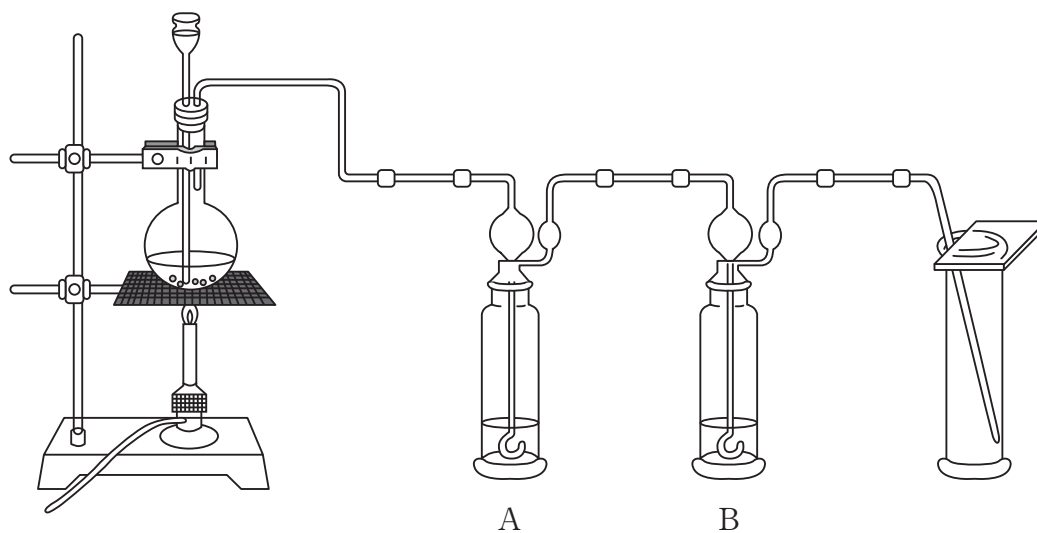


図 3

問 1 図 3 の洗気ビン A, B に入れる液体について最も適当な組合せを下の①~⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。

	洗気ビン A	洗気ビン B
①	水	水
②	水	濃硫酸
③	水	アンモニア
④	濃硫酸	アンモニア
⑤	濃硫酸	塩化カルシウム
⑥	濃硫酸	濃塩酸

問2 発生した塩素の捕集方法と同じ方法で捕集する気体は次のa～eの中でいくつあるか。最も適当な数を次の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。 14

a 水素 b 酸素 c 硫化水素 d 窒素 e アンモニア

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 0

問3 塩素は常温では気体であり、水に溶けて酸性を示す。次のa～eの塩の中で水に溶けて酸性を示す物質はいくつあるか。最も適当な数を次の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。 15

a 塩化ナトリウム b 硝酸カリウム c 塩化アンモニウム
d 酢酸ナトリウム e 炭酸ナトリウム

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 0

【問題6】 図4はカルシウムの化合物に関する反応を示したものである。このカルシウムの化合物の反応に関連する下の問1～3に答えよ。(解答番号 ～)

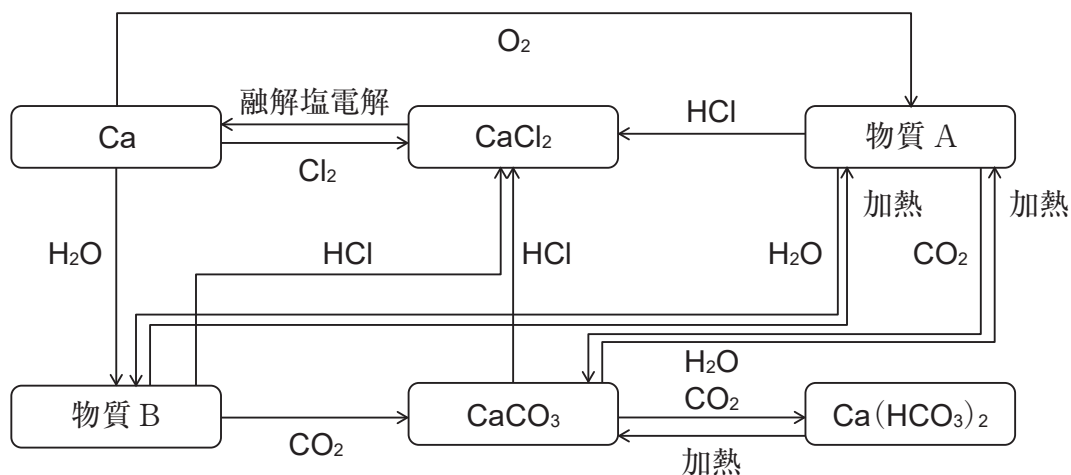


図4

問1 物質Aは一般的にどのような用途に用いられているか。最も適当なものを下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- | | | |
|-------|----------|-------|
| ① 造影剤 | ② 医療用ギブス | ③ 乾燥剤 |
| ④ 電池 | ⑤ 冷却剤 | ⑥ 消毒剤 |

問2 物質Bの沈殿物の色と同じ色の沈殿物は次のa～eの中でいくつあるか。最も適当な数を次の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- | | | |
|-------|------------|-----------|
| a 塩化銀 | b クロム酸鉛(Ⅱ) | c 水酸化銅(Ⅱ) |
| d 硫化銅 | e 硫化亜鉛 | |

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 0

問3 下の記述（a～e）のうちカルシウムとマグネシウムの性質両方に当てはまるものはいくつあるか。下の①～⑥のうちから最も適当な数一つを選び、番号で答えよ。

18

- a 炎色反応ではそれぞれの元素に特有な色を示す。
- b 単体は常温で水と容易に反応する。
- c 水酸化物は水によく溶ける。
- d 炭酸塩は水に溶けにくい。
- e イオン化傾向が大きく二価の陽イオンになりやすい。

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 0

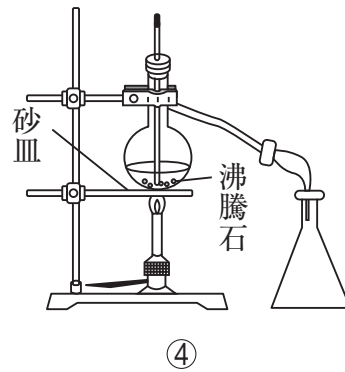
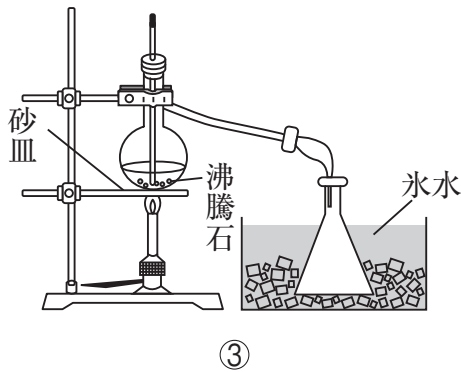
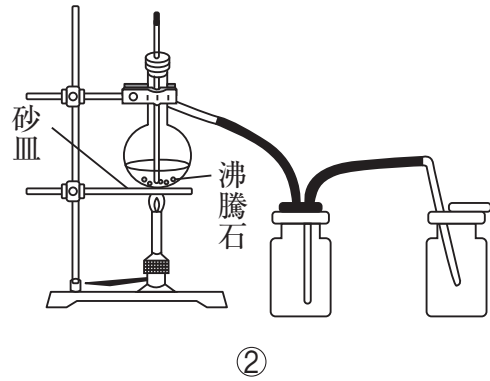
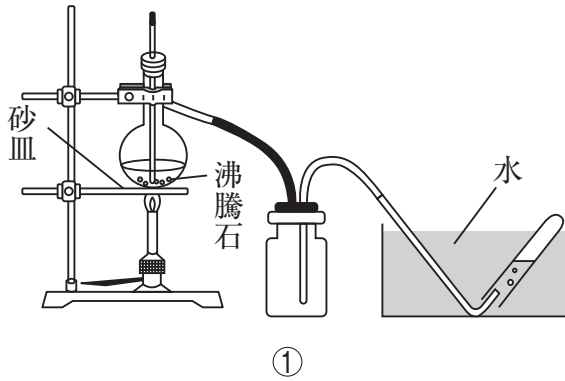
【問題7】 炭素原子間に二重結合を1個もつ鎖式不飽和炭化水素をアルケンという。このアルケンに関連する下の問1～3に答えよ。(解答番号 ～)

問1 次の文章の空欄(～)に当てはまる用語の組合せとして最も適当なものを下の①～⑧のうちから一つ選び、番号で答えよ。

エチレン $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ は工業的には、 を熱分解して得られるが、実験室では、濃硫酸を $160 \sim 170^\circ\text{C}$ に加熱しながら を加えて得られる。このとき分子内から水分子が失われる反応が起こっている。このような反応を という。

	ア	イ	ウ
①	ナフサ	エタン	脱水反応
②	ナフサ	エタン	付加反応
③	ナフサ	エタノール	脱水反応
④	ナフサ	エタノール	付加反応
⑤	メタン	エタン	脱水反応
⑥	メタン	エタン	付加反応
⑦	メタン	エタノール	脱水反応
⑧	メタン	エタノール	付加反応

問2 エチレンを実験的に生成する実験装置はどれか。最も適当なものを次の①～④のうちから一つ選び、番号で答えよ。 20



問3 エチレンに関連する下の記述 (a～e) の中で、下線部に誤りを含むものはいくつあるか。最も適当な数を、下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。 21

- a エチレンは無色の気体でわずかに甘いにおいがある。
- b エチレンを臭素水に通すと臭素が反応して溶液が赤褐色になる。
- c エチレンに塩化水素を付加させると、ポリエチレンが生成する。
- d アセチレンに水素を作用させると、エチレンを経てエタンとなる。
- e エチレングリコールは、エチレンを酸化して得られる無色で粘性をもつ有毒な液体で、ポリエステル原料として使われる。

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 0

【問題 8】 炭素，水素，酸素だけからなる有機化合物を元素分析したところ，成分元素の質量百分率は，炭素 54.5%，水素 9.1%，酸素 36.4% であった。この化合物に関連する次の問 1～3 に答えよ。(解答番号 ～)

問 1 この有機化合物の組成式として最も適当なものを下の①～⑥のうちから一つ選び，番号で答えよ。

- ① CHO ② CH₂O ③ CHO₂
④ C₂HO ⑤ C₂H₂O ⑥ C₂H₄O

問 2 この有機化合物の分子量は 88 であった。最も適当な分子式を次の①～④のうちから一つ選び，番号で答えよ。

- ① C₂H₂O₄ ② C₃H₄O₃ ③ C₄H₈O₂ ④ C₅H₁₂O

問 3 この有機化合物はエステルであった。異性体は何種類考えられるか。最も適当な数を，下の①～⑥のうちから一つ選び，番号で答えよ。

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6