

L 3 物理 L 4 化学 L 5 生物

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

物理学科は物理指定

応用生物科学科と経営工学科は、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 15 ページまであります。
化学の問題は、16 ページより 29 ページまであります。
生物の問題は、30 ページより 51 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、さらに受験番号と志望学科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上部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。

化 学

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, S 32.0, Cl 35.5,

V 50.9, Mn 54.9, Cu 63.5, Pt 195

ファラデー定数： 9.65×10^4 C/mol

アボガドロ定数： 6.02×10^{23} /mol

気体定数： 8.31×10^3 Pa·L/(mol·K)

標準状態における理想気体のモル体積：22.4 L/mol

化学の問題は、1 から 8 まであります。ただし、7 と 8 は選択問題です。7 と 8 のうち、どちらか1問だけを選択し、解答しなさい。

10

11

12

13

14

15

- 1 次の問(1), (2)に答えなさい。解答は各問の選択肢のうちから最も適当な番号を一つ選び、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)。(13点)

- (1) NaCl 結晶の密度を $d \text{ g/cm}^3$, 隣り合う Na^+ イオンと Cl^- イオンの距離を $a \text{ nm}$, NaCl のモル質量を $M \text{ g/mol}$ としたとき, アボガドロ定数は (i) /mol である。 (i) に最も適したものをA欄より選びなさい。

A 欄

- | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 01 $\frac{M}{4a^3d} \times 10^{21}$ | 02 $\frac{2M}{a^3d} \times 10^{21}$ | 03 $\frac{4M}{a^3d} \times 10^{21}$ |
| 04 $\frac{M}{a^3d} \times 10^{21}$ | 05 $\frac{M}{2a^3d} \times 10^{21}$ | 06 $\frac{M}{4a^3d} \times 10^{27}$ |
| 07 $\frac{2M}{a^3d} \times 10^{27}$ | 08 $\frac{4M}{a^3d} \times 10^{27}$ | 09 $\frac{M}{a^3d} \times 10^{27}$ |
| 10 $\frac{M}{2a^3d} \times 10^{27}$ | | |

- (2) 次の記述(ア)~(エ)の問の答として最も適した物質量をB欄よりそれぞれ選びなさい。ただし、各反応は過不足なく起こるものとする。

- (ア) 1 mol の鉄を塩酸と反応させると何 mol の気体が生成するか。
(イ) 3 mol の銅を希硝酸と反応させると何 mol の一酸化窒素が生成するか。
(ウ) 1 mol の銅を熱濃硫酸と反応させたときの生成物の物質量の総和は何 mol か。
(エ) 1 mol の銀を濃硝酸と反応させたときの生成物の物質量の総和は何 mol か。

B 欄

- | | | | |
|----------|-----------|----------|----------|
| 01 1 mol | 02 2 mol | 03 3 mol | 04 4 mol |
| 05 5 mol | 06 6 mol | 07 7 mol | 08 8 mol |
| 09 9 mol | 10 10 mol | | |

- 2 次の記述(1)～(3)にあてはまる数値を有効数字が2桁となるように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。X, Y, Zは1桁の整数で、pは+または-の符号である。指数が0の場合には、pに+をマークし、Zに0をマークしなさい。(15点)

$$\boxed{X} \cdot \boxed{Y} \times 10^{\boxed{p} \boxed{Z}}$$

↑
小数点
↑
正負の符号

- (1) 質量パーセント濃度 8.0 % の水酸化ナトリウム水溶液の密度が 1.1 g/cm^3 である場合、この溶液のモル濃度は (i) mol/L となる。
- (2) 質量パーセント濃度 4.0 % の過酸化水素水 85 g に、酸化マンガン(IV)を加え、酸素を発生させた。発生した酸素の質量は (ii) g であり、発生した酸素の標準状態での体積は (iii) L である。ただし、発生した酸素は水に溶けないとする。
- (3) 二本の白金電極を用いて、硫酸銅(II)水溶液を 5.00 A の電流で 16 分 5 秒間電気分解した。陽極で生成する物質の物質量は (iv) mol であり、陰極で生成する物質の質量は (v) g である。

左のページは白紙です。

3

次の(1)、(2)の間に答えなさい。

(14 点)

- (1) 次の記述について、①～③の組合せで最も適切なものをA欄より選び、(a)に最も近い値をB欄より選び、それらの番号をそれぞれ解答用マークシートにマークしなさい。

工業的に硝酸は、①と空気を混合し、白金を触媒として約 800℃で反応させて②をつくり、これを空气中で酸化して③とした後、温水を反応させて得られる。この方法をオストワルド法という。この製造法の化学反応が完全に進んだ場合、1.5 kmol の①から(a) kmol の硝酸が得られる。

A 欄

- | | | |
|-----------|---------|---------|
| 1 ① 二酸化窒素 | ② 一酸化窒素 | ③ アンモニア |
| 2 ① 一酸化窒素 | ② 二酸化窒素 | ③ アンモニア |
| 3 ① 一酸化窒素 | ② アンモニア | ③ 二酸化窒素 |
| 4 ① 二酸化窒素 | ② アンモニア | ③ 一酸化窒素 |
| 5 ① アンモニア | ② 一酸化窒素 | ③ 二酸化窒素 |
| 6 ① アンモニア | ② 二酸化窒素 | ③ 一酸化窒素 |

B 欄

- | | | | |
|-------|-------|-------|--------|
| 1 0.5 | 2 1.0 | 3 1.5 | 4 2.0 |
| 5 2.5 | 6 5.0 | 7 7.5 | 8 10.0 |

- (2) 次の記述について、④～⑤の組合せで最も適切なものをC欄より選び、(b)に最も近い値をD欄より選び、それらの番号をそれぞれ解答用マークシートにマークしなさい。

濃硫酸は無色で粘りけのある不揮発性の液体で、硫酸を ④ % 含む。工業的な濃硫酸の製造は、まず硫黄を燃焼させて二酸化硫黄をつくり、これに ⑤ を主成分とした触媒を用いて 400～600℃ で酸化し、生じた三酸化硫黄を水と反応(実際には濃硫酸で吸収)させてつくる。この工業的な製造法を接触法という。この製造法において、硫黄が完全に硫酸に変えられたとすると、2.0 kg の硫黄から ④ % 硫酸(濃硫酸)は (b) kg できる。

C 欄

- | | |
|--|--|
| 1 ④ 98 | ⑤ 酸化バナジウム(V) |
| 2 ④ 98 | ⑤ 白 金 |
| 3 ④ 85 | ⑤ 酸化バナジウム(V) |
| 4 ④ 85 | ⑤ 白 金 |

D 欄

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|--------|
| 1 1.6 | 2 3.1 | 3 6.3 | 4 9.4 | 5 12.5 |
|-------|-------|-------|-------|--------|

- 4 次の(1)～(2)の記述を読み、(i)～(iv)にあてはまる数値を、有効数字が2桁となるように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。
 X, Y, Zは1桁の整数で、pは+または-の符号である。指数が0の場合には、pに+をマークし、Zに0をマークしなさい。(14点)

$$\boxed{X} \cdot \boxed{Y} \times 10^{\boxed{p} \boxed{Z}}$$

$\uparrow$ $\uparrow$
 小数点 正負の符号

- (1) 20℃において圧力 1.0×10^5 Pa の酸素は水 1.0 mL 中に標準状態の気体に換算して 0.031 mL 溶ける。20℃, 1.0×10^5 Pa の空気を水 1.0 L に接触させた場合、この水に溶けている酸素は標準状態の気体に換算して $\boxed{(i)}$ mL である。ただし、空気は窒素：酸素の体積比 4：1 の混合気体と考え、水の蒸気圧は無視してよい。

- (2) この問では、硫酸銅(Ⅱ)(無水)および硫酸銅(Ⅱ)・五水和物の式量を、それぞれ 160 および 250 として計算しなさい。

水 100 g に溶解する硫酸銅(Ⅱ)(無水)の質量は、60℃で 40 g, 20℃で 20 g である。したがって、60℃における硫酸銅(Ⅱ)の飽和水溶液 200 g には、 $\boxed{(ii)}$ g の硫酸銅(Ⅱ)(無水)が含まれている。

この溶液を 20℃まで冷却すると、硫酸銅(Ⅱ)・五水和物が x g 析出した。このとき、溶液中に溶解している硫酸銅(Ⅱ)(無水)の質量は、 $(\boxed{(ii)} - \boxed{(iii)} \times x)$ g と表せる。また、このときの溶液は硫酸銅(Ⅱ)の飽和水溶液なので、析出した硫酸銅(Ⅱ)・五水和物の質量は、 $\boxed{(iv)}$ g と求められる。

右のページは白紙です。

- 5 次の記述(1)～(3)を読み、(ア)～(タ)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)。(16点)

- (1) (ア) は空気より軽い無色の気体で主に都市ガスとして用いられる。実験室では、(イ) と水酸化ナトリウムを混合して強熱することで得られる。また、(ア) と水を高圧下で反応させ、一酸化炭素と(ウ) に変換し、その後触媒を用い両者を反応させると(エ) が生成する。(エ) を赤熱した酸化銅(Ⅱ)を用いて(オ) すると刺激臭をもつ気体である(カ) が生成し、(カ) をさらに(オ) すると刺激臭をもつ液体である(キ) が生成する。
- (2) ベンゼンと(ク) を触媒存在下、(ケ) 反応させると(コ) が生成する。(コ) を酸素雰囲気下で酸化するとクメンヒドロペルオキシドが生成する。クメンヒドロペルオキシドを希硫酸存在下、分解させると(サ) とアセトンが得られる。(カ) と(サ) を混合し、塩基触媒を加え加熱すると互いに(シ) 重合する。
- (3) (サ) に金属ナトリウムを作用させると(ウ) と(ス) が生成する。(ス) を高温・高圧のもとで二酸化炭素と反応させ、希硫酸で処理すると無色の針状結晶である(セ) が得られる。(セ) に(エ) と濃硫酸を作用させると(セ) の(ソ) 基でエステル化が起こり、消炎鎮痛効果のある(タ) が生成する。

A 欄

01 酸 化	02 還 元	03 中 和	04 置 換	05 付 加
06 縮 合	07 脱 水	08 水 素	09 酸 素	10 窒 素
11 二酸化炭素	12 カルボキシ(ル)	13 カルボニル		
14 ニトロ	15 ヒドロキシ(ル)	16 メチル		
17 メタン	18 エタン	19 プロパン	20 ブタン	21 エチレン
22 プロピレン	23 1-ブテン	24 アセチレン	25 メタノール	
26 エタノール	27 1-プロパノール	28 1-ブタノール		
29 ジエチルエーテル	30 ホルムアルデヒド	31 アセトアルデヒド		
32 ベンズアルデヒド	33 アセトン	34 ギ 酸		
35 酢 酸	36 安息香酸	37 無水酢酸	38 フタル酸	
39 テレフタル酸	40 トルエン	41 エチルベンゼン		
42 イソプロピルベンゼン	43 フェノール			
44 アニリン	45 ナトリウムフェノキシド			
46 サリチル酸	47 サリチル酸ナトリウム			
48 サリチル酸メチル	49 アセチルサリチル酸	50 アセトアニリド		
51 酢酸ナトリウム	52 水酸化ナトリウム	53 塩化ナトリウム		

- 6 次の記述(1), (2)をよみ(ア)~(カ)に最も適当なものをA欄より, (a), (b)に最も適当なものをB欄よりそれぞれ選び, 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)。また, (i)~(iii)にあてはまる1から10の整数を解答用マークシートにマークしなさい。 (16点)

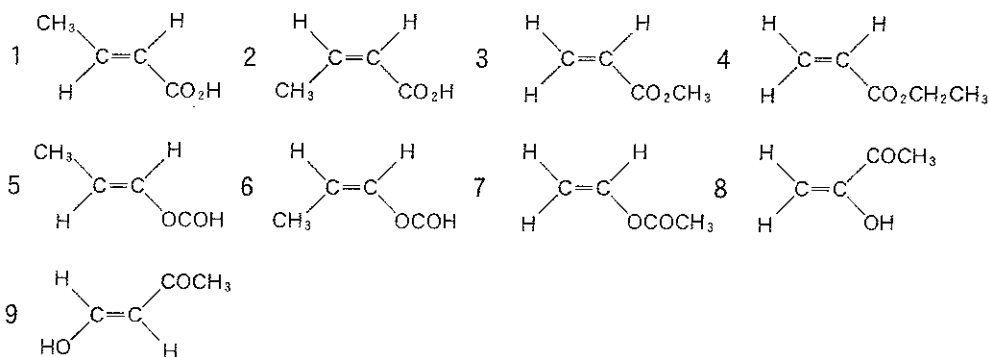
(1) 炭素, 水素, 酸素だけで構成された有機化合物 (a) の 15.09 mg を元素分析装置で完全に燃焼したところ, 水 9.45 mg, 二酸化炭素 31.12 mg が得られた。また, 化合物 (a) の分子量を測定したところ, その値は約 86 であった。この結果から, 化合物 (a) の分子式は, C (i) H (ii) O (iii) となった。化合物 (a) には, シスートランス異性体は存在しないが, 炭素原子間に不飽和結合をもっていた。化合物 (a) は (ア) 重合することにより高分子 A を生じた。高分子 A に水酸化ナトリウム水溶液を加え加水分解し, その後希塩酸で中和すると, (イ) 基をもつ高分子 (ウ) とメタノールが生じた。

(2) 化合物 (b) は, 化合物 (a) と同じ分子式をもつ有機化合物である。化合物 (b) にも, シスートランス異性体は存在しないが, 炭素原子間に不飽和結合をもっていた。化合物 (b) は (ア) 重合することにより高分子 (エ) を生じた。高分子 (エ) に水酸化ナトリウム水溶液を加え加水分解し, その後中和すると, (オ) 基をもつ高分子 (カ) が生じた。高分子 (カ) の水溶液にホルムアルデヒド水溶液を加え, 処理すると親水性が高い合成繊維が生じた。

A 欄

- 01 酸化 02 還元 03 置換 04 付加 05 脱水
 06 縮合 07 クロロ 08 ニトロ 09 スルホン 10 アセタール
 11 アルデヒド 12 エステル 13 エーテル 14 カルボキシ(ル)
 15 ケトン 16 ヒドロキシ(ル) 17 キュプラ
 18 ナイロン6 19 ビニロン 20 ポリエチレンテレフタレート(PET)
 21 レーヨン 22 ポリアミド 23 ポリエステル
 24 ポリ塩化ビニル 25 ポリアクリル酸
 26 ポリアクリル酸ナトリウム 27 ポリ酢酸ビニル
 28 ポリスチレン 29 ポリビニルアルコール
 30 ポリプロピレン

B 欄



この問題は **7** です(**7** , **8** は選択問題です。)。この問題を選択する場合は、解答用マークシートの選択問題番号7を必ずマークし、以下の問について解答しなさい。ただし、選択問題番号7、8を両方共マークするあるいは両方共マークしていない場合は、採点しない。

7 次の問(1)~(3)に答えなさい。解答は各問の1~5の選択肢のうちから最も適当な番号を一つ選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい。

(12 点)

(1) スチレンと少量の *p*-ジビニルベンゼンを共重合させたポリスチレン樹脂を濃硫酸で処理してイオン交換樹脂を得た。このイオン交換樹脂を十分な量カラム(円筒容器)に詰め、0.01 mol/L 硫酸ナトリウム水溶液 100 mL を通過させた。得られた流出液を中和するのに必要な水溶液の種類および量をA欄より選びなさい。ただし、反応は完全に起こるものとする。

A 欄

- 1 0.1 mol/L 塩酸を 10 mL
- 2 0.1 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を 10 mL
- 3 0.1 mol/L 塩酸を 20 mL
- 4 0.1 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を 20 mL
- 5 0.1 mol/L 塩酸を 40 mL

(2) 次の合成高分子化合物の特徴と用途が適切なものをB欄より選びなさい。

B 欄	【高分子】	【特 徴】	【用 途】
1	ポリエチレン	熱硬化性, 耐水性	包装材料, フィルムなど
2	フェノール樹脂	熱硬化性, 電気絶縁性	プリント基板, 電気器具など
3	ポリ塩化ビニル	熱硬化性, 難燃性	パイプ, ホースなど
4	シリコーン樹脂	熱可塑性, 親水性	塗料, ワックスなど
5	尿素樹脂	熱可塑性, 接着性	接着剤, ボタンなど

(3) 構成原子として酸素原子と窒素原子の両方を含む高分子の組み合わせとして正しいものをC欄より選びなさい。

- (ア) ナイロン 66
- (イ) ポリエチレンテレフタレート (PET)
- (ウ) 尿素(ユリア)樹脂
- (エ) メラミン樹脂
- (オ) ポリアクリロニトリル

C 欄

- 1 (ア) (イ) (ウ) (オ)
- 2 (ア) (ウ)
- 3 (ア) (ウ) (エ) (オ)
- 4 (ウ) (エ)
- 5 (エ) (オ)

この問題は **8** です(**7** , **8** は選択問題です。)。この問題を選択する場合は、解答用マークシートの選択問題番号 8 を必ずマークし、以下の問について解答しなさい。ただし、選択問題番号 7, 8 を両方共マークするあるいは両方共マークしていない場合は、採点しない。

8 次の問(1)~(3)に答えなさい。解答は各問の 1 ~ 5 の選択肢のうちから最も適当な番号を一つ選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい。

(12 点)

(1) 次の記述のうち、DNA と RNA の両方に当てはまるものの組み合わせとして正しいものを A 欄より選びなさい。

- (ア) 核酸塩基、糖およびリン酸から構成される高分子である。
- (イ) 細胞の核の中にのみ存在する。
- (ウ) 構成する糖はリボース($C_5H_{10}O_5$)である。
- (エ) アデニン、グアニン、シトシンを構成塩基にもつ。
- (オ) 通常は二重らせん構造をとる。

A 欄

- 1 (ア) (イ)
- 2 (ア) (ウ) (エ)
- 3 (ア) (エ)
- 4 (イ) (ウ) (エ)
- 5 (エ) (オ)

- (2) 0℃または40℃の3%過酸化水素水に生の肝臓片を入れたとき、
 の発生による気泡がもっとも多く見られるのは、過酸化水素水の温度が ℃のときである。これは肝臓に含まれる酵素 の働きによるものである。(ア)~(ウ)の組み合わせとして最も適切なものをB欄より選びなさい。

B 欄

- | | | | |
|---|----------|---------|-----------|
| 1 | (ア) 水 素, | (イ) 0, | (ウ) リパーゼ |
| 2 | (ア) 酸 素, | (イ) 0, | (ウ) リパーゼ |
| 3 | (ア) 酸 素, | (イ) 40, | (ウ) リパーゼ |
| 4 | (ア) 水 素, | (イ) 40, | (ウ) カタラーゼ |
| 5 | (ア) 酸 素, | (イ) 40, | (ウ) カタラーゼ |

- (3) 次の記述(ア)~(オ)のうち、酵素に関する説明として正しいものの数をC欄より選びなさい。

- (ア) 酵素は主にタンパク質からなる物質である。
 (イ) 酵素に基質特異性があるのは、独特の立体構造をもっているからである。
 (ウ) どの酵素も反応液が中性のときに活性が最大となる。
 (エ) 通常、室温付近では、酵素の活性は温度の上昇とともに増加する。
 (オ) アミラーゼはデンプンを分解し、グルコースを生成する酵素である。

C 欄

1	1	2	2	3	3	4	4	5	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---