

問1～問30の解答を、指定された解答欄にマークせよ。

必要があれば、次の数値を用いよ。

原子量：H=1.0, C=12, N=14, O=16, Na=23, S=32, Cl=35.5,

Ca=40, Cu=64, Zn=65, Pb=207

アボガドロ定数： 6.02×10^{23} /mol

気体定数： 8.3×10^3 Pa·L/(K·mol)

セルシウス温度目盛りのゼロ点 0 °C : 273 K

『余 白』

1

次の問い（問1～問5）に答えよ。

（33点）

問1 次の記述のうち、下線部の「水素」が元素ではなく単体の意味で使われているもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 1

- (a) 水素は、アルカリ金属には属さない。
- (b) 水素と酸素の混合気体に点火すると、爆発的に反応して水が生じる。
- (c) 塩化ナトリウム水溶液を電気分解すると、陰極では水素が発生する。
- (d) 有機化合物は、主に炭素、水素、酸素、窒素から構成されている。

- (1) [(a), (b)] (2) [(a), (c)] (3) [(a), (d)]
- (4) [(b), (c)] (5) [(b), (d)] (6) [(c), (d)]

問2 次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 2

- (a) HClは、HFより強い酸である。
- (b) HClは、HClOより強い酸である。
- (c) HClOは、HClO₄より強い酸である。
- (d) H₂Sは、H₂SO₄より強い酸である。

- (1) [(a), (b)] (2) [(a), (c)] (3) [(a), (d)]
- (4) [(b), (c)] (5) [(b), (d)] (6) [(c), (d)]

問3 次の (a)~(d) のうち、1~3の操作で発生するそれぞれの気体 (H_2O は除く) に共通する性質として、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 **3**

1. 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱する。
2. 硫化鉄(II)に希硫酸を加える。
3. 亜硫酸ナトリウムに希硫酸を加える。

- (a) 空気よりも重い。
(b) 水上置換法で捕集できる。
(c) 特有の臭いをもつ。
(d) 無極性分子である。

- (1) [(a),(b)] (2) [(a),(c)] (3) [(a),(d)]
(4) [(b),(c)] (5) [(b),(d)] (6) [(c),(d)]

問4 次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 **4**

- (a) メタンに塩素を混ぜて光を当てると、クロロメタンが生成する。
(b) 臭化銀に光を当てると、空気中の酸素と反応して黒色の酸化銀が生成する。
(c) 植物は、光合成によって二酸化炭素と水から糖類を産生する。

- (1) [(a)] (2) [(b)] (3) [(c)]
(4) [(a),(b)] (5) [(a),(c)] (6) [(b),(c)]

問5 2-プロパノールの生成熱 [kJ/mol] はいくらか。次の中から最も近い値を選べ。ただし、黒鉛、水素、2-プロパノールの燃焼熱をそれぞれ **394 kJ/mol**, **286 kJ/mol**, **2007 kJ/mol** とする。

マーク式解答欄 **5**

- | | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| (1) 319 | (2) 427 | (3) 647 | (4) 863 |
| (5) 1041 | (6) 1149 | (7) 1327 | (8) 1688 |

『余 白』

下書き用紙

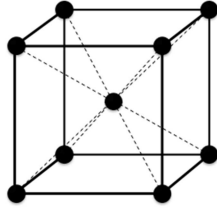
2

次の記述を読んで、問い（問6～問8）に答えよ。

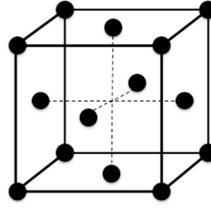
必要ならば、 $\sqrt{2} = 1.41$ 、 $\sqrt{3} = 1.73$ として計算せよ。

(21点)

鉄の結晶構造は、常温では体心立方格子（アルファ鉄とよぶ）である。しかし、アルファ鉄を加熱していくと、面心立方格子（ガンマ鉄とよぶ）に変化する。



体心立方格子（アルファ鉄）



面心立方格子（ガンマ鉄）

『余 白』

問6 アルファ鉄の単位格子中に含まれる鉄原子数と、アルファ鉄の単位格子の体積 [cm³] の組み合わせとして正しいものはどれか。ただし、鉄原子の半径を r [cm] とする。

マーク式解答欄 6

	原子数	体積
(1)	2	$8r^3$
(2)	2	$\frac{64\sqrt{3}}{9}r^3$
(3)	2	$16\sqrt{2}r^3$
(4)	3	$8r^3$
(5)	3	$\frac{64\sqrt{3}}{9}r^3$
(6)	3	$16\sqrt{2}r^3$
(7)	4	$8r^3$
(8)	4	$\frac{64\sqrt{3}}{9}r^3$
(9)	4	$16\sqrt{2}r^3$

『余 白』

問7 加熱によりアルファ鉄からガンマ鉄に変化した際に、変化前のアルファ鉄の密度は 7.6 g/cm^3 であった。ガンマ鉄に変化した後の密度 $[\text{g/cm}^3]$ はいくらか。次の中から最も近い値を選べ。ただし、温度変化により鉄原子の原子半径は変化しないものとする。

マーク式解答欄 7

- | | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| (1) 6.9 | (2) 7.6 | (3) 8.3 | (4) 9.6 |
| (5) 12 | (6) 14 | (7) 15 | (8) 17 |

問8 鉄に関する次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 8

- (a) 鉄の単体は、溶鉱炉で鉄鉱石の還元反応により得られる。
- (b) 鉄の単体は、常温で磁石に引き寄せられない。
- (c) 鉄の単体を濃硝酸に浸すと、激しく反応して溶解する。
- (d) ステンレス鋼は、鉄の表面をスズでめっきしたものである。

- | | | |
|-----------------|----------------|----------------|
| (1) [(a)] | (2) [(b)] | (3) [(c)] |
| (4) [(d)] | (5) [(a), (b)] | (6) [(a), (c)] |
| (7) [(a), (d)] | (8) [(b), (c)] | (9) [(b), (d)] |
| (10) [(c), (d)] | | |

『余 白』

下書き用紙

3

次の記述を読んで、問い（問9～問11）に答えよ。

(19点)

内容積を自由に変えることができる密閉容器に、**3.7 g**のジエチルエーテルと**1.4 g**の窒素を入れ、圧力を **$1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$** 、温度を**0 °C**に保ったところ、ジエチルエーテルは気液平衡の状態になった。このとき、混合気体の体積は[ア] Lであり、液体として存在するジエチルエーテルの質量は[イ] gである。また、**0 °C**に保ったままで容器の内容積を徐々に増加させたところ、内容積が[ウ] Lになったときに初めてジエチルエーテルがすべて気体となった。

ただし、**0 °C**におけるジエチルエーテルの飽和蒸気圧を **$2.5 \times 10^4 \text{ Pa}$** とする。また、すべての気体は理想気体としてふるまい、液体のジエチルエーテルの体積や、窒素のジエチルエーテルへの溶解は無視できるものとする。

問9 [ア]に入る数値はいくらか。次の中から最も近い値を選べ。

マーク式解答欄 9

- | | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| (1) 1.1 | (2) 1.5 | (3) 2.7 | (4) 3.0 |
| (5) 4.5 | (6) 6.3 | (7) 7.8 | (8) 9.1 |

問10 [イ]に入る数値はいくらか。次の中から最も近い値を選べ。

マーク式解答欄 10

- | | | | |
|----------|----------|----------|---------|
| (1) 0.50 | (2) 0.67 | (3) 0.84 | (4) 1.3 |
| (5) 1.7 | (6) 2.1 | (7) 2.5 | (8) 2.8 |

問11 [ウ]に入る数値はいくらか。次の中から最も近い値を選べ。

マーク式解答欄 11

- | | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| (1) 1.5 | (2) 2.7 | (3) 3.0 | (4) 4.5 |
| (5) 6.3 | (6) 7.8 | (7) 9.1 | (8) 14 |

『余 白』

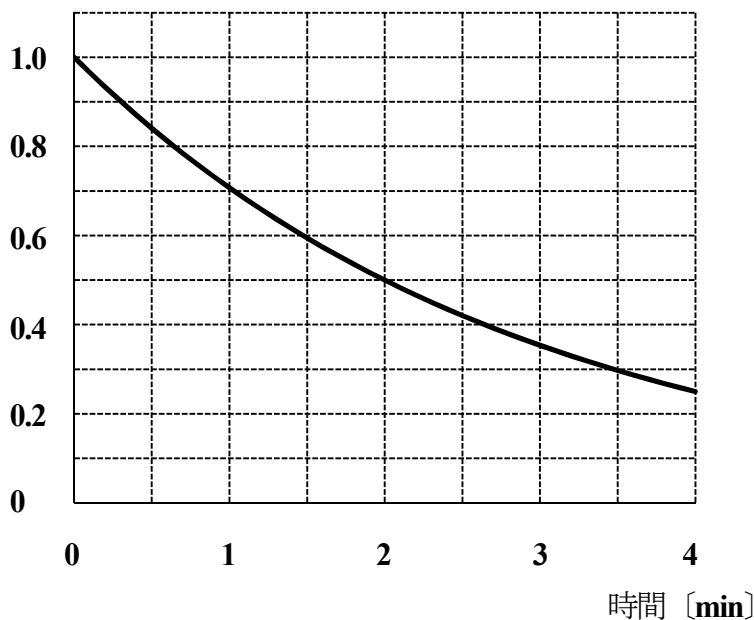
4

次の記述を読んで、問い（問12～問15）に答えよ。

（27点）

1分子の化合物 **A** は、化学反応により 2分子の化合物 **B** へと分解する。温度が一定のとき、**A** の分解速度 v は **A** の濃度 $[A]$ に比例し、その比例定数を k とすると $v = k[A]$ で表される。下記のグラフは、ある温度において、 1.0 mol/L の **A** を **B** へ分解させたときの **A** の濃度の時間変化を表している。

A の濃度 $[\text{mol/L}]$



問12 グラフに示す反応で、反応開始 2 分から 3 分までの **B** の平均生成速度 $[\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{min})]$ はいくらか。次の中から最も近い値を選べ。

マーク式解答欄 12

- | | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| (1) 0.15 | (2) 0.20 | (3) 0.25 | (4) 0.30 |
| (5) 0.40 | (6) 0.50 | (7) 0.60 | (8) 0.70 |

問13 グラフに示す反応で、反応開始から7分後のAの濃度〔mol/L〕はいくらか。次の中から最も近い値を選べ。

マーク式解答欄 13

- (1) 0.065 (2) 0.088 (3) 0.10 (4) 0.12
(5) 0.14 (6) 0.16 (7) 0.18 (8) 0.20

問14 グラフに示す反応における比例定数 k [1/min] はいくらか。次の中から最も近い値を選べ。

マーク式解答欄 14

- (1) 0.15 (2) 0.20 (3) 0.35 (4) 0.67
(5) 1.0 (6) 1.5 (7) 2.0 (8) 3.3

問15 次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 15

- (a) 発熱反応では、反応温度が高くなると反応速度は遅くなる。
(b) 可逆反応では、正反応と逆反応の活性化エネルギーは同一である。
(c) 鉄は、塊状より粉末状の方が速くさびる。
(d) 触媒を用いても反応熱は変わらない。

- (1) [(a), (b)] (2) [(a), (c)] (3) [(a), (d)]
(4) [(b), (c)] (5) [(b), (d)] (6) [(c), (d)]
(7) [(a), (b), (c)] (8) [(a), (b), (d)] (9) [(a), (c), (d)]
(10) [(b), (c), (d)]

5

次の記述を読んで、問い（問16～問19）に答えよ。

（27点）

4種類の金属イオン、 Ca^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Zn^{2+} を含む混合水溶液を用いて、以下の実験を行い、それぞれを完全に分離した。

実験1 混合水溶液に希塩酸を加え、生じた白色の沈殿**A**をろ過した。

実験2 実験1で得られたろ液に硫化水素を通じ、生じた黒色の沈殿**B**をろ過した。

実験3 実験2で得られたろ液を煮沸した後、過剰量のアンモニア水を加えたところ、沈殿は見られなかった。

実験4 実験3で得られた溶液に硫化水素を通じ、生じた白色の沈殿**C**をろ過した。

実験5 実験4で得られたろ液に炭酸アンモニウム水溶液を加え、生じた白色の沈殿**D**をろ過した。

沈殿**A**、**B**、**C**、**D**を生じた金属イオンをそれぞれ**A'**、**B'**、**C'**、**D'**とする。

問16 金属イオン**A'**および**C'**として正しい組み合わせはどれか。

マーク式解答欄	16
---------	----

	A'	C'
(1)	Ca^{2+}	Cu^{2+}
(2)	Ca^{2+}	Pb^{2+}
(3)	Ca^{2+}	Zn^{2+}
(4)	Cu^{2+}	Pb^{2+}
(5)	Cu^{2+}	Zn^{2+}
(6)	Pb^{2+}	Cu^{2+}
(7)	Pb^{2+}	Zn^{2+}
(8)	Zn^{2+}	Cu^{2+}
(9)	Zn^{2+}	Pb^{2+}

問17 次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 17

- (a) 実験3における煮沸の目的は、溶液中の硫化水素の除去である。
- (b) 実験3において、アンモニア水を加えていく過程で白色の沈殿が生じ、アンモニア水の量が過剰量になると、その沈殿は溶解する。
- (c) 実験3において、アンモニア水の代わりに、過剰量の水酸化ナトリウム水溶液を用いると、白色の沈殿が生じる。
- (d) 実験3で得られる溶液の色は、深青色である。

- (1) [(a), (b)] (2) [(a), (c)] (3) [(a), (d)]
- (4) [(b), (c)] (5) [(b), (d)] (6) [(c), (d)]
- (7) [(a), (b), (c)] (8) [(a), (b), (d)] (9) [(a), (c), (d)]
- (10) [(b), (c), (d)]

『余 白』

問18 沈殿 B を水に懸濁させた後に、過剰量の硫化鉄(II) FeS を加え、よくかき混ぜた。この溶液中の金属イオン B' の濃度 $[\text{mol/L}]$ はいくらか。次の中から最も近い値を選べ。ただし、 FeS の溶解度積を $3.6 \times 10^{-19} (\text{mol/L})^2$ 、沈殿 B の溶解度積を $6.5 \times 10^{-30} (\text{mol/L})^2$ とする。

マーク式解答欄 18

- (1) 3.9×10^{-40} (2) 1.1×10^{-39} (3) 6.5×10^{-30} (4) 1.1×10^{-21}
(5) 5.0×10^{-21} (6) 1.1×10^{-20} (7) 3.6×10^{-19} (8) 2.9×10^{-11}

問19 沈殿 D に希塩酸を加えたところ、二酸化炭素が発生した。発生した二酸化炭素の体積は標準状態で 0.56 L であった。反応した沈殿 D の質量 $[\text{g}]$ はいくらか。次の中から最も近い値を選べ。ただし、二酸化炭素の希塩酸への溶解は無視できるものとする。

マーク式解答欄 19

- (1) 1.3 (2) 1.6 (3) 2.5 (4) 3.1
(5) 3.3 (6) 5.0 (7) 6.7 (8) 13

『余 白』

下書き用紙

6

次の記述を読んで、問い（問20～問23）に答えよ。

（28点）

1. 炭素，水素，酸素からなる分子量が200以下の化合物A 36.5 mgを完全燃焼させると，二酸化炭素 66.0 mg と水 22.5 mg が得られた。
2. 化合物Aを加水分解すると，還元性を示す2価カルボン酸Bと2種類のアルコールCとDが得られた。
3. アルコールCを酸化すると，還元性を示す1価カルボン酸Eが生成し，アルコールDを酸化すると，ケトンFが生成した。
4. 化合物Aの構造異性体である化合物Gを加水分解すると，カルボン酸Bと1種類のアルコールHが得られた。化合物Gに炭酸水素ナトリウム水溶液を加えても，二酸化炭素が発生しなかった。
5. 化合物Aの構造異性体である化合物Iは，カルボン酸BとアルコールJとのエステルである。化合物Iに炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると，二酸化炭素が発生した。アルコールJは硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を加えても，ほとんど酸化されなかった。
6. 化合物Aの構造異性体である化合物Kを加水分解すると，カルボン酸E，アルコールHと不斉炭素原子をもつ1種類のヒドロキシ酸が得られた。

問20 化合物Aの組成式として正しいものはどれか。

マーク式解答欄 20

- | | | |
|------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| (1) CH_2O | (2) $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ | (3) $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$ |
| (4) $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}$ | (5) $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_2$ | (6) $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ |
| (7) $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ | (8) $\text{C}_4\text{H}_7\text{O}_2$ | (9) $\text{C}_5\text{H}_9\text{O}_2$ |

問21 カルボン酸 **B** と **E** に関する記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 21

- (a) 1 mol のカルボン酸 **B** は、2 mol の電子を酸化剤に与えることができる。
- (b) カルボン酸 **B** と硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液を反応させると、酸素が生成する。
- (c) カルボン酸 **E** は、アルデヒド基をもつ。
- (d) カルボン酸 **E** と尿素を付加縮合させると、尿素樹脂が得られる。

- | | | |
|----------------|---------------|---------------|
| (1) [(a)] | (2) [(b)] | (3) [(c)] |
| (4) [(d)] | (5) [(a),(b)] | (6) [(a),(c)] |
| (7) [(a),(d)] | (8) [(b),(c)] | (9) [(b),(d)] |
| (10) [(c),(d)] | | |

問22 アルコール **C**, **D**, **H**, および **J** に関する次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

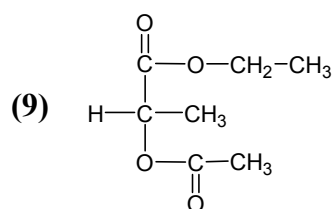
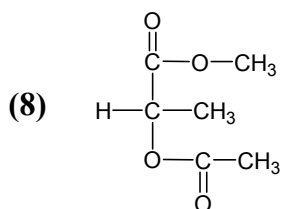
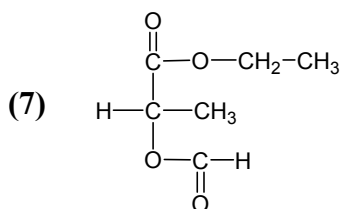
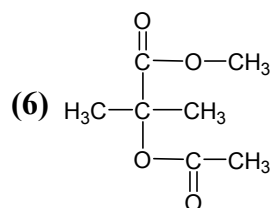
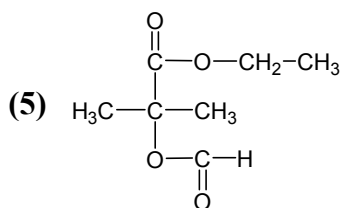
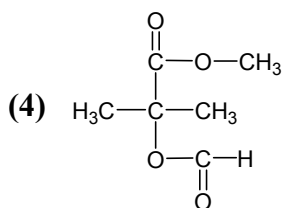
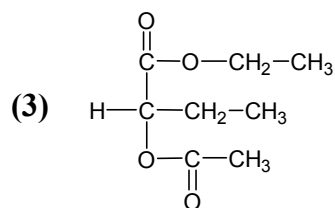
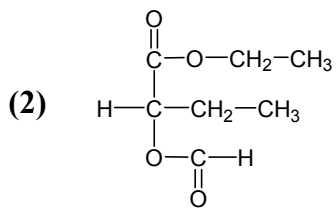
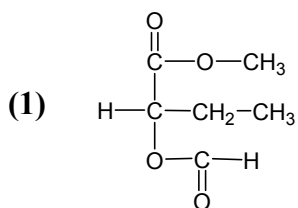
マーク式解答欄 22

- (a) **C**, **D**, **H**, **J** には、いずれも構造異性体がある。
- (b) **D** と **H** は、いずれもヨードホルム反応を示す。
- (c) **J** は不斉炭素原子をもつ。
- (d) **J** にナトリウムを加えても水素は発生しない。

- | | | |
|----------------|---------------|---------------|
| (1) [(a)] | (2) [(b)] | (3) [(c)] |
| (4) [(d)] | (5) [(a),(b)] | (6) [(a),(c)] |
| (7) [(a),(d)] | (8) [(b),(c)] | (9) [(b),(d)] |
| (10) [(c),(d)] | | |

問23 化合物Kの構造式として正しいものはどれか。

マーク式解答欄 23



『余 白』

下書き用紙

7

次の記述を読んで、問い（問24～問26）に答えよ。

（21点）

糖類のうち、それ以上小さな化合物に加水分解できないものを、単糖類という。単糖類には、最も甘みの強い糖で、蜂蜜や果実の中に存在する〔ア〕などがある。2個の単糖類が脱水縮合したものは二糖類で、乳の中に含まれる〔イ〕などがある。〔イ〕を希硫酸で加水分解すると、ガラクトースとグルコースが生成する。

多数の単糖類が脱水縮合して連なったものを多糖類という。デンプンは、数百～数千個の〔ウ〕が縮合重合してできた多糖類であり、アミロースとアミロペクチンの混合物である。デンプンは、〔エ〕構造をもつため、ヨウ素デンプン反応を示す。

セルロースは、〔オ〕が縮合重合した高分子化合物で、分子間に多くの〔カ〕ができ、強い繊維となる。セルロースのヒドロキシ基を化学的に処理して、アセテート繊維や火薬にすることができる。

問24 〔ア〕, 〔イ〕に入る語句として正しい組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 24

	〔ア〕	〔イ〕
(1)	フルクトース	マルトース
(2)	フルクトース	ラクトース
(3)	フルクトース	セロビオース
(4)	スクロース	マルトース
(5)	スクロース	ラクトース
(6)	スクロース	セロビオース
(7)	ガラクトース	マルトース
(8)	ガラクトース	ラクトース
(9)	ガラクトース	セロビオース

問25 [ウ]～[カ]に入る語句として正しい組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 25

	[ウ]	[エ]	[オ]	[カ]
(1)	α -グルコース	直線状	β -グルコース	水素結合
(2)	α -グルコース	直線状	β -グルコース	イオン結合
(3)	α -グルコース	らせん	β -グルコース	水素結合
(4)	α -グルコース	らせん	β -グルコース	イオン結合
(5)	β -グルコース	直線状	α -グルコース	水素結合
(6)	β -グルコース	直線状	α -グルコース	イオン結合
(7)	β -グルコース	らせん	α -グルコース	水素結合
(8)	β -グルコース	らせん	α -グルコース	イオン結合

問26 糖類に関する次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 26

- (a) スクロースの水溶液は、フェーリング液を還元する。
- (b) フルクトースは水溶液中では、六員環構造も五員環構造もとることができる。
- (c) デンプンを熱湯に溶かすと分子コロイドとなる。
- (d) セルロースに濃硫酸と濃硝酸の混合物（混酸）を作用させると生成するトリニトロセルロースは、 $[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{NO}_2)_3]_n$ と表される。

- | | | |
|----------------------|---------------------|---------------------|
| (1) [(a), (b)] | (2) [(a), (c)] | (3) [(a), (d)] |
| (4) [(b), (c)] | (5) [(b), (d)] | (6) [(c), (d)] |
| (7) [(a), (b), (c)] | (8) [(a), (b), (d)] | (9) [(a), (c), (d)] |
| (10) [(b), (c), (d)] | | |

8

次の記述を読んで、問い（問27～問30）に答えよ。

（24点）

スチレンに少量の*p*-ジビニルベンゼンを共重合させて得られる樹脂に、濃硫酸を作用させて樹脂のベンゼン環上にスルホ基を導入すると、[ア]イオン交換樹脂が得られる。このイオン交換樹脂Aは、塩化ナトリウム水溶液中で[イ]を放出して[ウ]を取り込む性質を示す。

問27 [ア]～[ウ]に入る語句として正しい組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 27

	[ア]	[イ]	[ウ]
(1)	陰	H^+	Na^+
(2)	陰	H^+	Cl^-
(3)	陰	OH^-	Na^+
(4)	陰	OH^-	Cl^-
(5)	陽	H^+	Na^+
(6)	陽	H^+	Cl^-
(7)	陽	OH^-	Na^+
(8)	陽	OH^-	Cl^-

『余 白』

問28 0.050 mol/L の塩化カリウム水溶液 10 mL を、イオン交換樹脂 **A** を十分量詰めた円筒に通した後、純水で十分に洗い流したところ、50 mL の流出液が得られた。流出液の pH はいくらか。次の中から最も近い値を選べ。

マーク式解答欄 28

- | | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| (1) 1.0 | (2) 2.0 | (3) 4.0 | (4) 6.0 |
| (5) 8.0 | (6) 10 | (7) 12 | (8) 14 |

問29 問28 で塩化カリウム水溶液を通した後に、元のイオン交換樹脂 **A** に再生するための操作として正しいものを1つ選べ。

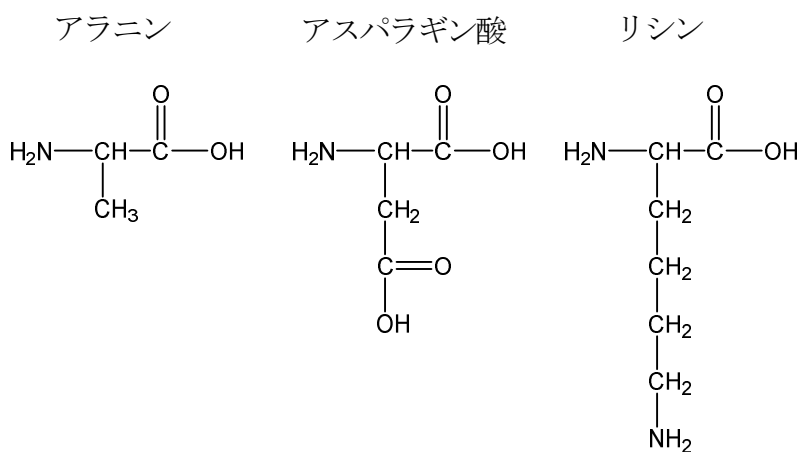
マーク式解答欄 29

- (1) 十分量の希塩酸を通す。
- (2) 十分量の水酸化ナトリウム水溶液を通す。
- (3) 十分量の酢酸ナトリウム水溶液を通す。
- (4) 十分量の炭酸水素ナトリウム水溶液を通す。
- (5) 十分量のアンモニア水を通す。
- (6) 十分量の硫酸銅(Ⅱ)水溶液を通す。

『余 白』

問30 イオン交換樹脂 **A** を詰めた円筒に **pH 2.5** の緩衝液を十分に流した後、3種のアミノ酸 (アラニン, アスパラギン酸, リシン) の混合水溶液 (**pH 2.5**) を通した。その後、順次 **pH** を上げた緩衝液を流していったとき、3種類のアミノ酸が流出する順序として正しいものはどれか。

マーク式解答欄 30



- | | 〔 1 番目 〕 | 〔 2 番目 〕 | 〔 3 番目 〕 |
|-----|----------|----------|----------|
| (1) | アラニン | アスパラギン酸 | リシン |
| (2) | アラニン | リシン | アスパラギン酸 |
| (3) | アスパラギン酸 | アラニン | リシン |
| (4) | アスパラギン酸 | リシン | アラニン |
| (5) | リシン | アラニン | アスパラギン酸 |
| (6) | リシン | アスパラギン酸 | アラニン |

『以 上』