

C 4

化 学

この冊子は、化学の問題で 1 ページより 17 ページまであります。

〔注 意〕

- (1) 試験開始の指示があるまで、この冊子を開いてはいけません。
- (2) 監督者から受験番号等記入の指示があったら、解答用マークシートに受験番号と氏名を記入し、さらに受験番号をマークしてください。
- (3) 解答は、所定の解答用マークシートにマークしたものだけが採点されます。
- (4) 解答用マークシートについて
 - ① 解答用マークシートは、絶対に折り曲げてはいけません。
 - ② マークには黒鉛筆(HBまたはB)を使用してください。
指定の黒鉛筆以外でマークした場合、採点できないことがあります。
 - ③ 誤ってマークした場合は、消しゴムで丁寧に消し、消しくずを完全に取り除いたうえで、新たにマークしてください。
 - ④ 解答欄のマークは、横 1 行について 1 箇所に限ります。
2 箇所以上マークすると採点されません。
あいまいなマークは無効となるので、はっきりマークしてください。
 - ⑤ 解答用マークシートに記載されている解答上の注意事項を、必ず読んでから解答してください。
- (5) 試験開始の指示があったら、初めに問題冊子のページ数を確認してください。
ページの落丁・乱丁、印刷不鮮明等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- (6) 問題冊子は、試験終了後、持ち帰ってください。

(下書き用紙)

(下書き用紙)

各設問の計算に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, Mg 24.3, Al 27.0,

S 32.1, Cl 35.5, Ag 107.9, Pb 207.2

アボガドロ定数 N_A : $6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$

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

標準状態における理想気体のモル体積 : 22.4 L/mol

(下書き用紙)

- 1 次の記述(1)～(2)を読み、(ア)～(キ)にあてはまる最も適当なものを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)。また、(i)～(iii)にあてはまる数値を有効数字が3桁になるように4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 d が0の場合の符号 p には+をマークしなさい。(16点)

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

↑
小数点
↑
正負の符号

なお、下記の数値を用いなさい。

$$\sqrt{2} = 1.414, \sqrt{3} = 1.732, (0.420)^3 = 7.409 \times 10^{-2}$$

- (1) 単位格子の一边が 0.420 nm の立方体からなるイオン結晶について考える。単位格子中に陽イオン4個、陰イオン4個のイオンが含まれていたことから、このイオン結晶は (ア) 型構造であると決定される。この化合物の式量が 40.3 であるとする、この結晶の密度は (i) g/cm^3 となる。この結晶は、陽イオンと陰イオンが接しているのと同時に、最も近い陰イオンどうしも接している。このとき、陰イオンの半径は (ii) nm、陽イオンの半径は (iii) nm となる。
- (2) ある金属原子を球体と見立て、最もすき間が少なくなるように接した第1層、第2層および第3層がある。図1は第1層のすき間の上に第2層を重ねたものである。第2層のすき間の上に第3層を重ねて最密充填構造を作るとき、図2(a)は (イ)、図2(b)は (ウ) となる。なお、(ウ) は単位格子あたりに含まれる原子数が (エ) 個であり、一つの原子は (オ) 個の原子に囲まれている。この原子半径が $r[\text{nm}]$ であるとする、単位格子の一边の長さは (カ) $\times r[\text{nm}]$ となる。この結晶の構成原子のモル質量を $M[\text{g/mol}]$ とする、密度は (キ) $\times 10^{21} \times M/(N_A r^3) [\text{g/cm}^3]$ となる。

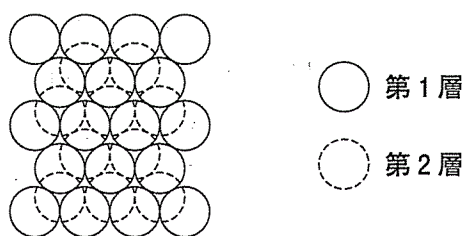


圖 1

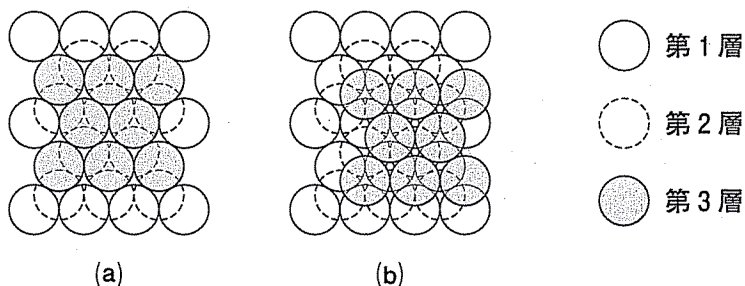


圖 2

A 欄

01 CsCl	02 NaCl	03 CaF ₂
04 体心立方格子	05 面心立方格子	06 六方最密構造
07 2	08 4	09 6
11 10	12 12	13 14
15 $\sqrt{2}$	16 $\sqrt{3}$	17 $\sqrt{6}$
18 $2\sqrt{2}/3$	19 $2\sqrt{3}/3$	20 $2\sqrt{6}/3$
21 $4\sqrt{2}/3$	22 $4\sqrt{3}/3$	23 $4\sqrt{6}/3$
24 $5\sqrt{2}/3$	25 $5\sqrt{3}/3$	26 $5\sqrt{6}/3$
27 $2\sqrt{2}$	28 $2\sqrt{3}$	29 $2\sqrt{6}$
30 $\sqrt{2}/2$	31 $\sqrt{3}/2$	32 $\sqrt{6}/2$
33 $\sqrt{2}/4$	34 $\sqrt{3}/4$	35 $\sqrt{6}/4$
36 $\sqrt{2}/8$	37 $\sqrt{3}/8$	38 $\sqrt{6}/8$
39 $\sqrt{2}/16$	40 $\sqrt{3}/16$	41 $\sqrt{6}/16$
42 $\sqrt{2}/32$	43 $\sqrt{3}/32$	44 $\sqrt{6}/32$
45 $3\sqrt{2}/32$	46 $3\sqrt{3}/32$	47 $3\sqrt{6}/32$
48 $5\sqrt{2}/32$	49 $5\sqrt{3}/32$	50 $5\sqrt{6}/32$

- 2 次の記述の(ア)～(オ)にあ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、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。

$$\log_{10} 2 = 0.30, \log_{10} 3 = 0.48$$

- (1) マグネシウム 4.86 g を、標準状態で 3.36 L の酸素と密閉容器中ですべて反応させた。この時生成する酸化マグネシウムの質量は (ア) g と計算される。また、反応後に残存する未反応物質の質量は (イ) g と求められる。
- (2) 酢酸 0.18 g を水に溶かして 100 mL とし、(ウ) mol/L の水溶液を得た。この水溶液の電離平衡時の pH は (エ) である。ただし、酢酸の電離定数 K_a は、 2.7×10^{-5} mol/L とし、電離度 α は十分小さいため計算過程で $1 - \alpha \approx 1$ と近似しなさい。
- (3) 2.0×10^{-7} mol/L の塩化ナトリウム水溶液 1.0 mL に、(オ) mol/L 以上の濃度の硝酸銀水溶液 1.0 mL を加えると塩化銀の沈殿が生じる。なお、塩化銀の溶解度積は、 $1.8 \times 10^{-10} (\text{mol/L})^2$ とする。

(下書き用紙)

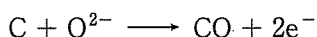
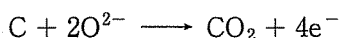
- 3 次の記述の(ア)、(イ)にあてはまる最も適当なものをA欄より選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい。また、(i)～(vi)にあてはまる数値を有効数字が2桁になるように3桁目を四捨五入して求め、次の形式で解答用マークシートにマークしなさい。指数 c が0の場合の符号 p には+をマークしなさい。

(17 点)

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

↑
小数点
↑
正負の符号

- (1) アルミニウム、ナトリウムなどのイオン化傾向の大きい金属は、その塩類の水溶液を電気分解すると、陰極では (ア) のみを生じ、金属は析出しない。このため、化合物を高温で融解状態にして電気分解を行う。アルミニウムの場合、電極に炭素(黒鉛)を用いて、アルミナに氷晶石を加えて約 1000℃ で電気分解を行う。このとき陰極では融解状態のアルミニウムが得られる。ここで陽極では、以下の反応によって電極の黒鉛と酸素が反応して、二酸化炭素と一酸化炭素が生成する。



上記の系にて電気分解を行ったところ、標準状態で二酸化炭素と一酸化炭素の体積比が 3 : 2 である 1120 L の気体が発生した。このとき、陰極で生成したアルミニウムは (i) kg であった。また、熔融塩電解によって消費された黒鉛の質量は (ii) kg となった。なお、この電気分解において、100 A の電流を 50 時間流したとすると、流した電気量のうち、実際にアルミニウムの生成に使われた電気量の割合は (iii) % となる。

(2) 鉛蓄電池によって、陰極および陽極に白金電極を用いて硝酸銀水溶液を電気分解したところ、陰極に 2.70 g の銀が析出した。流した電気量のうち、銀の析出反応に使われた電気量の割合は 100 % であるとする、このとき鉛蓄電池の電解液中の硫酸の物質量は mol 減少し、正極の質量は g 増加した。

鉛蓄電池では、充電時に大電流を流すと、正極および負極において充電反応と共に水の電気分解が生じる。放電後の鉛蓄電池に 10.0 A の電流を 1.00×10^4 秒流して充電したところ、副反応である水の電気分解が生じて正極から が発生した。発生した を捕集し、乾燥剤にて水分を完全に除去した後に体積を測定したところ、標準状態で 0.560 L であった。このとき正極の充電に使われた電気量は C となる。なお、すべての実験中において電解液中の水の蒸発は無視できるものとし、気体はすべて理想気体としてふるまうものとする。

A 欄

1 水 素

2 窒 素

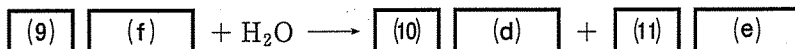
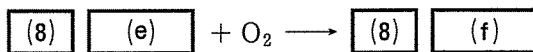
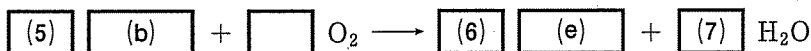
3 酸 素

4 塩 素

- 4 次の記述(i)~(iii)の(a)~(f)にあてはまる最も適当なものをA欄より、(ア)~(ウ)にあてはまる最も適当なものを{ }内よりそれぞれ選び、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)。同じ番号を何回選んでもよい。また、(1)~(13)に最も適する1~10の整数を解答用マークシートにマークしなさい。ただし、化学反応式中の係数が1の場合、1という数字をマークすること。同じ整数を何回用いてもよい。また、 内が空欄のときは答える必要はない。(17点)

(i) 周期表11族に属するCuおよび(a)の単体は、いずれも電気、熱の良導体である。Cuのイオンは主に+(1)および+(2)の酸化数を取り、天然では化合物として産出することが多い。Cuの単体は熱濃硫酸に溶け、+(1)の酸化数のイオンとなる。一方、(a)の単体は熱濃硫酸には溶解しない。

(ii) Nは-(3)から+(4)の酸化数をとる。Nの化合物である(b)を工業的に製造する方法である(ア){1 ソルベー法 2 テルミット反応 3 ニンヒドリン反応 4 ハーバー・ボッシュ法}では、Feを含む触媒の存在下で N_2 を(c)と反応させる。一方、(b)を原料として下記の反応の繰り返しにより(d)を工業的に製造する方法をオストワルト法という。



(iii) Cu の単体に薄い (d) の水溶液を反応させると, Cu (12) mol あたり (13) mol の (d) が反応し, (イ){1 無色で水に溶けやすい
2 褐色で水に溶けやすい 3 無色で水に溶けにくい 4 褐色で水に溶けにくい} (e) を生じる。また, 得られた溶液に過剰の (b) を加え
ると, Cu のイオンは(ウ){1 正四面体形 2 正八面体形 3 正方形 4
直線形} の錯イオンとなる。

A 欄

01 Ag	02 Au	03 Hg
04 NO	05 NO ₂	06 N ₂ O
07 N ₂ O ₃	08 HNO ₂	09 HNO ₃
10 N ₂	11 NH ₃	12 NH ₄ Cl
13 Cl ₂	14 H ₂	15 HCl

- 5 次の記述の(i)～(iii)に最も適する数値を解答用マークシートにマークし、(1)～(3)の問いに答えなさい。(i)、(ii)は小数第2位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。

a	.	b
-----	---	-----

↑
小数点

また、(iii)の数値が1桁のときは十の位に0をマークしなさい。(16点)

炭素、水素、酸素からなる化合物Aは100より小さい分子量を有し、8.80 mgの化合物Aを完全燃焼すると二酸化炭素が17.60 mgと水が7.20 mg生成する。このとき、8.80 mgの化合物Aに含まれる炭素の質量は

(i)

 mg、酸素の質量は

(ii)

 mgとなる。

化合物Aを水酸化ナトリウム存在下で加水分解すると化合物Bのナトリウム塩と化合物Cが生成する。

化合物Bを還元して得られる化合物Dをさらに還元すると化合物Cが生じる。

化合物Cを濃硫酸と混合して加熱すると脱水して化合物EやFが生成する。

炭化カルシウムと水を反応させると気体の化合物が生成する。この化合物に触媒存在下で水を付加すると化合物Dが、触媒存在下で水素を付加すると化合物Eが生成する。

なお、化合物Aの分子量は

(iii)

 となる。

- (1) 次の化合物Dに関する①～④の記述について正しいものの組み合わせをA欄から選び、その番号をマークしなさい。なお、番号の中の0という数字も必ずマークすること。

- ① 銀鏡反応を示す。
- ② ヨードホルム反応を示す。
- ③ ビウレット反応を示す。
- ④ フェーリング液を還元する。

(2) 化合物 C, 化合物 E, 化合物 F の沸点について, 最も適するものを B 欄から選び, その番号をマークしなさい。なお, B 欄において「化合物 X < 化合物 Y < 化合物 Z」は化合物 X, 化合物 Y, 化合物 Z の順に沸点が高くなることを表すものとする。

(3) 次の反応①～④について, 化合物 E の特徴として正しいものの組み合わせを A 欄から選び, その番号をマークしなさい。なお, 番号の中の 0 という数字も必ずマークすること。

- ① 十分な量を臭素水に通すと溶液が無色になる。
- ② 触媒存在下で水と反応すると化合物 C を生成する。
- ③ 開環重合により高分子化合物を生成する。
- ④ 赤熱した鉄と反応すると 3 分子が縮合して芳香族化合物を生成する。

A 欄

- | | | | |
|------------|------------|---------------|------------|
| 01 ① | 02 ② | 03 ③ | 04 ④ |
| 05 ①, ② | 06 ①, ③ | 07 ①, ④ | 08 ②, ③ |
| 09 ②, ④ | 10 ③, ④ | 11 ①, ②, ③ | 12 ①, ②, ④ |
| 13 ①, ③, ④ | 14 ②, ③, ④ | 15 ①, ②, ③, ④ | |

B 欄

- 1 化合物 C < 化合物 E < 化合物 F
- 2 化合物 C < 化合物 F < 化合物 E
- 3 化合物 E < 化合物 C < 化合物 F
- 4 化合物 E < 化合物 F < 化合物 C
- 5 化合物 F < 化合物 C < 化合物 E
- 6 化合物 F < 化合物 E < 化合物 C

- 6 次の記述の(a)~(n)にあてはまる最も適当なものを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)。さらに、①~③にあてはまる最も適当なものを{ }内よりそれぞれ選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい。必要ならば、同じ番号を何回用いてもよい。(17点)

一般に分子量が約①{1 1,000 2 10,000 3 100,000 4 1,000,000 5 10,000,000}以上の化合物を高分子化合物という。デンプン、セルロース、天然ゴム、タンパク質、水晶、核酸を天然高分子化合物といい、これらのうち、 (a) 以外を有機高分子化合物という。デンプンの中で温水中に可溶な成分は、 (b) -グルコース構造で構成され、セルロースは (c) -グルコース構造で構成される。また、セルロースを②{1 アミラーゼ・マルターゼ 2 マルターゼ・アミラーゼ 3 セルラーゼ・セロビアーゼ 4 セロビアーゼ・セルラーゼ 5 セルラーゼ・アミラーゼ}の酵素群で順次分解すると、グルコースが得られる。また、セルロースを混酸で反応させると無煙火薬の原料である (d) を得る。アミノ酸どうしのアミド結合を (e) といい、多数のアミノ酸が鎖状に結合したものを (f) という。タンパク質は (f) の構造が基本となっている。例えば、 (g) の (f) 鎖が各種相互作用により折りたたまれた特有の立体構造を (h) , (h) をもつ (f) 鎖のいくつかが集まって複合体をつくる構造を (i) という。また、アミノ酸の配列順序を (j) といい、 (k) -ヘリックス構造や (l) -シート構造を (g) という。

血液中に存在して酸素分子を運搬するヘモグロビン・筋肉中に存在して酸素を貯蔵するミオグロビンは、それぞれ③{1 二次構造・三次構造 2 三次構造・三次構造 3 三次構造・四次構造 4 四次構造・四次構造 5 四次構造・三次構造}を形成することで特有の機能を発現する。

アミノ酸の水溶液についてpHを変化させると、陽イオンや陰イオンの割合が変化する。例えば、アミノ酸水溶液を (m) すると水中のコロイド粒子と同じように、アミノ酸の電荷によって陽極側、陰極側に移動する。あるpHにおいてアミノ酸は移動しなくなる。この時のpHを (n) という。

A 欄

01 デンプン	02 セルロース	03 天然ゴム	04 タンパク質
05 水晶	06 核酸	07 α	08 β
09 γ	10 δ	11 モノニトロセルロース	
12 トリニトロセルロース		13 アセチルセルロース	
14 エステル結合	15 エーテル結合	16 水素結合	
17 ペプチド結合	18 モノペプチド	19 ジペプチド	
20 トリペプチド	21 オリゴペプチド	22 ポリペプチド	
23 一次構造	24 二次構造	25 三次構造	
26 四次構造	27 五次構造	28 電気陰性	
29 電気泳動	30 電気素量	31 電気分解	
32 中和点	33 等電点	34 等電位点	

