

B 3 物理

B 4 化学

B 5 生物

この冊子は、**物理**、**化学** 及び **生物** の問題を 1 冊にまとめてあります。

電子応用工学科は物理指定

材料工学科は、物理または化学のどちらかを選択

生物工学科は、物理、化学、生物のいずれかを選択

物理の問題は、1 ページより 19 ページまであります。
化学の問題は、20 ページより 37 ページまであります。
生物の問題は、38 ページより 68 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、解答用紙に受験番号と氏名を記入してください。また、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、所定の解答用紙に記入したもの及び解答用マークシートにマークしたもの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除いたうえ、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) 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。

化 学

[注 意]

- (1) 問題の中で特に指定のない限り、計算に必要な場合は、次の値を用いなさい。

元素記号	H	C	N	O	Na	S
原子量	1.00	12.0	14.0	16.0	23.0	32.1

元素記号	Cl	K	Mn	Cu	I
原子量	35.5	39.1	54.9	63.6	127

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

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

水のイオン積(25℃)： $1.00 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$

- (2) 問題の中で特に指定のない限り、気体は理想気体として扱いなさい。
- (3) 数値で解答する場合は、問題の中で特に指定のない限り、解答の有効数字が2ケタになるように計算し、問題の中で指定された形式で解答用マークシートの適切な数字または正負の符号をマークしなさい。ただし、解答の指数部分が0の場合には+0とマークしなさい。
- (4) 問題によって答え方が違います。問題を十分に注意して読みなさい。
- (5) 計算にはこの問題冊子の余白部分を利用しなさい。

1 次の文章を読み、以下の設問(1)~(5)に答えなさい。

(15 点)

周期表の 1 族に属する元素のうち、水素を除く元素をアルカリ金属という。アルカリ金属の原子は、原子番号が大きくなるほど (ア) が小さくなる傾向にある。したがって、ナトリウムよりカリウムの方が (イ) になりやすい。

アルカリ金属元素の単体は、いずれも銀白色の光沢をもち、密度が小さく、融点が高い。空気中ではすぐに酸素や水蒸気と反応するので、 (ウ) 中に保存するのが一般的である。

ナトリウムの単体をエタノールに加えると、ナトリウムの表面から気体 A が発生する。すべてのナトリウムの単体が反応したあと、溶媒を除去し、乾燥させることで、粉末状のナトリウムエトキシドを得ることができる。

(B)

(1) 文章中の (ア) ~ (ウ) にあてはまる語句の組み合わせとして最も適切なものを次の 1 ~ 8 より選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

	(ア)	(イ)	(ウ)
1	イオン化エネルギー	陰イオン	水 銀
2	イオン化エネルギー	陰イオン	石 油
3	電子親和力	陰イオン	水 銀
4	電子親和力	陰イオン	石 油
5	イオン化エネルギー	陽イオン	水 銀
6	イオン化エネルギー	陽イオン	石 油
7	電子親和力	陽イオン	水 銀
8	電子親和力	陽イオン	石 油

- (2) 気体 A として最も適切なものを解答群から選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

- | | | | |
|---------|---------|-------|---------|
| 1 一酸化炭素 | 2 二酸化炭素 | 3 酸 素 | 4 水 素 |
| 5 過酸化水素 | 6 メタン | 7 エタン | 8 アセチレン |

- (3) 実験室で希硫酸と反応させたとき、気体 A を発生させることができる試薬を解答群からすべて選び、その数字の和を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。十の位が必要ない場合には 0 をマークしなさい。また、適切なものがない場合は十の位、一の位の両方に 0 をマークしなさい。

解答群

- | | |
|--------------|--------|
| 1 亜硫酸水素ナトリウム | 2 亜 鉛 |
| 4 硫化鉄(Ⅱ) | 8 銅 |
| 16 鉄 | 32 黒 鉛 |

- (4) 下線部(B)で得られたナトリウムエトキシド 0.136 g を水に加えたところ、ナトリウムエトキシドはすべて加水分解され、エタノールが生成した。その後、さらに水を加えて溶液の全量を正確に 1000 mL とし、溶液 C を得た。溶液 C の 25 °C における pH を求めなさい。ただし、pH に対するエタノールの影響は無視できるものとする。必要な場合は、 $\log_{10} 2 = 0.30$, $\log_{10} 3 = 0.48$, $\log_{10} 5 = 0.70$, $\log_{10} 7 = 0.85$ を用いなさい。また、十の位が必要ない場合には 0 をマークしなさい。

pH = a b . c

↑十の位
 ↑一の位
 ↑小数点

- (5) 設問(4)の溶液 C を酢酸で中和滴定するとき使用する指示薬としてもっとも適切なものを解答群より選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

- | | |
|--------------|--------------|
| 1 メチルオレンジ | 2 フェノールフタレイン |
| 3 メチルレッド | 4 クロム酸カリウム |
| 5 プロモチモールブルー | 6 硝酸銀 |
| 7 安息香酸 | 8 フェノール |

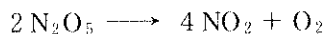
右のページは白紙です。

2

次の文章を読み、以下の設問(1)～(4)に答えなさい。

(18 点)

五酸化二窒素 N_2O_5 が分解して、二酸化窒素 NO_2 と酸素 O_2 になる分解反応の反応式は、次のように表される。



この反応を 300 K の一定温度で進行させたとき、反応開始からの時間 t における N_2O_5 の濃度 $[\text{N}_2\text{O}_5]$ は、以下の表のようになった。

時間 t [s]	$[\text{N}_2\text{O}_5]$ [mol/L]
200	35.0×10^{-3}
700	25.0×10^{-3}
1200	17.8×10^{-3}
1700	12.6×10^{-3}

この表から、300 K の温度で、 $t = 200$ s から $t = 700$ s における N_2O_5 の平均反応速度 $\bar{v}$ は A，平均濃度 $[\text{N}_2\text{O}_5]$ は B となる。同様に、 $t = 700$ s から $t = 1200$ s，および $t = 1200$ s から $t = 1700$ s における $\bar{v}$ と $[\text{N}_2\text{O}_5]$ もそれぞれ算出できる。 $t = 200$ s から $t = 700$ s， $t = 700$ s から $t = 1200$ s，および $t = 1200$ s から $t = 1700$ s で、それぞれ求めた $\bar{v}$ と $[\text{N}_2\text{O}_5]$ の関係をグラフにすると、 $\bar{v}$ は $[\text{N}_2\text{O}_5]$ に比例していることがわかる。このとき、反応速度定数はグラフの傾きから求めることができる。

次に、この反応における反応速度と温度の関係について考える。反応速度定数 k と絶対温度 T には、一般に①式の関係が成り立つことが知られている。 E は活性化エネルギー、 A は頻度因子(定数)、 R は気体定数である。

$$k = Ae^{-\frac{E}{RT}} \quad \text{①}$$

①式から、温度を 、活性化エネルギーを すると反応速度定数 k が大きくなり、反応が なることがわかる。ここで、活性化エネルギー E と比例定数 A は温度によって変化しないものとする、二つの温度における反応速度定数がそれぞれわかれば、活性化エネルギー E を算出できる。二つの温度 T_1 と T_2 の反応速度定数をそれぞれ k_1 と k_2 として、①式に代入すると最終的に②式が得られる。

$$\log_e \left(\frac{k_2}{k_1} \right) = \text{ } \quad \text{②}$$

いま、二つの温度を $T_1 = 300 \text{ K}$ 、 $T_2 = 340 \text{ K}$ としたとき、 N_2O_5 の分解反応の反応速度定数 k_2 が k_1 の 2 倍の値であったとすると、②式から活性化エネルギー E は、 $[\text{J/mol}]$ と求まる。

(1) 文章中の $\boxed{A}$ と $\boxed{B}$ を求めなさい。

$$\boxed{A} = \boxed{a} \cdot \boxed{b} \times 10^{\boxed{p} \boxed{c}} \text{ [mol/(L}\cdot\text{s)]}$$

↑
↑
 小数点 正負の符号

$$\boxed{B} = \boxed{a} \cdot \boxed{b} \times 10^{\boxed{p} \boxed{c}} \text{ [mol/L]}$$

↑
↑
 小数点 正負の符号

右のページは白紙です。

- (2) 文章中の (ア) ～ (ウ) にあてはまる語句の組み合わせとして最も適切なものを次の1～8より選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

	(ア)	(イ)	(ウ)
1	高 く	大きく	速 く
2	高 く	大きく	遅 く
3	高 く	小さく	速 く
4	高 く	小さく	遅 く
5	低 く	大きく	速 く
6	低 く	大きく	遅 く
7	低 く	小さく	速 く
8	低 く	小さく	遅 く

- (3) 文章中の C にあてはまるもっとも適切な式を解答群から選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

1 $\frac{E}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$	2 $-\frac{E}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$
3 $\frac{R}{E} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$	4 $-\frac{R}{E} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$
5 $\frac{E}{R} (T_2 - T_1)$	6 $-\frac{E}{R} (T_2 - T_1)$
7 $\frac{R}{E} (T_2 - T_1)$	8 $-\frac{R}{E} (T_2 - T_1)$

- (4) 文章中の D を求めなさい。解答は、最も適切なものを解答群から選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。
なお、 $\log_e k = 2.30 \log_{10} k$ の関係が成り立つものとし、必要な場合は、 $\log_{10} 2 = 0.30$, $\log_{10} 3 = 0.48$, $\log_{10} 5 = 0.70$, $\log_{10} 7 = 0.85$ を用いなさい。

解答群

1 1.5×10^{-3}

2 4.6×10^{-3}

3 1.5×10^3

4 4.6×10^3

5 1.5×10^{-4}

6 4.6×10^{-4}

7 1.5×10^4

8 4.6×10^4

3 次の(1)~(5)のそれぞれの文章において、下線部のいくつかを訂正すると正しい記述となる。訂正が必要な下線部をすべて選び、その下線部の数字の和を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。十の位が必要ない場合は0をマークしなさい。訂正の必要がない場合は、十の位と一の位の両方に0をマークしなさい。(15点)

- (1) 周期表の18族に属する元素を希ガス(または貴ガス)といい、それらは¹すべて非金属元素である。希ガス原子の価電子は8個とみなされる。希ガス原子は、他の原子と結合しにくく、²化合物をつくりにくい。希ガスの単体は、常温、常圧では⁴無色の気体である。₈
- (2) 周期表の17族に属する元素をハロゲンという。ハロゲンの単体は、常温、常圧では、¹塩素は気体、²臭素は液体、⁴ヨウ素は固体である。一般に、ハロゲンの単体は、ハロゲン化物イオンを⁸還元させてつくられる。₈
- (3) 周期表の¹15族に属する元素には、窒素、リンなどがある。窒素の単体は、常温では²赤褐色の気体である。単体のリンは天然に⁴ほとんど存在しない。リンの単体は、淡黄色の黄リン(白リン)のほか、⁸赤褐色の赤リンなどが知られている。₈
- (4) 周期表の¹14族に属する元素には、炭素、ケイ素などがある。炭素の単体には、ダイヤモンドのほか、²同位体として黒鉛などがある。黒鉛は、電気をよく通し、⁴イオン結合でつくられた平面が層状に重なっている。ケイ素は、⁸金属元素である。₈

- (5) 周期表の 2 族に属する元素は、すべて金属元素である。2 族元素のうち、ベ
リリウムを除く他の 5 種類の元素¹を、アルカリ土類金属²という。アルカリ土類
金属の単体は、常温の水と反応して⁴酸素を発生し、⁸水酸化物となる。

4 次の文章を読み、以下の設問(1)～(4)に答えなさい。

(19 点)

AgNO_3 , $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$, $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, KNO_3 , $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$, NaNO_3 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ の 9 種類の化合物のうち、4 種類の化合物を溶解した水溶液 X がある。次のような操作を行い、4 種類の化合物を推測した。

水溶液 X に希塩酸を加えたところ、ア の沈殿 1 を生じた。このことから水溶液 X には A , B が含まれている可能性があると考えられた。沈殿 1 は熱水に溶解した。一方、沈殿 1 に光をあてたが沈殿の色に変化は見られず、感光性は示さなかった。このことから水溶液 X には A が含まれていると推測した。水溶液 X に新たな沈殿が生じなくなるまで希塩酸を加え、A を沈殿 1 として水溶液中から取り除いて水溶液 Y を得た。

水溶液 Y が酸性であることを確かめたあと、水溶液 Y 中に硫化水素を十分に通じたが沈殿は生じなかった。

水溶液 Y にアンモニア水を加えたところ、イ の沈殿 2 を生じた。沈殿 2 を硝酸に溶かし、ヘキサシアニド鉄(Ⅱ)酸カリウム水溶液を加えると ウ の沈殿を生じた。このことから水溶液 X には C が含まれていると推測した。水溶液 Y に新たな沈殿が生じなくなるまでアンモニア水を加え、C を沈殿 2 として水溶液中から取り除いて水溶液 Z を得た。

水溶液 Z が塩基性であることを確かめたあと、水溶液 Z 中に硫化水素を十分に通じたが沈殿は生じなかった。

水溶液 Z に炭酸アンモニウム水溶液を加えたところ、エ の沈殿 3 を生じた。沈殿 3 を塩酸に溶かし、炎色反応を調べると黄緑色を示した。このことから水溶液 X には D が含まれていると推測した。水溶液 Z に新たな沈殿が生じなくなるまで炭酸アンモニウム水溶液を加え、水溶液中の D を沈殿 3 として水溶液中から取り除いて水溶液 W を得た。

水溶液 W に塩酸を加えて、炎色反応を調べると淡紫色を示した。このことから水溶液 X には E が溶解していると推測した。

- (1) 文章中の A ～ E にあてはまる化合物として最も適切なものを解答群から選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

- | | | |
|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 1 AgNO_3 | 2 $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ | 3 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ |
| 4 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ | 5 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ | 6 KNO_3 |
| 7 $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ | 8 NaNO_3 | 9 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ |

- (2) 文章中の (ア) ～ (エ) にあてはまる色として最も適切なものを解答群から選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。ただし、同じ番号を複数回選んでもよいものとする。

解答群

- | | | |
|-------|-------|-------|
| 1 白 色 | 2 赤褐色 | 3 黄 色 |
| 4 青 色 | 5 緑 色 | 6 黒 色 |

(3) 下線部(A)の感光性に関連して、化学反応と光の説明文として以下の文章から正しいものをすべて選び、その文章の番号の和を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。十の位が必要ない場合は0をマークしなさい。正しい文章がない場合は、十の位と一の位の両方に0をマークしなさい。

- 1 光の吸収、放出を伴う化学反応を化学発光という。
- 2 メタンと塩素の混合物に紫外線を照射することで、メタン分子の水素原子が塩素原子に置き換わる反応を起こすことができる。
- 4 植物が光のエネルギーを利用して二酸化炭素と水からタンパク質と酸素を作る反応は光合成とよばれる。
- 8 塩基性水溶液中でルミノールを過酸化水素などで酸化すると、オレンジ色の光を発する。

(4) 下線部(B)に関連して、金属イオンとしては銅イオンのみを含む酸性の水溶液に硫化水素を十分に通じて、銅イオンをCuSとして沈殿させることを考える。水溶液中に残留する銅イオン濃度を 1.0×10^{-8} mol/L以下にするための水溶液の水素イオン濃度の上限値を求めなさい。なお、水溶液中での銅イオンはすべて Cu^{2+} として存在し、硫化水素ガスを通じたときの水溶液の H_2S 濃度は0.10 mol/L、 $\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{S}^{2-}$ の平衡定数は $1.0 \times 10^{-21} (\text{mol/L})^2$ 、CuSの溶解度積は $6.25 \times 10^{-30} (\text{mol/L})^2$ とする。

$$\text{水素イオン濃度} = \boxed{a} \cdot \boxed{b} \times 10^{\boxed{p} \boxed{c}} \text{ [mol/L]}$$

↑
↑
 小数点 正負の符号

右のページは白紙です。

5 次の文章を読み、以下の設問(1)~(5)に答えなさい。

(15 点)

分子式が $C_kH_{2\ell}O_\ell$ (k, ℓ は自然数) で表される化合物 A, および $C_mH_nO_n$ (m, n は自然数) で表される化合物 B がある。化合物 A, 化合物 B ともにカルボン酸である。1 mol の化合物 A を完全に燃焼させると、3 mol の二酸化炭素が発生した。一方、1 mol の化合物 B を完全に燃焼させると、4 mol の二酸化炭素が発生した。化合物 A にヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて反応させると、特有の臭気をもつ (ア) 沈殿が生じた。化合物 A, 化合物 B ともに立体異性体が存在し、化合物 A, 化合物 B の分子量は、それぞれ 100 未満、120 未満であることがわかっている。化合物 A を加熱し、脱水縮合させると、(イ) をくり返しもつ高分子化合物 C が生成した。これは生分解性プラスチックや医用材料などに用いられている。また、化合物 B を約 160°C に加熱すると、分子内で脱水反応が起こり、酸無水物 D が生成した。

(1) 文章中の (ア), (イ) にあてはまる語句として最も適切なものを解答群から選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| 11 白 色 | 12 赤紫色 | 13 赤褐色 |
| 14 黄 色 | 15 黒 色 | 16 青 色 |
| 17 暗緑色 | 18 炭化水素基 | 19 ヒドロキシ基 |
| 20 エーテル結合 | 21 アルデヒド基 | 22 ケトン基 |
| 23 カルボキシ基 | 24 エステル結合 | 25 ニトロ基 |
| 26 アミノ基 | 27 スルホ基 | |

右のページは白紙です。

(2) 文章中の k , l , m , n にあてはまる数を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。十の位が必要ない場合には 0 をマークしなさい。

(3) 高分子化合物 C の分子量が 7218 であるとき、100 g の高分子化合物 C を完全に燃焼させた際に発生する二酸化炭素の標準状態 (0 °C, 1.013×10^5 Pa) で
の体積を求めなさい。

$$\text{二酸化炭素の体積} = \boxed{a} . \boxed{b} \times 10^{\boxed{p} \boxed{c}} \text{ [L]}$$

↑
小数点
↑
正負の符号

(4) 水と設問(3)で発生する二酸化炭素からグルコースを作る場合、得られるグルコースの最大量を求めなさい。

$$\text{グルコースの最大量} = \boxed{a} . \boxed{b} \times 10^{\boxed{p} \boxed{c}} \text{ [g]}$$

↑
小数点
↑
正負の符号

(5) 下線部(E)の反応で、100 g の化合物 B が、すべて酸無水物 D になった場合、
得られる酸無水物 D の質量を求めなさい。

$$\text{酸無水物 D の質量} = \boxed{a} . \boxed{b} \times 10^{\boxed{p} \boxed{c}} \text{ [g]}$$

↑
小数点
↑
正負の符号

右のページは白紙です。

6

次の文章を読み、以下の設問(1)～(4)に答えなさい。

(18 点)

タンパク質は、動物の皮膚や筋肉、内臓などを構成し、また豆類にも多く含まれる。タンパク質分子は、ある (ア) の (イ) 基と別の (ア) の (ウ) 基の間で脱水縮合が起こり、多数の (ア) が縮合重合したものである。天然に存在する、あるタンパク質を加水分解したところ、その生成物には、不斉炭素原子をもつ、分子量 100 未満の (ア) である化合物 A が含まれていた。化合物 A を無水酢酸と反応させると、(イ) 基は (エ) 化され、すべて化合物 B になった。また、化合物 A とメタノールとの間ではエステル化反応が起こり、化合物 C が生成した。さらに、化合物 B と化合物 C を脱^(E)_(F)水縮合したところ、化合物 D が得られた。

- (1) 文章中の (ア) ～ (エ) にあてはまる語句として最も適切なものを解答群から選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

- | | | | |
|---------|-------------------|---------|----------|
| 11 炭化水素 | 12 ヒドロキシ | 13 エーテル | 14 アルデヒド |
| 15 ケトン | 16 カルボキシ | 17 エステル | 18 ニトロ |
| 19 アミノ | 20 アセタール | 21 アセチル | 22 ハロゲン |
| 23 塩 素 | 24 け ん | 25 スルホン | 26 アルコール |
| 27 油 脂 | 28 アゾ化合物 | 29 DNA | 30 RNA |
| 31 糖 類 | 32 α -アミノ酸 | | |

右のページは白紙です。

(2) 化合物 A の分子量を求めなさい。

$$\text{化合物 A の分子量} = \boxed{a} . \boxed{b} \times 10^{\boxed{p} \boxed{c}}$$

↑
小数点
↑
正負の符号

(3) 下線部(E)の反応で、100 g の化合物 A から 51.5 g の化合物 C が得られた。
 このとき、100 g の化合物 A のうち、何 g に相当する分がこの反応に使われた
 のかを求めなさい。

$$\text{質量} = \boxed{a} . \boxed{b} \times 10^{\boxed{p} \boxed{c}} \text{ [g]}$$

↑
小数点
↑
正負の符号

(4) 設問(3)で得られた化合物 C がすべて下線部(F)の反応に利用され、化合物 D
 が生成されるとき、得られる化合物 D の最大量を求めなさい。

$$\text{化合物 D の最大量} = \boxed{a} . \boxed{b} \times 10^{\boxed{p} \boxed{c}} \text{ [g]}$$

↑
小数点
↑
正負の符号

右のページは白紙です。