



未来のエスキースを描く。

東北工業大学

2025年度入学試験問題

B

理

科

(100点 60分)

	ページ	問題数
物理	1～15	4 問
化学	16～27	4 問

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで問題冊子を開いてはならない。
2. この問題冊子は全部で 27 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。
3. 物理，化学から 1 科目のみを選択し解答すること。
4. 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。
5. 解答用紙は科目共通で 2 枚（マーク式および記述式）である。
6. 解答用紙（記述式）の指定欄に座席番号（数字），氏名を記入し，さらに，解答する科目名を○で囲むこと。
 - ・解答は設問の指示に従い，所定の解答欄に記入すること。
7. 解答用紙（マーク式）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（マーク式）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
----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

- ・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。
 - ・1つの解答欄に2つ以上マークした場合，その解答欄の解答は無効となる。
 - ・解答用紙（マーク式）は，折り曲げたり，破ったり，汚したりしないこと。
8. この問題冊子の余白は，計算などに利用してもよい。
 9. 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。

原子量 $\text{H} = 1.01$ $\text{He} = 4.00$ $\text{C} = 12.0$ $\text{N} = 14.0$ $\text{O} = 16.0$

$\text{Na} = 23.0$ $\text{K} = 39.1$ $\text{Cl} = 35.5$ $\text{Mn} = 54.9$

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

気体は、実在気体とことわりがない限り、理想気体として扱うものとする。

温度 0°C 、圧力 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ の状態では、理想気体 1 mol の体積は、 22.4 L とする。

1 次の問い（問1～7）に答えなさい。

問1. 次の物質が、それぞれの水溶液中で完全に電離しているときに、溶けている陰イオンのモル濃度と価数の積が最も大きいものを解答群から選びなさい。ただし、それぞれの水溶液における塩のモル濃度はすべて等しいとする。

1

[解答群]

① KMnO_4 ② AlCl_3 ③ NH_4NO_3 ④ FeSO_4 ⑤ CaCl_2

問2. 標準溶液をビュレットに入れ、試料溶液をホールピペットで採取してコンカルビーカーに入れて中和滴定を行うとき、用いられるガラス器具の適切な使い方に関する記述として下線部に誤りを含むものを解答群から一つ選びなさい。

2

[解答群]

- ① ビュレットの内壁を純水で洗ってから標準溶液で2～3回すすいだのち，標準溶液をビュレットに注ぎ入れる。
- ② ホールピペットは，内壁を純水で洗ってから試料溶液で2～3回すすいだのち，一定量の試料溶液をはかり取る。
- ③ コニカルビーカーの内壁を純水で洗ってから試料溶液で2～3回すすいだのち，一定量の試料溶液を入れる。
- ④ ビュレットの目盛りは，目の位置を標準溶液の液面の底と同じ高さにして読み取る。
- ⑤ ビュレットの最小目盛りが0.1 mL のとき，目分量で0.01 mL の位まで読み取る。

問3. 質量パーセント濃度が5.35%の塩化アンモニウム水溶液100 gに，十分な量の水酸化ナトリウムを加えて加熱し，すべてのアンモニウムイオンを気体のアンモニアとして回収できたとする。このとき，得られるアンモニアの質量は何gか。解答群から一つ選びなさい。 3 g

[解答群]

- ① 0.10 ② 1.7 ③ 1.8 ④ 3.4 ⑤ 3.6

問4. 単原子イオンと貴ガス原子の電子配置が互いに異なるものを解答群から一つ選びなさい。 4

[解答群]

- ① Al^{3+} と Ne ② Ca^{2+} と Ar ③ F^- と Ne
④ Li^+ と He ⑤ Na^+ と Ar ⑥ O^{2-} と Ne

問 5. (この問題の解答は、解答用紙(記述式)(あ)に書くこと)

実在気体に関する次の文章を読み解答しなさい。 (あ)

図 1 は、ヘリウム、メタンと理想気体について、温度 T [K] を一定 (300 K) とし、 $\frac{PV}{nRT}$ の値が圧力 P [Pa] とともに変化する様子を示したものである。ここで、 V は気体の体積 [L]、 n は物質量 [mol]、 R は気体定数 [Pa·L/(K·mol)] である。メタンでは、図 1 の圧力の範囲で、 $\frac{PV}{nRT}$ の値は 1 よりも小さく、圧力が大きくなるとこの値は減少している。一方、ヘリウムでは $\frac{PV}{nRT}$ の値は 1 より大きく、圧力が大きくなるとこの値は増加している。ヘリウムとメタンのそれぞれについて圧力が大きくなると $\frac{PV}{nRT}$ の値が前述のような変化を示す理由を、次のキーワードを全て用いて 100 字以内で説明しなさい。

キーワード：分子自身の体積 分子間力

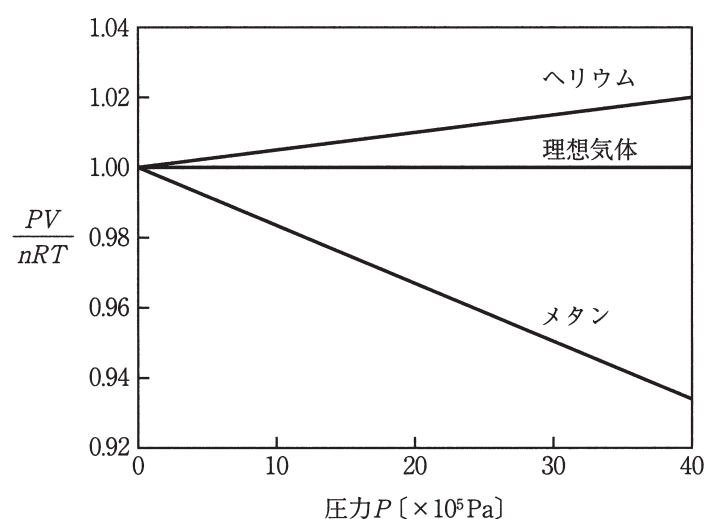


図 1

問 6. 炭素，窒素，酸素に共通する記述として誤りを含むものを解答群から一つ選びなさい。 5

[解答群]

- ① それぞれの同族元素は全て非金属元素である。
- ② 同じ元素の原子間で共有結合を形成する。
- ③ いずれの元素も水素と結合して化合物を生成する。
- ④ 原子の価電子は L 殻にある。

問 7. 25 ℃の水 400 g に塩化カリウム KCl を 100 g 溶かした。この水溶液をふたのない容器に入れて，この温度のままで放置すると，水が 200 g 蒸発し，KCl が 28 g 析出した。25 ℃における飽和 KCl 溶液の質量モル濃度は何 mol/kg か。最も適当な数値を解答群から選びなさい。 6 mol/kg

[解答群]

- ① 1.0 ② 1.4 ③ 1.9 ④ 3.6 ⑤ 4.8

2 次の問い（問1～5）に答えなさい。

ある温度の気体に含まれる気体分子の運動エネルギーはすべてが同じではない。エネルギーの小さな分子から大きな分子まで存在する。圧力一定のとき、温度が高くなると、運動エネルギーの大きな分子の割合は 7 くなり、温度が低くなると、運動エネルギーの大きな分子の割合は温度が高い条件と比べて 8 くなる。衝突した分子が活性化エネルギー（ E_a ）よりも 9 いエネルギーをもっていなければ反応は起こらない。温度が高くなると、 E_a よりも大きいエネルギーで衝突する分子の割合が 10 になるので、反応速度は 11 くなる。

問1. 7 ～ 11 にあてはまるものを解答群から一つずつ選びなさい。
（同じ選択肢を繰り返し選んでよい。）

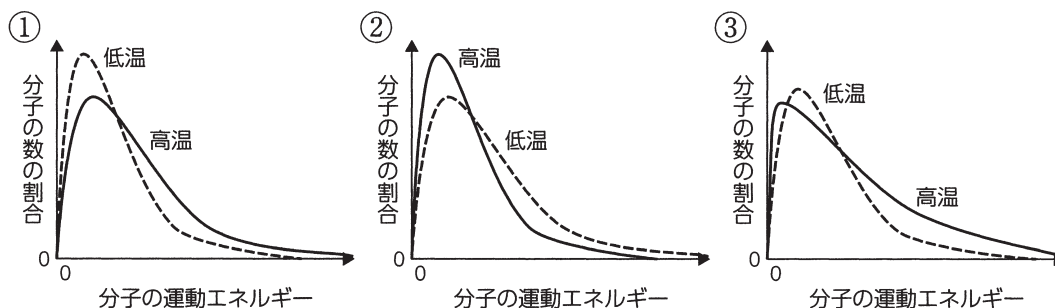
[解答群]

- ① 大き ② 小 ③ 等し

問2. 気体分子のエネルギー分布として正しい図を解答群から一つ選びなさい。

12

[解答群]



問 3. 反応速度は、反応物の濃度を大きくする（気体の反応では圧力を高くすることにより大きくなる。温度一定のとき、濃度を大きくすることで反応速度が大きくなる要因として最も適するものを解答群より選びなさい。

13

[解答群]

- ① 反応する粒子どうしの衝突回数が増える。
- ② 活性化エネルギーを超えるエネルギーをもつ粒子の割合が増える。
- ③ 活性化エネルギーが小さい別の反応経路ができる。

問 4. 室温で 3% 過酸化水素水に少量の酸化マンガ（IV）の粉末を加えたとき、どのような化学反応が起こるか。最も適当な化学反応式を解答群から選びなさい。

14

[解答群]

- ① $5\text{H}_2\text{O}_2 + \text{MnO}_2 \rightarrow \text{MnO}_7^- + 3\text{H}_2\text{O} + 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$
- ② $2\text{H}_2\text{O}_2 + 4\text{MnO} \rightarrow 4\text{MnO}_2 + 2\text{H}_2 \uparrow$
- ③ $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$
- ④ $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$

問 5. （この問題の解答は、解答用紙（記述式）（い）に書くこと）

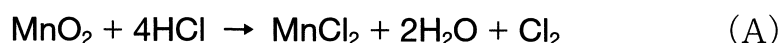
下表は、ある一定温度で 0.88 mol/L の過酸化水素水に少量の塩化鉄（Ⅲ）水溶液を加えて 60 秒後の H_2O_2 濃度を分析した結果である。空欄にあてはまる H_2O_2 の濃度の減少量および H_2O_2 の分解反応速度を計算して答えなさい。また、解答は計算過程を含め、単位を付けること。

(い)

時間 [s]	未反応の H_2O_2 濃度 [mol/L]	H_2O_2 の濃度の減少量 [mol/L]	H_2O_2 の分解反応速度 [mol/(L・s)]
0	0.88		
60	0.44		

3 次の問い（問 1～6）に答えなさい。

実験室で塩素を発生させるのに、酸化マンガン（Ⅳ） MnO_2 と濃塩酸が用いられる。図 2 のように、固体の酸化マンガン（Ⅳ）を丸底フラスコに入れておき、濃塩酸を滴下ろうとに入れ落下させ加熱する。発生した塩素は、洗気ビン I、洗気ビン II を通って捕集される。酸化マンガン（Ⅳ）と濃塩酸の混合物を加熱すると、（A）式のように塩素が発生する。



反応式（A）より Mn の酸化数は から と変化しており、酸化マンガンは として働いている。

このとき、塩素中には水蒸気と揮発性の が混入しているので、まず、洗気ビン I を通過させて によく溶ける性質をもつ を除去する。次に、洗気ビン II を通過させて に水蒸気を吸収させる。そののち、塩素は、 で捕集する。

また、塩素は高度さらし粉に塩酸を加えても得られる。塩素が水に溶けて生じた塩素水中では、塩素の一部が水と反応して塩化水素と次亜塩素酸を生じている。次亜塩素酸では、中心となる塩素原子に が結合し、さらにその に が結合した構造となる。このような酸を という。次亜塩素酸の塩素原子の酸化数は となる。 の酸性は、塩素の酸化数が大きいほど強くなる。次亜塩素酸は強い酸化作用を示すため、塩素水は殺菌や漂白などに利用されている。

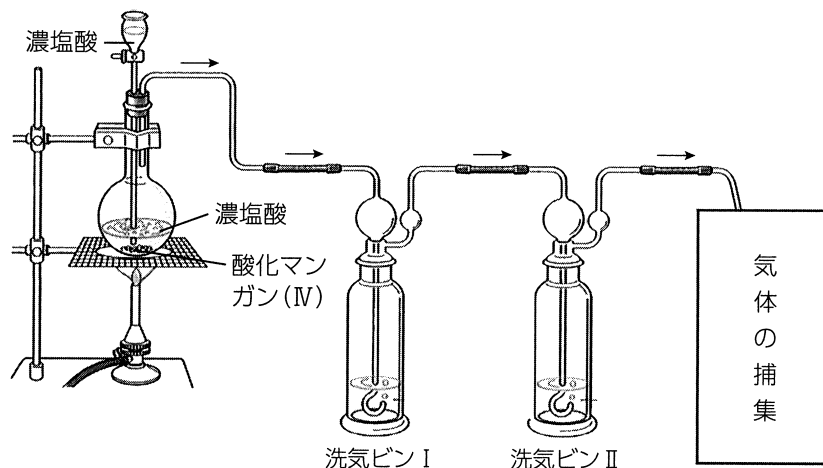


図 2

問 1. 15 ～ 17 に入る最も適当なものを解答群から選びなさい。

[15～17 の解答群]

- ① +1 ② +2 ③ +3 ④ +4 ⑤ -1 ⑥ -2 ⑦ -3 ⑧ -4
⑨ 酸化剤 ⑩ 還元剤 ⑪ 緩衝液

問 2. 18 ～ 21 に入る最も適当な語句を解答群から選びなさい。

[18～21 の解答群]

- ① 水 ② 塩化水素 ③ 濃硫酸 ④ 水酸化ナトリウム水溶液
⑤ 濃塩酸 ⑥ エタノール ⑦ 塩化ナトリウム水溶液 ⑧ 上方置換
⑨ 下方置換 ⑩ 水上置換

問 3. 35.0 g の酸化マンガン (IV) を 36.5% 濃塩酸 10.0 g と加熱反応させると、発生する塩素の体積は温度 0 °C，圧力 1.013×10^5 Pa の状態では何 L か。解答群から一つ選びなさい。なお、塩素は理想気体とする。 22 L

[解答群]

- ① 0.0560 ② 0.560 ③ 5.60 ④ 56.0 ⑤ 560 ⑥ 5.60×10^3

問 4. 下線の高度さらし粉の化学式として最も適当なものを解答群から選びなさい。 23

[解答群]

- ① $\text{Ca}(\text{ClO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ② $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ③ $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$
④ $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ⑤ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ⑥ $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$

問 5. 24 ～ 27 に入る最も適当なものを解答群から選びなさい。

[24～27 の解答群]

- | | | | |
|--------|--------|---------|--------|
| ① 水素原子 | ② 酸素原子 | ③ 塩素原子 | ④ 窒素原子 |
| ⑤ オキソ酸 | ⑥ シュウ酸 | ⑦ カルボン酸 | ⑧ -1 |
| ⑨ $+1$ | ⑩ $+2$ | ⑪ $+3$ | ⑫ $+4$ |

問 6. (この問題の解答は、解答用紙(記述式)(う)に書くこと)

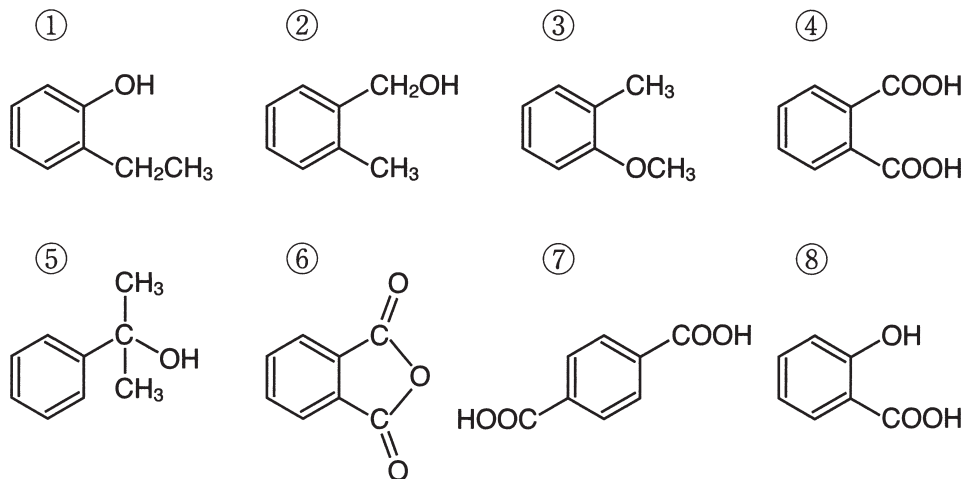
塩素は工業的には塩化ナトリウム水溶液を両電極に白金電極を用いて電気分解することにより得られる。このとき、陰極および陽極で起こる反応を電子 e^- を用いた反応式でそれぞれ書きなさい。なお、陽極では、塩素発生のみが、陰極では水素発生のみが生じるものとする。 (う)

4 次の問い（問1～3）に答えなさい。

問1. 次の説明文にあてはまる化合物 **28** ～ **32** の構造式を下の解答群から一つずつ選びなさい。

- (1) 分子式 $C_8H_{10}O$ で表される芳香族化合物 **28**, **29**, **30** がある。これらはいずれも2つの置換基がベンゼン環のオルトの位置にあるベンゼンの二置換体である。
- (2) **28**, **29**, **30** それぞれに金属ナトリウムを加えたところ、**28** と **29** は水素を発生したが、**30** は反応しなかった。
- (3) **28**, **29** それぞれに水酸化ナトリウム水溶液を加えたところ、**28** は水溶液に溶けたが **29** は溶けなかった。
- (4) **29** を二クロム酸カリウムを加えて酸化すると化合物 **31** が得られた。さらに、**31** を加熱すると化合物 **32** が得られた。

[28～32の解答群]



問2. $R-SO_3H$ で表すことができる陽イオン交換樹脂を、図3のような円筒状のカラムにつめて、上部から硫酸銅(Ⅱ)水溶液をゆっくり流した。続いて水を上部から流して交換樹脂を水洗いし、流出液のすべてをビーカーにとった。

- (1) この実験の観察結果として正しいものを次の解答群から一つ選びなさい。

[解答群]

- ① 流出液の色は無色透明になった。
- ② 流出液にフェノールフタレイン溶液を滴下すると赤くなった。
- ③ 流出液に BTB 溶液を滴下すると緑色になった。
- ④ 流出液に硝酸カリウム水溶液を滴下すると白濁した。
- ⑤ 陽イオン交換樹脂が赤くなった。

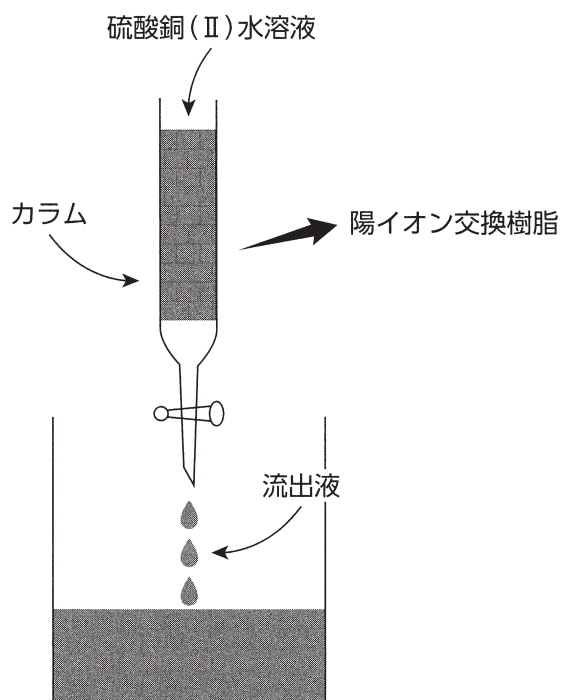


図 3

- (2) 0.10 mol/L の硫酸銅 (Ⅱ) 水溶液 10 mL をカラムに通じ、カラム流出液のすべてを 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定した。このとき中和点に達するまでに要した水酸化ナトリウム水溶液は何 mL か。解答群から一つ選びなさい。ただし、すべての Cu^{2+} がイオン交換されたものとする。

34

[解答群]

- ① 5.0 ② 10 ③ 15 ④ 20 ⑤ 40 ⑥ 1.0×10^2

- (3) 次の (ア)～(エ) のアミノ酸の等電点を () 内に示した。これらのアミノ酸を pH 6.0 の緩衝溶液に溶かして陽イオン交換樹脂に通した。このときに吸着されるアミノ酸として正しいと考えられるものを解答群から一つ選びなさい。

35

- (ア) グルタミン酸 (3.2) (イ) システイン (5.1)
(ウ) アラニン (6.0) (エ) リシン (9.7)

[解答群]

- ① アのみ ② イのみ ③ ウのみ ④ エのみ ⑤ アとイ
⑥ アとウ ⑦ ウとエ

問 3. (この問題の解答は、解答用紙 (記述式) (え) に書くこと)

ギ酸は刺激臭のある無色の液体である。この化合物は ① 酸性を示し、また、
② アンモニア性硝酸銀水溶液から銀を析出させる。この化合物が ① を示す理由
と ② の銀を析出させる理由について、構造式を書いて説明しなさい。

(え)

(化学問題終わり)