

F 3 物理 F 4 化学 F 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 18 ページまであります。
化学の問題は、19 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 50 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

- 1 次の記述(1)～(3)に答えなさい。(ア)～(キ)には最も適当な語句を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良い。また、(i)と(ii)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

なお、必要ならば、下記の概数値を用いなさい。 (17点)

原子量：Na 23.0, Cl 35.5, Ca 40.1

- (1) 17族に属するClは (ア) を7個もつため、電子1個をとり込むことにより (イ) と同じ電子配置になりやすい。したがって、Clは1価の陰イオンになりやすい。この陰イオンは、陽イオンと (ウ) によって結びつくことで (エ) を形成する。代表的なものにNaClがあるが、その結晶ではNa⁺の周りにCl⁻が (オ) 個、Cl⁻の周りにNa⁺が (カ) 個、規則正しく配列している。また、NaClはNa⁺とCl⁻に (キ) することで水に溶解する。

A 欄

- | | | | |
|------------|----------|---------------|--------|
| 01 価電子 | 02 不対電子 | 03 電子対 | 04 ネオン |
| 05 アルゴン | 06 クリプトン | 07 ファンデルワールス力 | |
| 08 分子間力 | 09 クーロン力 | 10 イオン結晶 | |
| 11 共有結合の結晶 | 12 分子結晶 | 13 4 | 14 6 |
| 15 8 | 16 融 解 | 17 電気分解 | 18 電 離 |

(2) $3.20 \times 10^{-2} \text{ mol}$ の NaCl を水に溶解し、 380.0 mL にした水溶液がある。この水溶液の質量モル濃度は (i) mol/kg である。ただし、水溶液の密度は 1.00 g/cm^3 とする。

(3) CaCl_2 を 250 g の水に (ii) mol 溶解すると、(2)の希薄水溶液と沸点が等しくなる。ただし、 NaCl と CaCl_2 は完全に電離しているものとする。

- 2 次の記述の(ア)～(エ)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、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。

$$\boxed{a} \overset{\substack{\uparrow \\ \text{小数点}}}{.} \boxed{b} \times 10^{\boxed{p} \boxed{c}}$$

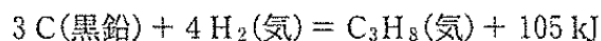
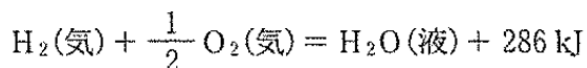
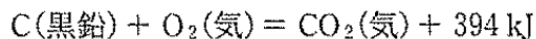
正負の符号

なお、必要ならば、下記の概数値を用いなさい。 (17点)

原子量：H 1.0, C 12.0, O 16.0

- (1) グルコース $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 0.900 g を完全に燃焼させ、発生する熱のすべてを 2.00 kg の水の加熱に利用したところ、温度が $\boxed{\text{ア}}$ K 上昇した。なお、グルコースの燃焼熱は 2860 kJ/mol、水の比熱を 4.18 J/(g・K) とする。

- (2) プロパン 0.220 g を完全燃焼させた際に生じる熱量は $\boxed{\text{イ}}$ kJ である。ただし、以下の熱化学方程式を参考にしなさい。



- (3) メタン CH_4 とエタン C_2H_6 の混合気体を標準状態で 44.8 L とり、完全燃焼させたところ、2586 kJ の熱が発生した。メタンの燃焼熱が 891 kJ/mol、エタンの燃焼熱が 1561 kJ/mol とわかっている時、混合気体に含まれていたメタンは $\boxed{\text{ウ}}$ mol であり、酸素は $\boxed{\text{エ}}$ mol 消費される。なお、混合気体は理想気体とし、生成する水は全て液体として存在するものとする。

右のページは白紙です。

- 3 次の記述(1)～(3)を読み、(ア)に最も適当なものをA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。また、(i)～(iii)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。(16点)

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

$\uparrow$ $\uparrow$
 小数点 正負の符号

- (1) 水素とヨウ素を密閉容器に入れて一定温度に保つと、以下の式における正反応により水素とヨウ素の濃度は次第に減少し、それに伴いヨウ化水素の濃度が増加する。十分な時間が経過すると平衡状態に達し、反応が停止したように見える。



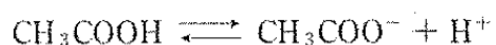
正反応および逆反応の反応速度定数をそれぞれ k_1 および k_2 とすると、この化学平衡の平衡定数 K は (ア) と表される。

また、反応容器の体積を $V(\text{L})$ 、反応容器へ入れる水素とヨウ素の物質量をともに 1.0 mol 、平衡時のヨウ化水素の物質量を 1.6 mol であるとする、そのときの平衡定数 K は (i) と求められる。

A 欄

1	$\frac{k_1}{k_2}$	2	$\left(\frac{k_1}{k_2}\right)^2$	3	$\frac{2k_1}{k_2}$	4	$\frac{2k_1}{k_2^2}$
5	$\frac{k_2}{k_1}$	6	$\left(\frac{k_2}{k_1}\right)^2$	7	$\frac{k_2}{2k_1}$	8	$\frac{k_2^2}{2k_1}$

- (2) 酢酸は水溶液中で一部が電離し、以下のような電離平衡が成立する。ある温度での酢酸の電離定数 K_a が $2.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ であるとする、酢酸水溶液の濃度が 0.10 mol/L のときの電離度は (ii) となる。なお、 $\sqrt{2} = 1.4$ とする。



- (3) 25°C における 0.10 mol/L のアンモニア水溶液の pH は (iii) である。なお、アンモニアの電離定数 K_b は $2.3 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ 、水のイオン積は $1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$ とし、 $\log 2.3 = 0.36$ として計算しなさい。

- 4 次の記述の(ア)～(ウ)に最も適切なものをA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。また、(i)および(ii)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。指数 c が0の場合の符号 p には+をマークしなさい。

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

$\uparrow$ $\uparrow$
 小数点 正負の符号

なお、必要ならば、下記の概数値を用いなさい。 (17点)

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

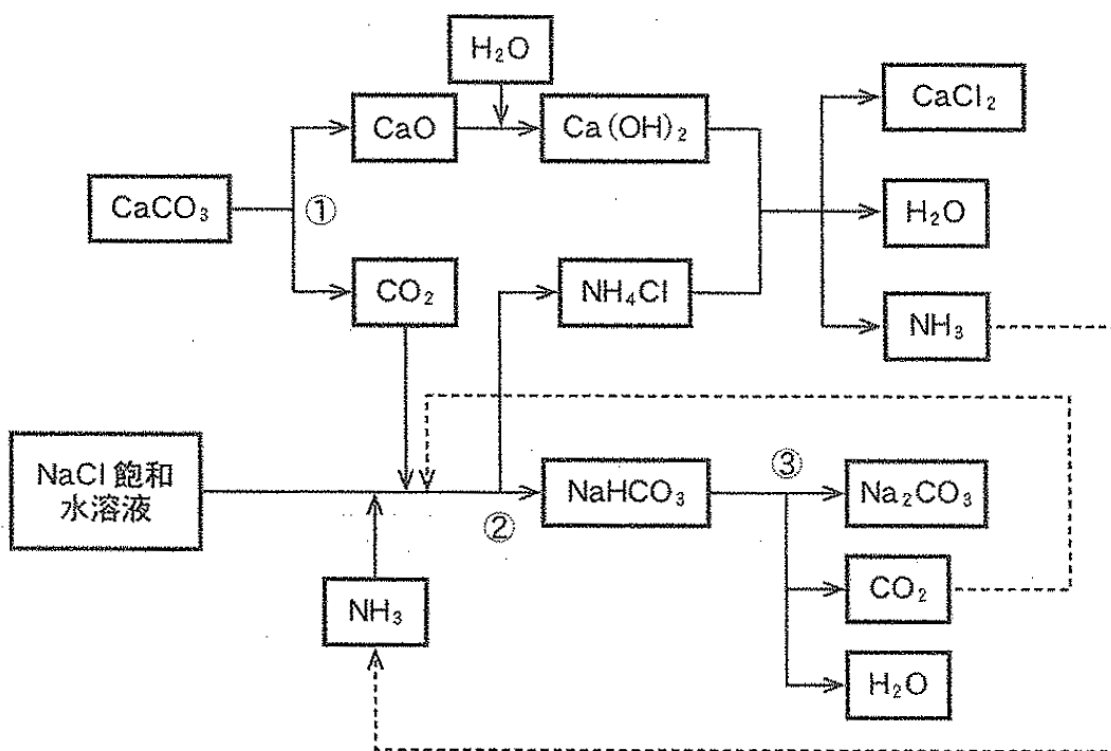
図は、炭酸ナトリウムを工業的に製造するアンモニアソーダ法の概略を示したものである。なお、実線は製造の工程、破線は回収の工程を表している。

アンモニアソーダ法(別称： (ア))では、塩化ナトリウムの飽和水溶液にアンモニアと二酸化炭素を吹き込むことにより、 (イ) の違いを利用し炭酸水素ナトリウムと塩化アンモニウムが分離される。また、生成した炭酸水素ナトリウムを、 (ウ) することによって、炭酸ナトリウムが得られる。

図中の②の反応において、①と③の反応で発生する二酸化炭素がすべて反応に用いられるとしたとき、③の反応から回収・再利用される二酸化炭素は、②の反応に必要な二酸化炭素の (i) %を占める。炭酸ナトリウム(無水塩)を30 kg 製造するには、最低限 (ii) kg の塩化ナトリウムが必要である。

A 欄

- | | |
|---------------|------------|
| 01 ハーバー・ボッシュ法 | 02 オストワルト法 |
| 03 隔膜法 | 04 イオン交換膜法 |
| 06 密度 | 07 比熱 |
| 09 沸点 | 10 融点 |
| 12 加熱 | 13 冷却 |
| | 14 酸化 |
| | 15 還元 |



図

- 5 次の記述の(ア)～(キ)に最も適当なものをA欄から選び解答用マークシートにマークしなさい(番号の中の0も必ずマークすること)。また、(a)～(c)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。さらに、問(1)～(4)の答をそれぞれB欄～E欄から選び解答用マークシートにマークしなさい。

なお、必要ならば、下記の概数値を用いなさい。(16点)

原子量：H 1.0, C 12.0, N 14.0, O 16.0

炭素、水素および酸素だけからなる有機化合物 (ア) 2.2 mg を完全に燃焼したところ、二酸化炭素 4.4 mg および水 1.8 mg が得られ、また分子量は 44.0 であった。

この分子式は $C^{(a)}H^{(b)}O^{(c)}$ となる。(ア) は工業的には (イ) を $PdCl_2$ と $CuCl_2$ を触媒として ① することにより得られる。また、(ア) を ② すると (ウ) を得る。(ウ) を濃硫酸と共に、 $130\sim 140\text{ }^{\circ}\text{C}$ 程度で加熱すると (エ) を、 $160\sim 170\text{ }^{\circ}\text{C}$ 程度で加熱すると (イ) を得る。一方、(ア) を ③ すると (オ) を得る。(オ) を $Ca(OH)_2$ と反応させて得られる塩を、熱分解すると (カ) が得られる。(カ) を ④ して、脱水すると (キ) を得る。

A 欄

- | | | | |
|---------------|----------|--------------|----------|
| 01 エタン | 02 エチレン | 03 プロパン | 04 プロピレン |
| 05 アセチレン | 06 メタノール | 07 エタノール | |
| 08 1-プロパノール | | 09 エチレングリコール | |
| 10 グリセリン | | 11 ジメチルエーテル | |
| 12 エチルメチルエーテル | | 13 ジエチルエーテル | |
| 14 ホルムアルデヒド | | 15 アセトアルデヒド | |
| 16 アセトン | 17 ギ酸 | 18 酢酸 | 19 アクリル酸 |
| 20 シュウ酸 | | | |

(1) ①～④に当てはまる組み合わせとして正しいものをB欄より選びなさい。

B 欄

- | | | | | |
|---|------|------|------|------|
| 1 | ① 還元 | ② 還元 | ③ 還元 | ④ 酸化 |
| 2 | ① 還元 | ② 還元 | ③ 酸化 | ④ 酸化 |
| 3 | ① 酸化 | ② 還元 | ③ 酸化 | ④ 還元 |
| 4 | ① 酸化 | ② 還元 | ③ 還元 | ④ 酸化 |
| 5 | ① 酸化 | ② 酸化 | ③ 酸化 | ④ 還元 |

(2) (ア)および(カ)を検出する方法、反応の組み合わせとして正しいものをC欄より選びなさい。

C 欄

- | | |
|------------------|----------------|
| 1 (ア) フェーリング液の還元 | (カ) 銀鏡反応 |
| 2 (ア) 銀鏡反応 | (カ) フェーリング液の還元 |
| 3 (ア) フェーリング液の還元 | (カ) ヨードホルム反応 |
| 4 (ア) ヨードホルム反応 | (カ) フェーリング液の還元 |
| 5 (ア) ヨードホルム反応 | (カ) 銀鏡反応 |

(3) (ウ)と(エ)を硫酸などの酸を触媒として反応させて得られる化合物の性質を表す正しい記述をD欄より選びなさい。

D 欄

- 1 カルボン酸無水物で、酢酸セルロース、医薬品などの原料となる。
- 2 果実のような芳香をもち、飲料、菓子などの香料として用いられる。
- 3 この化合物とテレフタル酸からポリエチレンテレフタレートが得られる。
- 4 カルボキシ(ル)基とヒドロキシ(ル)基を持ち、乳製品などに含まれる。
- 5 りんごやぶどうなどの果実に含まれ、不斉炭素原子を有する。

(4) (イ)と(キ)に共通する特徴に関する(i)~(iv)の記述について正しいものの組み合わせをE欄より選びなさい。

(i) 炭素原子は同一平面上にある。

(ii) 室温、大気圧下で液体である。

(iii) 完全燃焼において1 mol 当たり炭素数の2倍の物質量の H_2O を生成する。

(iv) 付加重合できる。

E 欄

1 (i), (ii)

2 (i), (iii)

3 (i), (iv)

4 (ii), (iii)

5 (iii), (iv)

右のページは白紙です。

- (1) デンプンとセルロースに関する(ア)~(キ)の記述が正しいときは正を、誤りのときは誤を解答用マークシートにマークしなさい。
- (ア) デンプンは α -グルコースが縮合重合したものであり、アミロースとアミロペクチンといわれる構造を形成する。
 - (イ) デンプンはヨウ素溶液により青紫や赤紫に呈色する。
 - (ウ) セルロースは β -グルコースが脱水してエーテル結合を形成した構造からなる。
 - (エ) セルロースはヒドロキシ(ル)基の水素結合によりらせん状の構造を形成する。
 - (オ) セロビオースとマルトースはグルコースからなる二糖類である。
 - (カ) スクロースは α -グルコースと β -フルクトースからなる二糖類である。
 - (キ) α -グルコースと β -グルコースは立体異性体の関係にあり、酸化性を示す。
- (2) タンパク質およびナイロンに関する(ク)~(セ)の記述が正しいときは正を、誤りのときは誤を解答用マークシートにマークしなさい。
- (ク) タンパク質はアミノ酸が縮合重合してペプチド結合を形成した構造からなる。
 - (ケ) タンパク質はビウレット反応に陽性で呈色する。
 - (コ) タンパク質を形成するアミノ酸の配列順序を一次構造という。
 - (サ) タンパク質はペプチド結合部位の水素結合によりらせん構造やシート構造などの二次構造を形成する。
 - (シ) ヒトの必須アミノ酸のなかでグリシンのみが不斉炭素を有する。
 - (ス) アミド結合を有する高分子であるナイロン6は ϵ -カプロラクタムの付加重合により合成される。
 - (セ) ナイロン66はヘキサメチレンジアミンとアジピン酸の縮合重合により合成される。

右のページは白紙です。