

化学

- 1 次の(1)~(8)の記述を読み、(ア)~(キ)に最も適当な番号をA欄より選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい(番号の中の0という数字も必ずマークすること)。また、(i)~(viii)に最も適する0から9までの整数を解答用マークシートにマークしなさい。なお、同じ整数を何回用いても良い。(17点)

- (1) 原子内の電子は、原子核のまわりに存在している。電子が存在できる空間はいくつかの層に分かれ、これらを電子殻という。電子殻のうち、原子核に近い内側から2番目のものを(ア)と呼び、収容可能な電子の最大数は(i)個である。また、内側から n 番目の電子殻に収容可能な電子の最大数は、(イ)と表される。
- (2) リン原子では、最も外側の電子殻である(ウ)には(ii)個の電子が収容されている。
- (3) (エ)原子のように、最外殻に存在する電子の数が(iii)個であるような電子配置は安定であり、このような電子配置はオクテットと呼ばれる。
- (4) 原子から最外殻の電子1個を(オ)のに必要なエネルギーをイオン化エネルギーと呼ぶ。15族元素と比較すると、イオン化エネルギーは周期表の(カ)側に位置する元素ほど大きい。
- (5) アルゴン原子と同じ電子配置をもつイオンで比べると、原子番号が大きくなるほどイオン半径は(キ)なる。
- (6) ベリリウムの原子価は(iv)、塩素の原子価は(v)である。
- (7) 二酸化炭素分子が有する非共有電子対の数は(vi)個、エタン分子が有する非共有電子対の数は(vii)個である。
- (8) 黒鉛では、各炭素原子は隣接する(viii)個の炭素原子と共有結合している。

A 欄

- | | | |
|---------------|--------------------------|-----------|
| 01 I 殻 | 02 J 殻 | 03 K 殻 |
| 04 L 殻 | 05 M 殻 | 06 N 殻 |
| 07 n^2 | 08 $2(n^2 - 1)$ | 09 $2n^2$ |
| 10 $n(n + 1)$ | 11 $\frac{1}{2}n(n + 1)$ | 12 ヘリウム |
| 13 酸 素 | 14 塩 素 | 15 ネオン |
| 16 取り去る | 17 付与する | 18 励起する |
| 19 上 | 20 下 | 21 左 |
| 22 右 | 23 大きく | 24 小さく |

- 2 次の記述の(ア)～(オ)に当てはまる数値を求めなさい。解答は有効数字が2桁になるように3桁目を四捨五入して求め、次の形式で解答用マークシートにマークしなさい。指数 c が0の場合の符号 p には+をマークしなさい。(17点)

$$\boxed{a} \cdot \boxed{b} \times 10^{\boxed{p} \boxed{c}}$$

↑ ↑
小数点 正負の符号

なお、必要ならば、下記の数値を用いなさい。

$$\sqrt{2} = 1.4, \sqrt{3} = 1.7, \sqrt{5} = 2.2, \log_{10} 2 = 0.30, \log_{10} 3 = 0.48$$

- (1) 容積一定の容器に、水素 2.0 mol とヨウ素 2.0 mol を入れて加熱し、一定温度に保ったところ、平衡状態に達してヨウ化水素が $\boxed{\text{ア}}$ mol 生成した。なお、この温度における平衡定数は 64 とする。
- (2) 金属イオンを含む水溶液に硫化水素を通すと金属硫化物が沈殿する。CdS と ZnS の溶解度積は 25℃ でそれぞれ $2.1 \times 10^{-26} \text{ mol}^2/\text{L}^2$, $2.2 \times 10^{-18} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ である。Cd²⁺ と Zn²⁺ の濃度([Cd²⁺], [Zn²⁺])が、いずれも $1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ である 25℃ の混合水溶液に硫化水素を通じて、混合水溶液中の硫化物イオン濃度[S²⁻]を常に $1.0 \times 10^{-17} \text{ mol/L}$ に保ったとする。このとき溶液中の[Cd²⁺], [Zn²⁺]はそれぞれ $\boxed{\text{イ}}$ mol/L, $\boxed{\text{ウ}}$ mol/L となる。
- (3) 塩化水素は、水中で完全に電離していると考えられる。1.0 mol/L の塩酸では、水の電離によって生じる水素イオン濃度が溶液の pH に及ぼす影響は無視できる。しかし、例えば $1.0 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$ の塩酸では水の電離の影響が無視できなくなる。このとき、水の電離で生じた水素イオンを考慮すると、 $1.0 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$ の塩酸の全水素イオン濃度は $\boxed{\text{エ}}$ mol/L, pH は $\boxed{\text{オ}}$ となる。なお、このときの水のイオン積は $1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ とする。

右のページは白紙です。

- 3 次の記述(1)～(2)の(ア)～(ス)に最も適当なものをA欄より選び、解答用マークシートにマークしなさい。また、(i)に最も適当な数値を、有効数字が2桁になるように3桁目を四捨五入し、次の形式で解答用マークシートにマークしなさい。

(16点)

$$\begin{array}{c} \boxed{a} \quad \boxed{b} \times 10^+ \boxed{c} \\ \uparrow \\ \text{小数点} \end{array}$$

なお、必要ならば、下記の数値を用いなさい。

原子量：H 1.0, C 12.0, N 14.0, O 16.0, Na 23.0, Cl 35.5

- (1) 炭酸ナトリウムを工業的に製造する方法として $\boxed{\text{ア}}$ 法がある。
 $\boxed{\text{ア}}$ 法は $\boxed{\text{イ}}$ の飽和水溶液にアンモニアと $\boxed{\text{ウ}}$ を吹き込むことで $\boxed{\text{エ}}$ と $\boxed{\text{オ}}$ を生成させ、沈殿した $\boxed{\text{オ}}$ を回収し、これを熱分解させることで炭酸ナトリウムを得る。
 例えば、 $\boxed{\text{イ}}$ を 1000 kg 用いてこの反応を完全に進めると、得られる炭酸ナトリウムは $\boxed{\text{i}}$ kg と計算される。

- (2) 錯イオンとは、中心となる金属イオンに $\boxed{\text{カ}}$ 電子対をもつ分子や $\boxed{\text{キ}}$ イオンが $\boxed{\text{ク}}$ 結合してできたイオンのことをいう。錯イオンの例として、テトラアンミン亜鉛(II)イオン、ヘキサシアニド鉄(III)酸イオンがあり、それぞれの錯イオンの構造は $\boxed{\text{ケ}}$, $\boxed{\text{コ}}$ である。
 また、テトラアンミン銅(II)イオンは Cu^{2+} を含む水溶液に $\boxed{\text{サ}}$ 性の水溶液を加えて行くことで $\boxed{\text{シ}}$ 色の沈殿Xを生じさせ、さらにこの沈殿Xを含む水溶液へ過剰のアンモニア水溶液を加えることで得ることができる。なお、沈殿Xを含む水溶液を加熱すると $\boxed{\text{ス}}$ 色の沈殿Yが得られる。

A 欄

- | | | |
|--------------|--------------|------------|
| 01 オストワルト | 02 ハーバー・ボッシュ | 03 ソルベー |
| 04 テルミット | 05 一酸化窒素 | 06 一酸化炭素 |
| 07 塩化アンモニウム | 08 塩化水素 | 09 塩化ナトリウム |
| 10 二酸化窒素 | 11 酸化鉄 | 12 酸 素 |
| 13 硝 酸 | 14 水酸化ナトリウム | 15 水 素 |
| 16 炭酸水素ナトリウム | 17 窒 素 | 18 二酸化炭素 |
| 19 尿 素 | 20 白 金 | 21 プロピレン |
| 22 共 有 | 23 非共有 | 24 不 対 |
| 25 陰 | 26 陽 | 27 イオン |
| 28 配 位 | 29 直線形 | 30 正方形 |
| 31 正四面体 | 32 正八面体 | 33 無 |
| 34 白 | 35 黒 | 36 淡 赤 |
| 37 赤 橙 | 38 黄 | 39 緑 |
| 40 深 青 | 41 青 白 | 42 酸 |
| 43 塩 基 | 44 中 | |

4 次の(1)~(2)の問いに答えなさい。

(17点)

(1) 次の記述の(ア)~(コ)に最も適当なものをA欄より選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい(番号の中の0という数字も必ずマークすること)。ただし、同じ番号を何回用いてもよい。また、内が空欄のときは答える必要がありません。

電池は正極、負極、電解質の組み合わせによって様々なものがある。この中で、ボルタ電池、ダニエル電池は、正極に (ア) , 負極に (イ) が用いられ、イオン化傾向の小さい金属が (ウ) 極になる。ここで、二つの電池の構成について詳細に説明する。電解液に (エ) を用いた電池では、 (ウ) 極において (オ) 反応が起こり、 (カ) が生成し、電池の (キ) が起こる。一方、素焼き板で仕切った電池の 極側に 水溶液、 (ウ) 極側に (ク) 水溶液を入れると、 (ウ) 極では (カ) が生成せずに (ア) が析出する。これにより、電池の (キ) は起こりにくくなる。

ダニエル電池の起電力は約1.1Vであり、アルカリマンガン乾電池の起電力約 (ケ) Vや鉛蓄電池の起電力約 (コ) Vより小さい。

A 欄

- | | | |
|------------|-------------|-----------|
| 01 鉄 | 02 銅 | 03 金 |
| 04 銀 | 05 鉛 | 06 亜鉛 |
| 07 正 | 08 負 | 09 電解質 |
| 10 濃硝酸 | 11 希硫酸 | 12 塩酸 |
| 13 酸化 | 14 中和 | 15 還元 |
| 16 酸素 | 17 塩素 | 18 水素 |
| 19 二酸化炭素 | 20 腐食 | 21 分解 |
| 22 分極 | 23 塩化亜鉛 | 24 硫酸亜鉛 |
| 25 水酸化カリウム | 26 塩化アンモニウム | 27 硫酸銅(Ⅱ) |
| 28 1.3 | 29 1.5 | 30 2.0 |
| 31 3.0 | 32 4.0 | |

(2) 次の電気分解に関する表および記述の(サ)~(チ)に最も適当なものをB欄より選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい(番号の中の0という数字も必ずマークすること)。ただし、同じ番号を何回用いてもよい。また、記号がない欄は答える必要がありません。

電解液	陽極	陽極で生じる物質	陰極	陰極で生じる物質
水酸化ナトリウム水溶液	白金	(サ)	白金	(シ)
塩化ナトリウム水溶液	炭素	(ス)	白金	(セ)
硝酸銀水溶液	白金	(ソ)	白金	
硫酸銅(Ⅱ)水溶液	白金	(タ)	白金	

表の中で、陽極で気体が発生する場合を比較したときに、同じ電気量で発生する気体の体積が多いのは、電解液が チ の場合である。

B 欄

- | | | |
|----------------------------|------------------|------------------|
| 01 水素 | 02 二酸化炭素 | 03 窒素 |
| 04 塩素 | 05 酸素 | 06 銅 |
| 07 銀 | 08 ナトリウム | 09 水 |
| 10 Cu^{2+} | 11 Ag^+ | 12 Na^+ |
| 13 H^+ | 14 水酸化ナトリウム水溶液 | |
| 15 塩化ナトリウム水溶液 | 16 硝酸銀水溶液 | |
| 17 硫酸銅(Ⅱ)水溶液 | | |
| 18 水酸化ナトリウム水溶液, 塩化ナトリウム水溶液 | | |
| 19 硝酸銀水溶液, 硫酸銅(Ⅱ)水溶液 | | |
| 20 水酸化ナトリウム水溶液, 硝酸銀水溶液 | | |
| 21 塩化ナトリウム水溶液, 硫酸銅(Ⅱ)水溶液 | | |
| 22 水酸化ナトリウム水溶液, 硫酸銅(Ⅱ)水溶液 | | |
| 23 塩化ナトリウム水溶液, 硝酸銀水溶液 | | |

- 5 次の記述の(a)~(e)に最もよくあてはまる反応の種類をA欄より、(ア)~(キ)にあてはまる化合物名をB欄より、(1)、(2)にあてはまる性質をC欄より選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい(番号の中の0という数字も必ずマークすること)。同じ番号を何回用いてもよい。また、(i)~(iv)に当てはまる語の組み合わせとして最も適当なものをD欄より選び、その番号を解答用マークシートの①欄にマークしなさい。(17点)

(ア) および (イ) はいずれも組成式 CH で表される有機化合物である。室温で無色の気体である (ア) は、容易に (a) 反応を起こし、臭素水を脱色する。これに対し、(イ) は (ア) と比べて (a) 反応を起こしにくく、臭素水を脱色しない。触媒存在下で (ア) を加熱すると (イ) が生成する。(イ) は室温で無色透明の液体であり、(1)。

(イ) に濃硝酸と濃硫酸の混合物(混酸)を加えると、(b) 反応が起こり、(ウ) が生じる。(ウ) は室温で淡黄色の液体であり、(2)。(ウ) に金属スズと濃塩酸を作用させると、(c) 反応により (エ) 塩酸塩が生成する。これに (i) を加えると (ii) である (エ) が遊離する。(エ) の希塩酸溶液を氷冷しながら (オ) を加えると化合物Zが生じる。化合物Zの水溶液を加熱すると (カ) が生じる。(カ) は、水に少し溶け、(iii) 性を示す。

一方、(カ) は、(イ) から以下のように合成することもできる。すなわち、(イ) を触媒存在下でプロペンに (d) させ、(キ) を得る。これを (e) したのち、硫酸で分解すると、(カ) とアセトンが生成する。(カ) に (iv) 性水溶液を作用させてできた塩を、化合物Zの水溶液に加えると、鮮やかな橙色ないしは橙赤色を呈し、合成染料となる化合物が得られる。

A 欄

- | | | |
|------|------|------|
| 1 酸化 | 2 還元 | 3 置換 |
| 4 付加 | 5 重合 | 6 中和 |

B 欄

- | | | |
|--------------------|------------|--------------------|
| 01 アセチレン | 02 アセトアニリド | 03 アニリン |
| 04 安息香酸 | 05 エチレン | 06 クメン |
| 07 <i>o</i> -クレゾール | | 08 <i>m</i> -クレゾール |
| 09 <i>p</i> -クレゾール | | 10 トルエン |
| 11 トリニトロトルエン | | 12 ナトリウムフェノキシド |
| 13 ニトロベンゼン | | 14 ピクリン酸 |
| 15 フェノール | | 16 ベンゼン |
| 17 ベンゼンスルホン酸 | | 18 ベンゼンヘキサクロリド |
| 19 亜硝酸ナトリウム | | 20 亜硫酸ナトリウム |
| 21 酢酸ナトリウム | | 22 次亜塩素酸ナトリウム |
| 23 水酸化ナトリウム | | 24 炭酸水素ナトリウム |

C 欄

- 水より比重が小さく、水によく溶ける
- 水より比重が大きく、水によく溶ける
- 水より比重が小さく、水にほとんど溶けない
- 水より比重が大きく、水にほとんど溶けない

D 欄

	(i)	(ii)	(iii)	(iv)
1	強塩基	弱塩基	強酸	弱塩基
2	強塩基	弱塩基	弱酸	強塩基
3	強塩基	弱塩基	強塩基	弱酸
4	強塩基	弱塩基	弱塩基	強酸
5	弱塩基	強塩基	強酸	弱塩基
6	弱塩基	強塩基	弱酸	強塩基
7	弱塩基	強塩基	強塩基	弱酸
8	弱塩基	強塩基	弱塩基	強酸

- 6 次の記述(1)、(2)の問いに答えなさい。なお、必要ならば下記の数値を用いなさい。(16点)

原子量：H 1.0, C 12.0, N 14.0, O 16.0

- (1) 表に示した高分子合成反応(i)~(vi)について、(ア)~(エ)に最も適当なものをA欄から、また、(オ)~(コ)に最も適当なものをB欄から選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい(番号の中の0という数字も必ずマークすること)。ただし、同じ番号を何回用いてもよく、記号がない欄は答える必要がありません。また、原料以外に必要な触媒や溶媒などは反応に応じて適宜使用するものとする。

反応	原料 I	原料 II	反応の種類	生成物
(i)	アジピン酸	ヘキサメチレンジアミン	(ア)	(オ)
(ii)	テレフタル酸	エチレングリコール		(カ)
(iii)	ポリ酢酸ビニル	水酸化ナトリウム水溶液	(イ)	(キ)
(iv)	エチレン		(ウ)	(ク)
(v)	ϵ -カプロラクタム		(エ)	(ケ)
(vi)	フェノール	ホルムアルデヒド		(コ)

A 欄

- 1 開環重合 2 縮合重合 3 置換反応 4 付加重合

B 欄

- | | |
|---------------|------------------|
| 01 アクリル樹脂 | 02 エポキシ樹脂 |
| 03 ナイロン 46 | 04 ナイロン 66 |
| 05 ナイロン 6 | 06 フェノール樹脂 |
| 07 ポリエチレン | 08 ポリエチレンテレフタレート |
| 09 ポリビニルアルコール | 10 ポリフェノール |
| 11 ポリプロピレン | |

- (2) 次の記述について、(サ)に最も適当なものをC欄から選び、解答用マークシートにマークしなさい。また、(シ)にあてはまる数値を有効数字が2桁になるように3桁目を四捨五入して求め、次の形式で解答用マークシートにマークしなさい。指数 c が0の場合の符号 p には+をマークしなさい。

$$\boxed{a} \cdot \boxed{b} \times 10^{\boxed{p} \boxed{c}}$$

↑ ↑
小数点 正負の符号

表に示した高分子合成反応(i)~(vi)について、1.0 kg の原料 I から得られる生成物の質量が最も少ない反応は (サ) であり、その質量は (シ) kg と計算される。なお、原料 I と原料 II の反応は完結し、それぞれ(オ)~(キ)のみが生成するものとする。また、原料 I や生成物に示した高分子化合物の分子量は十分に大きく、末端基は考慮しなくともよいものとする。

C 欄

- 1 (i) 2 (ii) 3 (iii)