

2025 年度 入学試験問題(前期日程)

理 科

(化学基礎・化学)

理 工 学 部：数学物理学科(理科受験)，生物科学科，化学生命理工学科，
地球環境防災学科

医 学 部：医学科

農林海洋科学部：農林資源科学科(フィールド科学コース)，
海洋資源科学科(海洋生命科学コース)

問題冊子 問題…… **I** ～ **VI** ページ…… 1 ～ 8

解答用紙…… 6 枚

下書用紙…… 1 枚

理 工 学 部：試験時間は 90 分，配点は表示の 2 倍とする。

医 学 部：試験時間は 120 分(2 科目解答)，配点は表示の 0.75 倍とする。

農林海洋科学部：

(フィールド科学コース)：試験時間は 90 分，配点は表示のとおりとする。

(海洋生命科学コース)：試験時間は 90 分，配点は表示の 2 倍とする。

注 意 事 項

1. 試験開始の合図まで，この問題冊子を開かないこと。
2. 試験中に，問題冊子・解答用紙の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁及び下書用紙の不備等に気付いた場合は，手を挙げて監督者に知らせること。
3. 各解答用紙に受験番号を記入すること。
なお，解答用紙には，必要事項以外は記入しないこと。
4. 解答は，必ず解答用紙の指定された箇所に記入すること。
5. 解答用紙の各ページは，切り離さないこと。
6. 配付された解答用紙は，持ち帰らないこと。
7. 試験終了後，問題冊子，下書用紙は持ち帰ること。
8. 試験終了後，指示があるまでは退室しないこと。

注意：必要であれば，次の値を用いよ。なお，扱う気体はすべて理想気体とする。

原子量は $\text{H} = 1.0$, $\text{C} = 12.0$, $\text{O} = 16.0$, $\text{Na} = 23.0$, $\text{S} = 32.0$, $\text{Cl} = 35.5$,

$\text{Cu} = 63.5$ とする。

I 次の文章を読んで，各問に答えよ。(35 点)

問 1 過酸化水素水に二酸化硫黄の水溶液を加えると酸化還元反応が起こり，硫酸が生成する。

- (1) この反応の化学反応式を記せ。
- (2) このときの過酸化水素と二酸化硫黄の半反応式をそれぞれ記せ。

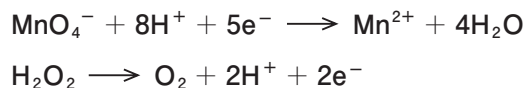
問 2 ハロゲンの酸化作用の強さを比較するための実験を行った。

- [実験 1] 臭化カリウム水溶液に塩素水を加えたところ，黄色に変化した。
- [実験 2] ヨウ化カリウム水溶液に臭素水を加えたところ，褐色に変化した。
- [実験 3] 塩化カリウム水溶液に臭素水を加えても変化はなかった。

- (1) 実験 1，2 の化学反応式をそれぞれ記せ。
- (2) 実験 1～3 の結果より導かれるハロゲン単体の酸化作用の強さの順序を記せ。

問 3 酸化還元滴定に関する実験を行った。

- [実験 1] 酸化剤や還元剤の水溶液を酸性にする場合，希硫酸が用いられる。そのため，希硫酸の濃度調製を行った。
- [実験 2] 濃度不明の過酸化水素水 2.0 mL を希硫酸で酸性にして，ビュレットから 0.10 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液で滴定したところ，4.0 mL 加えたとき，過マンガン酸イオンの赤紫色は消えなくなった。ただし，希硫酸中で過マンガン酸イオンおよび過酸化水素は，次のようにはたらくとする。



- (1) 質量パーセント濃度が 98% の濃硫酸があり，その密度は 1.8 g/cm^3 であるとする。この濃硫酸のモル濃度を計算過程とともに有効数字 2 桁で答えよ。
- (2) (1) の濃硫酸を純水で希釈して，1.0 mol/L 希硫酸を 500 mL 調製したい。何 mL の濃硫酸が必要か計算過程とともに有効数字 2 桁で答えよ。
- (3) 以上の実験結果より導かれる濃度不明の過酸化水素水のモル濃度を，計算過程とともに有効数字 2 桁で答えよ。

Ⅱ 次の文章を読んで、各問に答えよ。(30 点)

同じ元素の原子で、中性子の数が異なる原子どうしを互いに (ア) であるという。炭素には ^{12}C 、 ^{13}C 、 ^{14}C が存在する。 ^{12}C は天然存在比が最も多く、 ^{13}C は核磁気共鳴(NMR)法による分子構造解析に利用されている。 ^{14}C は放射線を放出して別の原子核に変わる (イ) に分類され、①生物由来の炭素原子を含む物質の年代測定に用いられている。

同じ元素からなる単体で性質が異なるものどうしを互いに (ウ) と呼ぶ。炭素には、無色透明で極めて硬く電気を通さない (エ)、鉛筆の芯などに使用され柔らかくて電気をよく通す (オ)、炭素原子が球状に 60 個結合した C_{60} のような (カ) などが存在する。(オ) は層状物質であり、4 個の価電子のうち 3 個が平面をつくる (キ) 結合に使われ、残りの 1 個は平面内を動き回ることができるため電気がよく通る。層と層の間はファンデルワールス力と呼ばれる弱い分子間力で結びついており薄片にはがれやすい。(ク) は (オ) から単離した原子 1 個分の厚さのシートであり、極めて薄く、熱伝導性が (エ) より良い②で幅広い用途への応用が期待されている。

問 1 文中の (ア) ～ (ク) に当てはまる適切な語句を次の中から選び、(a)～(l) の記号で記せ。

- | | | | |
|-----------|----------------|------------|------------|
| (a) イオン | (b) カーボンナノチューブ | (c) 共有 | (d) 金属 |
| (e) グラフェン | (f) 黒鉛(グラファイト) | (g) ダイヤモンド | (h) 同位体 |
| (i) 同族元素 | (j) 同素体 | (k) フラーレン | (l) 放射性同位体 |

問 2 塩素の (ア) として質量数 35(^{35}Cl)と質量数 37(^{37}Cl)の塩素原子が存在する。塩素の原子量を 35.5 とすると、 ^{35}Cl と ^{37}Cl の存在比を計算過程とともに最も小さい整数比で答えよ。

問 3 (イ) について、以下の問いに答えよ。

- (1) ^{14}C は、 β 崩壊(壊変)によって電子 e^- を放出し異なる原子に変わる。この原子を構成表示の例にならって答えよ。

構成表示の例



- (2) α 崩壊(壊変)が起こると、(A) つの原子番号と (B) つの質量数が (C) 原子になる。それぞれに該当する適切な数字と語句の組み合わせを(a)～(d)より選んで答えよ。

	(A)	(B)	(C)
(a)	2	4	減少した
(b)	2	4	増加した
(c)	4	2	減少した
(d)	4	2	増加した

- (3) 下線部①について、 ^{14}C は大気中の二酸化炭素にも含まれており、その存在比は年代によらずほぼ一定である。ある遺跡から発掘された木片に含まれる ^{14}C の存在比は現在の大気中と比べて 12.5% であったことから、この木片は 17190 年前に朽ちたと推測された。これらから ^{14}C の半減期(年)を計算過程とともに答えよ。

- 問 4 下線部②について、1.0 g あたりの面積(m^2/g)を計算過程とともに有効数字 2 桁で答えよ。ただし、求める面積をシート片側の表面積、炭素原子間の結合距離を $1.40 \times 10^{-10} \text{ m}$ 、アボガドロ定数を $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$ 、シートは炭素原子を頂点とする正六角形(炭素原子 2 個に相当)が規則正しく並んだ構造とする。計算過程において $\sqrt{3}$ を 1.73、 1.40^2 を 2.00、 0.70^2 を 0.50 と近似する。

Ⅲ 次の文章を読んで、各問に答えよ。(35 点)

水素(H_2)とヨウ素(I_2)は以下に示すような化学反応を起こしてヨウ化水素(HI)を生じる。



H_2 8.00 mol, I_2 8.00 mol を体積 100 L の密閉容器に入れ、一定温度に保ったところ、上の化学反応式に従い HI が生じた。このとき、 H_2 の濃度 $[\text{H}_2]$ および I_2 の濃度 $[\text{I}_2]$ を時間に対して測定した結果、下の表のようになった。また、十分な時間が経過すると容器内は平衡状態に達した。

時間[h]	$[\text{H}_2]$ および $[\text{I}_2]$ [$\times 10^{-2}$ mol/L]
1	7.24
3	6.00
5	5.06

問 1 反応時間 1～3 時間の間の H_2 の平均の反応速度 $\bar{v}_{1 \rightarrow 3}$ と、反応時間 3～5 時間の間の H_2 の平均の反応速度 $\bar{v}_{3 \rightarrow 5}$ を、計算過程とともに有効数字 2 桁で答えよ。

問 2 (I)の正反応の反応速度 v が、 $v = k[\text{H}_2][\text{I}_2]$ で表されたとする。 H_2 の濃度 $[\text{H}_2]$ と I_2 の濃度 $[\text{I}_2]$ をいずれも 2 倍にすると、 v は何倍になるか答えよ。ただし、 k は反応速度定数とする。

問 3 (I)の反応において触媒を加えたとき、反応速度が大きくなった。その理由について、簡潔に説明せよ。

問 4 下線部の平衡状態にあるとき、 HI の物質量は 12.0 mol であった。このときの平衡定数 K を計算過程とともに有効数字 2 桁で答えよ。

問 5 下線部の平衡状態にあるとき、温度が一定のもとで次の(1)～(3)の操作のみを行うと平衡はどちらの向きに移動するか。右、左、移動しない、いずれかで答えよ。

- (1) HI のみを追加する
- (2) 反応に関係しない気体を加える
- (3) 触媒を加える

IV 次の文章を読んで、各問に答えよ。(35 点)

問 1 A, B, C, D, E は、次の(a)～(e)の水溶液のいずれかである。各水溶液を同定するため、[実験 1]～[実験 4]を行った。後の(1)～(5)の各問に答えよ。

- (a) 塩酸 (b) 希硫酸 (c) 塩化ナトリウム水溶液 (d) 塩化亜鉛水溶液
(e) 炭酸ナトリウム水溶液

[実験 1] A ～ E のすべての水溶液に塩化バリウム水溶液を加えたところ、A と B のみ白色沈殿を生じた。

[実験 2] C, D, E に硝酸銀水溶液を加えると、すべて白色沈殿を生じた。このとき生じた白色沈殿はすべて同じ化合物であった。

[実験 3] A と D に B をそれぞれ加えると、気泡の発生が見られた。このとき発生した気泡はすべて同じ化合物であった。

[実験 4] C にアンモニア水を少しずつ加えると、白色沈殿が生じ、さらにアンモニア水を加えると、この白色沈殿は溶けた。

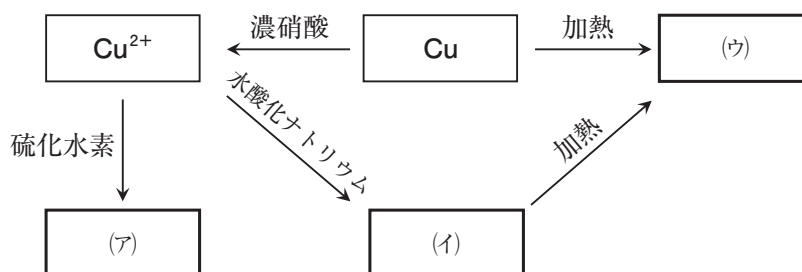
- (1) A ～ E はそれぞれ(a)～(e)のどれに対応しているか、記号で記せ。
- (2) 実験 1 において、A と B が白色沈殿を生じた化学反応式を、それぞれ記せ。
- (3) 実験 2 で生じた白色沈殿の化学式を記せ。
- (4) 実験 3 において、発生した気体の化学式を記せ。
- (5) 実験 4 において、白色沈殿が溶けた反応の化学反応式を記せ。

問 2 銅及びその化合物について、次の各問に答えよ。

(1) 下線部が誤っている記述を、次の(a)～(e)から二つ選べ。

- (a) 黄銅鉱を、溶鉱炉や転炉で空気を吹き込みながら加熱すると、粗銅が得られる。
- (b) 日本の 100 円硬貨に使われる白銅は、銅とスズの合金である。
- (c) 電解液を希硫酸、正極を銅板、負極を亜鉛板とする電池をつくったとき、還元反応を示すのは銅板である。
- (d) テトラアンミン銅(Ⅱ)イオンの水溶液は、無色である。
- (e) 銅の単体は、希塩酸には溶けない。

(2) 図 1 の (ア) ～ (ウ) に当てはまる化学式を記せ。



(3) 図 1 の銅の単体が濃硝酸と反応して銅(Ⅱ)イオンを生じる化学反応式を記せ。

(4) 硫酸銅(Ⅱ)五水和物($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 30.0 g に、60℃の水を加え、硫酸銅(Ⅱ)五水和物を完全に溶かした。この水溶液を 20℃まで冷却したところ、5.0 g の硫酸銅(Ⅱ)五水和物が析出した。加えた水の質量は何 g か、計算過程とともに有効数字 2 桁で答えよ。ただし、硫酸銅(Ⅱ)無水物(CuSO_4)の水への溶解度は 20℃で 20、60℃で 40 とする。

V 次の文章を読んで、各問に答えよ。構造式と名称は例にならって記せ。(30 点)

炭化水素の水素原子をヒドロキシ基で置換したものをアルコールという。アルコールは一般的に、同程度の分子量をもつ炭化水素と比べて沸点や融点が高く、水に溶けやすいといった性質がある。炭素数 4 の 1 価アルコールの示性式は $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ で表され、直鎖状の A と枝分かれ状の構造異性体 B, C, D が存在する。

問 1 下線部について、その理由を簡潔に説明せよ。

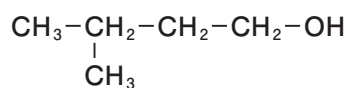
問 2 A ～ D のうち、B がもっとも酸化されにくい。B の構造式と名称を答えよ。

問 3 C を濃硫酸に加えて加熱したところ、分子内脱水反応が進行し、幾何異性体をもつ分子式 C_4H_8 の化合物が主生成物として得られた。C の構造式と名称を答えよ。

問 4 A を酸化して E を得た。5.40 mg の E を完全に燃焼したところ、二酸化炭素 13.2 mg, 水 5.40 mg が得られた。計算過程とともに E の組成式を答えよ。

問 5 D および E の構造式を描け。

構造式と名称の例



3-メチル-1-ブタノール

VI 次の文章を読んで、各問に答えよ。構造式は例にならって描け。(35 点)

ポリビニルアルコール(PVA, くり返し単位の式量: 44)は高い親水性を示す高分子化合物であり、洗濯のりや界面活性剤、接着剤、偏光フィルム、安全ガラスなど、用途が多岐にわたる非常に重要な材料である。

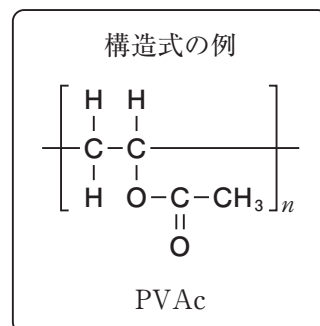
PVA は、酢酸ビニルを (ア) 重合して得られたポリ酢酸ビニル(PVAc)を (イ) で処理(けん化)することで得られる。PVA の水溶液を細孔から硫酸ナトリウム水溶液中に押し出すと (ウ) が起こり、繊維状に固まる。さらに、 (エ) 水溶液で処理(アセタール化)すると、部分的にヒドロキシ基が残った繊維が得られる。これが我が国初の合成繊維である (オ) であり、摩擦や薬品に強いため、衣料・テントなどに用いられている。

問 1 (ア) ～ (オ) に当てはまる適切な語句を次の中から選び、(a)～(n)の記号で記せ。

- | | | | |
|------------|--------------|--------------|--------|
| (a) アクリル繊維 | (b) アセトアルデヒド | (c) 塩析 | (d) 開環 |
| (e) 架橋 | (f) 縮合 | (g) 水酸化ナトリウム | (h) 透析 |
| (i) ビニロン | (j) 付加 | (k) ホルムアルデヒド | |
| (l) ポリエステル | (m) ヨードホルム | (n) 硫酸 | |

問 2 右に示す PVAc の構造式を参考に、PVA の構造式を描け。

問 3 通常、PVA はそのモノマーであるビニルアルコールを直接重合して得ることはできない。その理由について、「アセトアルデヒド」の語句を用いて簡潔に説明せよ。



問 4 分子量 1.6×10^4 の PVAc 4.3 g を完全にけん化した。反応に必要とされる (イ) は何 g になるか、計算過程とともに有効数字 2 桁で答えよ。

問 5 分子量 8.6×10^4 の PVAc を完全に PVA へと変換した。続いて、PVA に含まれるヒドロキシ基の 50% を (エ) 水溶液によってアセタール化し、(オ) を得た。

- (1) 得られた PVA の分子量と重合度を、計算過程とともに有効数字 2 桁で答えよ。
- (2) 得られた (オ) の分子量を、計算過程とともに有効数字 2 桁で答えよ。

白 紙

