

Q 3 物理

Q 4 化学

Q 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 22 ページまであります。

化学の問題は、23 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 66 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。

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	O	Na
原子量	1.00	16.0	23.0

- (2) 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。

- (3) 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。

- (4) 計算にはこの問題冊子の白紙または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)～(4)に答えなさい。

(16点)

物質 1 mol を多量の溶媒に溶解したときに (ア) または (イ) する熱量を溶解熱という。この溶解熱は、物質と溶媒により異なる。たとえば、表 1 に示すように、多量の水に 1 mol の硫酸 H_2SO_4 が溶けると、95.3 kJ の熱量を (A) (ア) する。一方で、1 mol の硝酸カリウム KNO_3 の場合は、34.9 kJ の熱量を (イ) する。

表 1

物質(状態)	溶解熱[kJ/mol]
H_2SO_4 (液)	95.3
KNO_3 (固)	-34.9

水酸化ナトリウム NaOH の水に対する溶解熱を実験により求めてみる。発泡ポリスチレン製の断熱容器に入れた水 200 g に水酸化ナトリウムの結晶 8.00 g を加え、攪拌しながら液温を測定したところ、図 1 の結果を得た。

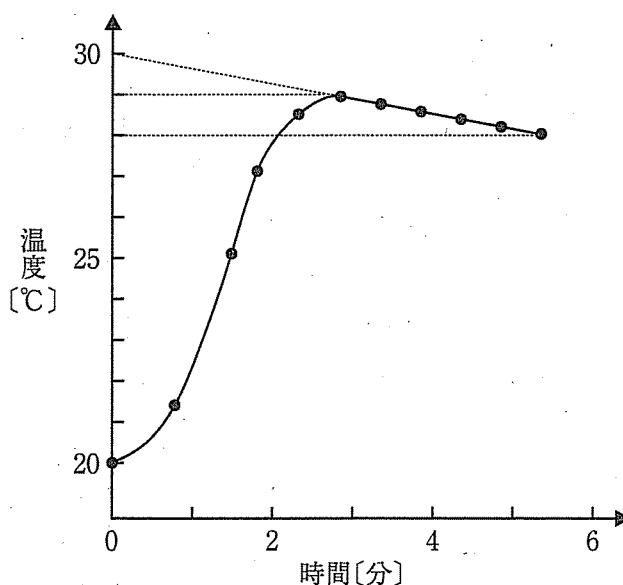


図 1

水 1.00 mL の質量を 1.00 g, 水溶液 1.00 g の温度を 1.00 K 上昇させるのに必要なエネルギーを 4.20 J とすると, 発生した熱量は B [kJ] となり, 水酸化ナトリウムの水への溶解熱は, C [kJ/mol] と求まる。

水酸化ナトリウムの一般的な性質として, 水溶液は強い (ウ) を示し, 皮膚や粘膜を侵す。水酸化ナトリウムの固体を空気中に放置すると, 空気中の水分を吸収して溶ける。このような現象を (工) という。また, 水酸化ナトリウムは, 空気中の (オ) と反応して, (カ) を生成する。(カ) は, 工業的にはアンモニアソーダ法(ソルベー法)でつくられることが知られている。

- (1) 文章中の ア ～ カ にあてはまる語句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

- | | | |
|-------------|-------------|--------|
| 11 連鎖 | 12 吸収 | 13 酸素 |
| 14 臭化ナトリウム | 15 中和 | 16 潮解 |
| 17 二酸化炭素 | 18 発生 | 19 塩基性 |
| 20 ケイ酸ナトリウム | 21 水酸化カルシウム | 22 融解 |
| 23 放電 | 24 酸性 | 25 蒸発 |
| 26 膨潤 | 27 炭酸ナトリウム | 28 水 |
| 29 水素 | 30 炭酸カルシウム | 31 水和 |
| 32 風解 | 33 腐食 | 34 脱水 |
| 35 窒素 | | |

- (2) 下線部(A)の硫酸の用途、性質として適切なもの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 鉛蓄電池の電解液には一般的に希硫酸が用いられる。
- 2 スクロース(ショ糖)に濃硫酸を加えると吸湿性により炭化する。
- 4 水に濃硫酸を少しずつ加えると、発熱して水蒸気が発生し、硫酸を周囲にはねとばすので危険である。
- 8 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて熱すると、塩化水素が発生する。
- 16 濃硫酸は、無色で粘性かつ揮発性の液体である。

- (3) 文章中の **B** にあてはまる最も適切な数値を求めなさい。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。

解答群

11	-6.72	12	6.72	13	-6.99
14	6.99	15	-7.56	16	7.56
17	-7.86	18	7.86	19	-8.40
20	8.40	21	-8.74	22	8.74

- (4) 文章中の **C** にあてはまる最も適切な数値を求めなさい。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。

解答群

11	-33.6	12	33.6	13	-35.0
14	35.0	15	-37.8	16	37.8
17	-39.3	18	39.3	19	-42.0
20	42.0	21	-43.7	22	43.7

2 次の文章を読み、以下の設問(1)~(3)に答えなさい。

(18点)

酢酸水溶液の電離度を求めてみる。弱電解質である酢酸 CH_3COOH では、次のような電離平衡がなりたつ。



濃度 C_1 [mol/L] の酢酸の電離度を α とすると、酢酸の電離定数 K_a は②式のように表せる。

$$K_a = \boxed{\text{A}} \quad \text{②}$$

α が 1 より非常に小さいと仮定すると、 α は、 C_1 と K_a を用いて、③式のようになる。

$$\alpha = \boxed{\text{B}} \quad \text{③}$$

一つの酸では K_a が一定であるから、③式は酢酸の濃度を $\boxed{\text{ア}}$ すると、電離度は小さくなり、電離が起こりにくいことを意味している。酢酸水溶液の濃度 C_1 を 0.100 mol/L とすると、電離度 α は $\boxed{\text{C}}$ と求まる。また、このときの水溶液の pH は $\boxed{\text{D}}$ となる。

次に、酢酸水溶液に、酢酸ナトリウム CH_3COONa を溶解させたときの pH を求めてみる。酢酸と酢酸ナトリウムがいずれも 0.100 mol/L の濃度で溶けている水溶液では次のように考えることができる。 CH_3COONa が溶解すると、電離した多量の CH_3COO^- が水溶液に存在することになるため、①式の電離平衡は $\boxed{\text{イ}}$ が生成する方向に移動する。よって、 CH_3COOH と CH_3COONa となる水溶液では、 $\boxed{\text{イ}}$ はほぼ電離していないと考えられる。また、 CH_3COONa は溶解するとすべて電離し、 $\boxed{\text{ウ}}$ になるとみなしてよい。混合溶液中でも酢酸の電離平衡は成立しているから、この水溶液の pH は $\boxed{\text{E}}$

と求まる。

以上をふまえると、一般に酢酸が C_2 [mol/L]、酢酸ナトリウムが C_3 [mol/L] の濃度で溶けているとすると、水素イオン濃度 $[H^+]$ は K_a を用いて④式のように表せる。

$$[H^+] = \boxed{F}$$

④

- (1) 文章中の A と B および F にあてはまる最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。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

11 $\frac{\alpha^2}{\alpha - 1}$	12 $\frac{C_1 \alpha}{\alpha - 1}$	13 $\frac{K_a}{C_1}$	14 $\frac{C_1}{K_a}$
15 $\frac{C_1 \alpha}{1 - \alpha}$	16 $\frac{\alpha^2}{1 - \alpha}$	17 $\frac{\alpha - 1}{C_1 \alpha}$	18 $\frac{C_1 \alpha^2}{1 - \alpha}$
19 $\sqrt{\frac{1}{C_1 K_a}}$	20 $\sqrt{\frac{K_a}{C_1}}$	21 $\frac{1 - \alpha}{C_1 \alpha^2}$	22 $\sqrt{K_a}$
23 $\sqrt{\frac{C_1}{K_a}}$	24 $\frac{K_a C_2}{C_3}$	25 $\frac{K_a C_3}{C_2}$	26 $\frac{C_2 C_3}{K_a}$
27 $\frac{K_a}{C_2 C_3}$	28 $\frac{C_3}{K_a C_2}$	29 $\frac{C_2}{K_a C_3}$	

- (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	CH ₃ COOH	CH ₃ COOH
2	高 く	CH ₃ COOH	CH ₃ COO ⁻
3	低 く	CH ₃ COOH	CH ₃ COOH
4	低 く	CH ₃ COOH	CH ₃ COO ⁻
5	高 く	CH ₃ COO ⁻	CH ₃ COOH
6	高 く	CH ₃ COO ⁻	CH ₃ COO ⁻
7	低 く	CH ₃ COO ⁻	CH ₃ COOH
8	低 く	CH ₃ COO ⁻	CH ₃ COO ⁻

- (3) 文章中の $\boxed{\text{C}}$ と $\boxed{\text{D}}$ および $\boxed{\text{E}}$ にあてはまる数値を求めなさい。ただし、酢酸の電離定数 K_a は 2.7×10^{-5} mol/L として、必要であれば、 $\log_{10} 1.6 = 0.20$, $\log_{10} 2.7 = 0.43$, $\sqrt{2.7} = 1.6$ を用いなさい。なお、十の位が必要ない場合には 0 をマークしなさい。

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

↑
小数点
↑
正負の符号

$$\boxed{\text{D}} = \boxed{a} \boxed{b} \cdot \boxed{c}$$

↑
十の位
↑
一の位
↑
小数点

$$\boxed{\text{E}} = \boxed{a} \boxed{b} \cdot \boxed{c}$$

↑
十の位
↑
一の位
↑
小数点

- 3** 次の設問(1)～(5)の物質として適切なものをそれぞれの解答群からすべて選び、その物質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には0をマークしなさい。あてはまる物質がない場合は、十の位と一の位の両方に0をマークしなさい。(15点)

(1) 正塩に分類される物質

解答群

1 NaCl 2 NaHSO₄ 4 NaHCO₃ 8 NH₄Cl

(2) 塩基性酸化物に分類される物質

解答群

1 MgO 2 Al₂O₃ 4 SiO₂ 8 ZnO

(3) 水上置換で捕集される物質

解答群

1 NH₃ 2 NO 4 H₂ 8 O₂

(4) 塩酸を加えて加熱すると塩素を発生する物質

解答群

1 CaCO₃ 2 NaHCO₃ 4 Al(OH)₃ 8 MnO₂

(5) 常温、常圧で赤褐色の気体の物質

解答群

1 NH₃ 2 Br₂ 4 NO₂ 8 N₂

右のページは白紙です。

4 次の設問(1), (2)に答えなさい。

(18 点)

- (1) 次の説明文(ア)~(カ)中の5種類のそれぞれ異なる化合物 A, B, C, D, E 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。

(ア) 化合物 A, B, C, D, E を「白色」, 「赤褐色または褐色」, 「黄色または淡黄色」, 「青白色または緑白色」, 「黒色」の5種類の色に分類したところ, その5つの分類にそれぞれ一つの化合物が割りあてられた。

(イ) 化合物 A を水に入れたが溶けにくく, 沈殿した。その沈殿物は, 過剰の水酸化ナトリウム水溶液やアンモニア水に溶解しなかった。

(ウ) 化合物 B だけが感光性を示した。

(エ) 化合物 C も化合物 A と同様に水に溶けにくく, 沈殿した。しかし, その沈殿物にアンモニア水を加えると, 沈殿物が溶けて深青色の水溶液となった。

(オ) 化合物 D は「白色」に分類された。

(カ) 化合物 E 中の金属原子の酸化数は +4 であった。

解答群

11 Ag ₂ O	12 Cu(OH) ₂	13 Fe(OH) ₂	14 PbO
15 AgBr	16 CuO	17 Fe(OH) ₃	18 PbCl ₂
19 AgCl	20 CuS	21 MnO ₂	22 PbS

- (2) クロム酸銀の飽和水溶液の濃度を求めなさい。ただし, クロム酸銀の溶解度積は $4.00 \times 10^{-12}(\text{mol/L})^3$ とする。

$$\text{クロム酸銀の飽和水溶液の濃度} = \boxed{a} . \boxed{b} \times 10^{\boxed{p} \boxed{c}} [\text{mol/L}]$$

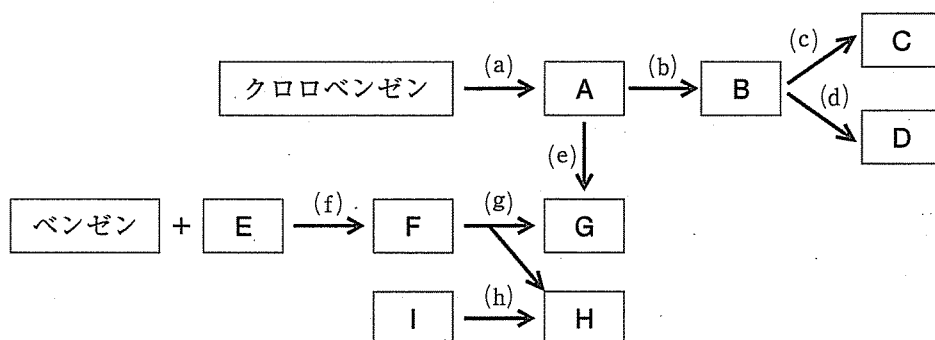
↑ ↑
小数点 正負の符号

右のページは白紙です。

5

次の反応経路図について、以下の設問(1)～(3)に答えなさい。

(15 点)



操作

- (a) 高温・高圧下で水酸化ナトリウム水溶液で加水分解反応する。
- (b) 高温・高圧下で二酸化炭素を反応させた後、硫酸を加える。
- (c) 硫酸存在下で無水酢酸を反応する。
- (d) 硫酸存在下でメタノールを反応する。
- (e) 水中で二酸化炭素を吹き込む。
- (f) 触媒存在下で反応する。
- (g) 酸素で酸化した後、希硫酸で分解する。
- (h) 酸化する。

- (1) A から I はすべて異なる化合物である。A から I 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

- | | |
|--------------------|--------------|
| 11 トルエン | 12 エチルベンゼン |
| 13 イソプロピルベンゼン(クメン) | 14 フェノール |
| 15 安息香酸 | 16 サリチル酸メチル |
| 17 ナトリウムフェノキシド | 18 アセトアルデヒド |
| 19 ホルムアルデヒド | 20 アセトン |
| 21 エタノール | 22 1-プロパノール |
| 23 2-プロパノール | 24 アセチルサリチル酸 |
| 25 エテン | 26 プロペン |
| 27 サリチル酸 | 28 安息香酸メチル |

- (2) B から I のうち、塩化鉄(Ⅲ)水溶液と反応し呈色する化合物の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。

- (3) A から I のうち、次の性質を示す化合物として最も適切なものを選び、その記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) この化合物は外用消炎鎮痛剤として用いられる。
- (イ) この化合物はヒドロキシ基をもたず、塩基性の条件下でヨウ素と反応させると特異臭を持つ黄色沈殿を生じる。
- (ウ) 臭素を含む溶液にこの化合物を吹き込むと、溶液の色が無色透明になる。
- (エ) この化合物はカルボン酸としての性質を示すが、フェノールとしての性質は示さない。
- (オ) この化合物は室温で無色の固体であり、水溶液中でわずかに電離し、二酸化炭素水溶液よりも弱い酸性を示す。

6 次の文を読み、以下の設問(1)～(3)に答えなさい。

(18点)

分子中にアミノ基とカルボキシ基をもつ化合物のうち、同じ炭素原子にアミノ基とカルボキシ基が結合したものを α -アミノ酸という。 α -アミノ酸は (ア) を構成する主要成分であり、(ア) を加水分解すると、約 (イ) 種類の α -アミノ酸を生じる。(ア) を構成する α -アミノ酸は一種類を除き (A) (ウ) が存在する。 α -アミノ酸は (エ) 化合物であり、純水に溶かすと双性イオンとなって溶解する。 α -アミノ酸にニンヒドリン水溶液を加えて温めると、(オ) 色に呈色する。この反応は (カ) 基を検出するのに用いられる。

多糖類であるデンプンを加水分解すると、それ以上分解されない糖類を構成する基本単位の (キ) である (ク) となる。(ク) を (ケ) 水溶液に加えて温めると容器の内壁に (コ) が析出し鏡のようになる。この性質は、(ク) 水溶液中に存在する構造に (サ) 基が存在するためである。

(ク) を構成単位に有するデンプン、デンプンの構成成分であるアミロペクチン、グリコーゲンの水溶液に、それぞれヨウ素ヨウ化カリウム水溶液を加えると、順に (シ) 色、(ス) 色、(セ) 色に呈色する。

- (1) ア から セ 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 ガラクトース | 12 グルコース | 13 フルクトース |
| 14 鏡像異性体 | 15 幾何異性体 | 16 タンパク質 |
| 17 アミノ | 18 ヒドロキシ | 19 カルボキシ |
| 20 赤 紫 | 21 黄 | 22 黒 |
| 23 緑 | 24 青 | 25 赤 褐 |
| 26 アルデヒド | 27 カルボニル | 28 構造異性体 |
| 29 銀 | 30 酸化銅 | 31 単糖類 |
| 32 二糖類 | 33 両 性 | 34 塩基性 |
| 35 酸 性 | 36 10 | 37 4 |
| 38 20 | 39 フェーリング | 40 アンモニア性硝酸銀 |

- (2) 下線部(A)の α -アミノ酸に関する以下の記述のうち正しいものをすべて選び、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。ただし、十の位が必要ない場合は0をマークしなさい。

- 1 特定の pH の水溶液中で分子全体としての電荷の総和が0になる。
- 2 一般の有機化合物に比べ融点や沸点は低い。
- 4 水に溶けやすく、無極性の有機溶媒にも溶けやすい。
- 8 この水溶液を強酸性にすると正に荷電した状態になる。

- (3) 下線部(B)の α -アミノ酸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 アラニン | 2 アデニン | 3 グリシン | 4 グアニン |
|--------|--------|--------|--------|