

令和7年度後期日程入学試験問題

化 学 B

理 学 部

注 意 事 項

- ① 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- ② 問題冊子は7ページ(表紙、白紙を除く)です。試験開始後、確認しなさい。
- ③ 問題は①から③まで3問あります。すべて解答しなさい。
- ④ 解答用紙は3枚あります。解答用紙ごとに、指定の欄に受験番号を記入しなさい。
- ⑤ 解答は、問題ごとに解答用紙の指定の欄に記入しなさい。解答用紙(その3)は、裏面にも解答欄があります。

- ・問題を解くにあたって必要があれば、次の数値を用いよ。

原子量： H 1.0 C 12.0 N 14.0 O 16.0

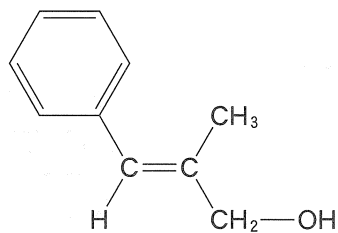
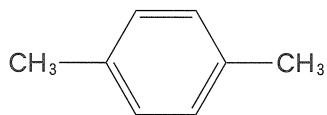
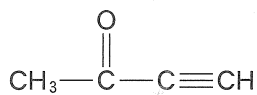
S 32.1 Cl 35.5 Cu 63.5 Br 79.9

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

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

- ・有機化合物の構造式は、次の例にならって書け。二重結合や三重結合がある場合には、明確に示すこと。

例



1 以下の[I]および[II]に答えよ。

[I] 原子に関する以下の文章を読み、以下の問いに答えよ。

原子は、正の電荷をもつ (1) と、負の電荷をもつ (2) から構成されている。また、(1) は、正の電荷を帯びた (3) と、電荷をもたない (4) から成る。(3) の数は元素によって固有であり、これを原子番号という。原子番号が同じでも (4) の数が異なる原子を同位体という。

原子番号1の水素には ^1H 、 ^2H 、および ^3H の3種類の同位体が存在する。この中で、 ^2H には (4) が (5) 個、 ^3H には (4) が (6) 個存在する。 ^1H および ^2H は安定な同位体であるが、 ^3H は β 線を放出して12.3年の半減期で壊変する放射性同位体である。たとえば、10 g の ^3H は12.3年経過すると (ア) g になる。

炭素の同位体には、安定な同位体である ^{12}C 、 ^{13}C 、および β 線を放出して5730年の半減期で (7) に壊変する ^{14}C がある。大気中に存在する ^{14}C の量は年代によらずほぼ一定と考えられるが、地層などに閉じ込められた ^{14}C は壊変により時間とともに減少する。これを利用して、地層などから出土する木片の $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ 比率から地層の年代を推定できる。ある地層から発見された木片の $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ 比率が現在の木片の $1/8$ であるなら、この地層は今から (イ) 年前に形成されたと推定される。

塩素には、安定な同位体として ^{35}Cl と ^{37}Cl が存在する。 $^{35}\text{Cl}/^{37}\text{Cl}$ 比率が (ウ) なので、 ^{35}Cl の相対質量を35.0、 ^{37}Cl の相対質量を37.0としたとき、塩素の原子量は35.5となる。

天然に存在する最も大きな原子番号の原子は、原子番号92のウランである。その同位体のひとつ ^{238}U は α 線を放出して (3) が (8) 個、(4) が (9) 個、および質量数が (10) の原子に壊変する。

問 1 から に入る最も適切な語句または数値を記せ。

については、元素名を書け。

問 2 から に入る数値を計算せよ。

[Ⅱ] 十分な量の硫酸銅(Ⅱ)水溶液がある。白金電極を両極に用いて、10 A の電流を 30 分間通じ電気分解した。以下の問いに答えよ。

問 3 陽極で起こる反応について、電子 e^- を含むイオン反応式(半反応式)を書け。

問 4 陽極で生成する固体または気体の量を求め、解答欄(エ)に書け。また、陰極で生成する固体または気体の量を求め、解答欄(オ)に書け。ただし、答えは固体なら質量(g)、気体なら標準状態(0℃, 1.01×10^5 Pa)の体積(L)として求め、単位とともに小数第1位まで書け。

- 2 水素イオン指数(pH)に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。ただし、数値は小数第1位まで答えよ。必要なら次の値を用いよ。

$$\log_{10} 2.0 = 0.30 \quad \log_{10} 3.0 = 0.48 \quad \log_{10} 5.5 = 0.74$$

水の電離平衡は次式で表される。



水のイオン積 K_w は、温度に依存して変化し、25℃では $1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$ 、50℃では $5.5 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$ である。

水溶液の酸性、塩基性の程度は pH で示され、

$$\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+]$$

により定義される。

問 1 25℃ および 50℃ における純水の pH を、それぞれ解答欄(ア)および(イ)に書け。

問 2 下線部に着目し、水が電離する反応は吸熱反応か発熱反応か理由とともに答えよ。

問 3 市販の塩酸は質量パーセント濃度 37.0% で、25℃ における密度は 1.19 g/cm^3 である。25℃ において、次の(1)~(3)に答えよ。

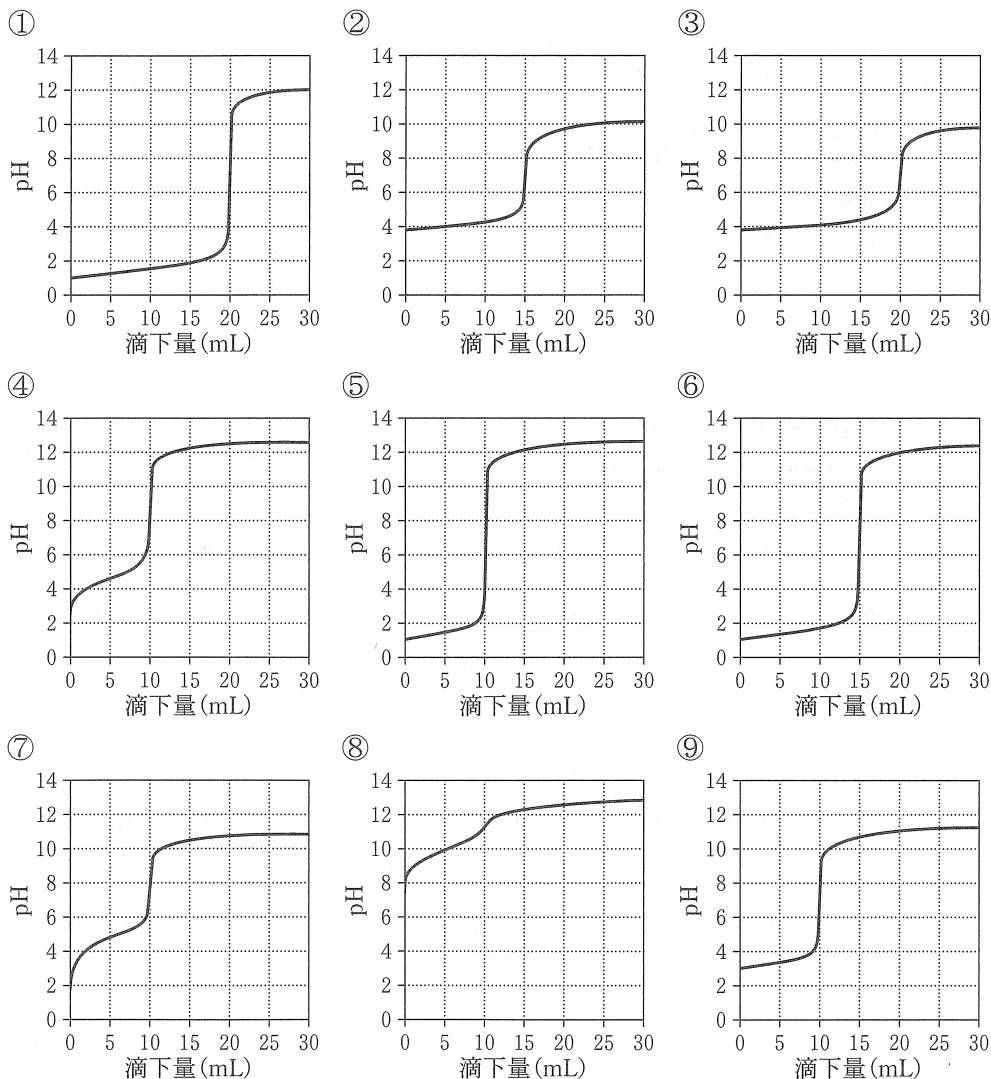
- (1) 市販の塩酸のモル濃度 (mol/L) を求めよ。
- (2) 0.20 mol/L の塩酸を 300 mL 調製するために必要な市販の塩酸の体積 (mL) を求めよ。
- (3) 0.20 mol/L の塩酸 40 mL に水を加え 400 mL とした。pH を求めよ。

問 4 0.20 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液の 25℃ における pH を求めよ。

問 5 次の(ウ)および(エ)の水溶液を、 0.15 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。最も適切な滴定曲線を①～⑨から選び、それぞれの解答欄に記号で答えよ。

(ウ) 0.10 mol/L の塩酸 15 mL

(エ) 0.10 mol/L の酢酸水溶液 15 mL



3

次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

炭素数4個の直鎖状炭化水素 **A** がある。臭素を含む溶液に **A** を加えたところ、**A** の 0.28 g が臭素 0.80 g と過不足なく反応し臭素の色が消えたので、**A** は **a** であることがわかる。**A** に酸の存在下で水を反応させると、アルコール **B** が得られる。**B** の **b** であるアルコール **C** の生成も考えられるが、主生成物は **B** である。**B** は **c** をもち、鏡像異性体(光学異性体)が存在する。対して **C** は **c** をもたない。また、**B** を酸化すると、**d** である **D** が得られ、さらにヨウ素と水酸化ナトリウムを作用させると **D** は **E** となり、**e** の黄色沈殿を生じる。一方、**C** を酸化すると **f** を経て **g** である **F** を生じる。**F** にヨウ素と水酸化ナトリウムを作用させても黄色沈殿を生じない。

問 1 **A** の分子式を求めよ。算出過程も示すこと。

問 2 **a** ~ **g** にはいる最も適切な語句または物質名を、下記の
ア～ホよりひとつ選び記号で答えよ。

- | | | |
|----------------------|---------------|------------|
| ア) アルカン | イ) アルキン | ウ) アルケン |
| エ) アルデヒド | オ) アルミナ | カ) エステル |
| キ) エーテル | ク) カルボニル炭素原子 | ケ) カルボン酸 |
| コ) ケトン | サ) ナトリウムエトキシド | シ) ニンヒドリン |
| ス) ホルマリン | セ) ミセル | ソ) ヨードホルム |
| タ) ヨウ化ナトリウム | チ) 界面活性剤 | ツ) 加水分解生成物 |
| テ) 活性炭 | ト) 環状炭化水素 | |
| ナ) 幾何異性体(シス・トランス異性体) | | ニ) 構造異性体 |
| ヌ) 双性イオン(両性イオン) | | ネ) 炭酸ナトリウム |
| ノ) 置換生成物 | ハ) 同族体 | ヒ) 付加生成物 |
| フ) 不安定炭素原子 | ヘ) 不斉炭素原子 | ホ) 分枝状構造 |

問 3 A から D, および F の構造式を書け。

問 4 B の 2 つの鏡像異性体の立体的な構造を, その関係が明瞭に分かるように図示せよ。

問 5 E をナトリウム塩として取り出し, 水に溶かした水溶液は塩基性を示す。
水に溶かしたときの反応式を示し, 塩基性となる理由を答えよ。