

平成 31 年度
工学部工学科応用化学コース
一般入試（後期日程）

化 学

注 意

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. この問題冊子は、全部で 6 ページです。解答用紙は 6 枚、下書き用紙は 1 枚で、問題冊子とは別になっています。試験開始の合図があつてから確認してください。
3. 問題冊子あるいは解答用紙に、文字などの印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁、汚れなどがあった場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
4. 試験開始後に、全ての解答用紙（6 枚）上部の指定欄に受験番号を算用数字で記入してください。氏名を書いてはいけません。
5. 解答は、解答用紙の指定欄に明瞭に記入してください。解答用紙の所定欄以外に記入した解答は、採点の対象としません。
6. 1 ページ目の「解答上の注意」をよく読んで解答してください。
7. 全ての解答用紙（6 枚）を提出してください。
8. 問題は **[1]** ~ **[3]** の 3 問です。全ての問題を解答してください。
9. 問題冊子、下書き用紙は持ち帰ってください。

実施年月日
31.3.12
富山大学

解 答 上 の 注 意

字数を指定している設問の解答では、1マスに一つの文字を書きなさい。数字、アルファベット、句読点、括弧、記号などは、〔例〕のように全て1字とみなしなさい。

〔例〕

[	C	u	(	N	H	3	)	4	]	2	+	は	,	C	u	2	+	に	4
分	子	の	N	H	3	が	配	位	子	と	し	て	配	位	結	合	し	た	錯
イ	オ	ン	で	あ	る	。													

(以 下 余 白)

- 1 次の文章を読み、以下の問い合わせに答えよ。必要があれば次の値を用いよ。

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

酢酸水溶液中の酢酸のモル濃度を求めるために、水酸化ナトリウムを用いた中和滴定を室温で行なった。ホールピペットを用いて濃度のわからない酢酸水溶液をコニカルビーカーに 30.00 mL 入れ、そこに pH 指示薬であるフェノールフタレイン溶液を一滴加えた。次に、メスフラスコで調製した 1.000×10^{-1} mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を、ビュレットを用いてコニカルビーカー中の水溶液に少量ずつ加え、よく振り混ぜながら pH メーターを用いて水溶液の pH を測定した。水酸化ナトリウム水溶液を加え続けると、無色であったコニカルビーカー中の水溶液がわずかに赤くなり、振り混ぜても色が消えなくなつたので、ここを中和点とした。中和点までに滴下した水酸化ナトリウム水溶液の体積は 20.00 mL であった。その後、水酸化ナトリウム水溶液を 40.00 mL まで加え続け、水溶液の pH を測定することによって、図 1 に示す中和滴定曲線を得た。

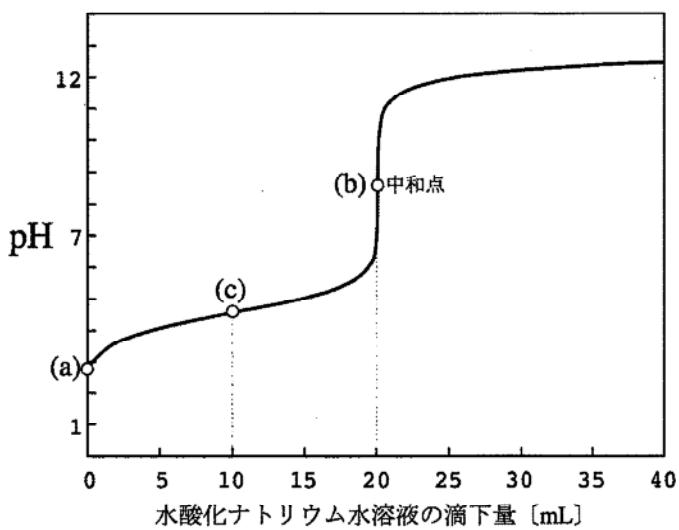


図 1 中和滴定曲線

問 1 中和滴定前の酢酸水溶液中の酢酸のモル濃度を求めよ。計算過程を示し、有効数字 2 術で答えよ。

問 2 酢酸は弱酸であり、水溶液中でその一部の分子が電離し、生じたイオンと電離していない分子の間で電離平衡が成り立つ。次の(1)～(3)に答えよ。

- (1) 酢酸の電離定数 K_a [mol/L] を、酢酸分子、酢酸イオン、水素イオンのそれぞれのモル濃度 $[CH_3COOH]$, $[CH_3COO^-]$, $[H^+]$ を用いて表せ。
- (2) 電離前の酢酸のモル濃度を c [mol/L], 水溶液中での酢酸の電離度を α とし、酢酸の電離定数 K_a [mol/L] を c と α で表せ。また、導出過程も記せ。
- (3) 滴定前の酢酸水溶液の pH (図 1(a)) を計算せよ。計算過程を示し、小数点以下 1 術まで答えよ。ただし、酢酸の電離定数 K_a は 2.70×10^{-5} mol/L とする。また、滴定前の酢酸の電離度 α は 1 に比べて著しく小さく、 $1 - \alpha \approx 1$ の近似を用いてよいものとする。

(次のページへ続く)

問3 滴定の中和点（図1(b)）でのpHを求めよ。計算過程を示し、小数点以下1桁まで答えよ。酢酸水溶液及び加えた水酸化ナトリウム水溶液の体積のみを考慮するものとする。また、水のイオン積 K_w を $1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$ とし、酢酸イオンが加水分解する割合 h は1に比べて著しく小さく、 $1-h \approx 1$ の近似を用いてよいものとする。

問4 図1の(c)点では、酢酸と酢酸イオンはほぼ等しい濃度で溶けている。このような混合溶液の性質について、次の(1)および(2)に答えよ。

- (1) この混合溶液に少量の酸や塩基を加えたときのpH変化は、純水に酸や塩基を加えた場合に比べて著しく小さい。このような混合溶液を何とよぶか名称を答えよ。
- (2) この混合溶液に少量の水酸化ナトリウム水溶液を加えてもpHがあまり変化しない理由を、水酸化ナトリウム水溶液を加えたときに起こる反応のイオン反応式を示し、120字以内で説明せよ。

(以下余白)

- ② 次の文章を読み、以下の問い合わせに答えよ。ただし、気体は全て理想気体としてふるまうものとし、必要があれば次の値を用いよ。

原子量 : H = 1.00, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0

空気は主に窒素と酸素が体積比 4 : 1 で混合した混合気体とみなすことができる。(a) 空気中の窒素と酸素はわずかに水に溶ける。 空気は微量成分のひとつとして二酸化炭素を含んでおり、(b) 二酸化炭素は、炭素や炭素化合物の燃焼により生成する。 二酸化炭素は温室効果ガスであり、排出基準がたびたび議論されている。

水素は二酸化炭素を発生しないエネルギー源として注目されている。水素と酸素を外部から供給し、燃焼による熱エネルギーを得るかわりに、電気エネルギーを取り出す装置を燃料電池という。おもな燃料電池の1つに、負極活物質に水素、正極活物質に酸素、電解質にリン酸を用いたものがあり、(c) リン酸型燃料電池とよばれる。

問1 下線部 (a) に関して、20 °Cで 10.00 L の水に 1 atm (1.01×10^5 Pa) の空気が接しているとき、この水の中に溶けている窒素と酸素はそれぞれ何 mg か求めよ。計算過程を示し、有効数字3桁で答えよ。ただし、20 °C, 1 atm における窒素および酸素の水への溶解度は、それぞれ 6.80×10^{-4} mol/L, 1.38×10^{-3} mol/L とする。

問2 下線部 (b) に関して、炭素（黒鉛）6.00 g を完全燃焼させると、197 kJ の熱が発生する。また、炭素化合物であるメタンの燃焼熱は 891 kJ/mol である。メタンと炭素（黒鉛）の燃焼反応をそれぞれ熱化学方程式で示せ。

問3 水素の燃焼熱を 286 kJ/mol としたとき、メタンの生成熱は何 kJ/mol になるか求めよ。計算過程も示せ。

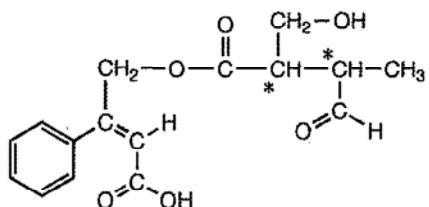
問4 標準状態で、ある体積比のメタンと水素の混合気体 4.48 L を完全燃焼させるのに 28.0 L の乾燥した空気が必要であった。

- (1) この混合気体 4.48 L に含まれるメタンは標準状態で何 L か求めよ。計算過程を示し、有効数字3桁で答えよ。
- (2) この混合気体 4.48 L を完全燃焼させると、何 kJ の熱が発生するか求めよ。計算過程を示し、有効数字3桁で答えよ。
- (3) この混合気体の燃焼で生じる水は何 g か求めよ。計算過程を示し、有効数字3桁で答えよ。

問5 下線部 (c) に関して、リン酸型燃料電池の正極と負極で起こる反応を、それぞれ電極反応式で示せ。

- 〔3〕 有機化合物 A ~ D について記述した(1)~(5)の文章を読み、以下の問い合わせに答えよ。
 構造式は下の例にならって記せ。ただし、*は不斉炭素原子を表す。必要があれば次の値を用いよ。 $\log_{10} 2 = 0.30$ 原子量: H = 1.00, C = 12.0, O = 16.0

(例)



- (1) 化合物 A は水素、炭素、および酸素からなる物質であり、分子内に 2 つのエステル結合を含んでいる。化合物 A に水酸化ナトリウム水溶液を加え加熱し、その後、酸を作用させ、3 種類の化合物 B, C, および D を得た。
- (2) (i) サリチル酸メチルに水酸化ナトリウム水溶液を加え加熱し、その後、酸を作用させると、生成物の中に白色の固体である化合物 B が含まれていた。
- (3) 化合物 C は (ii) 一価カルボン酸であり、C を 7.4 g 含む水溶液 1.0 L の pH は 2.8 であった。なお、化合物 C の水中での電離度は 0.016 とする。
- (4) 化合物 D は (iii) 不斉炭素を含む一価アルコールであり、14.8 g の D を水 1.00 kg に溶解した水溶液の凝固点は -0.37 °C であった。なお、水のモル凝固点降下は 1.85 K·kg/mol である。
- (5) 化合物 A および化合物 D の実験式（組成式）を求めるために (iv) 元素分析実験を行った。その結果、化合物 A の実験式（組成式）は $C_7H_9O_2$ であることがわかった。また、化合物 D には炭素が 64.9%、水素が 13.5% 含まれることがわかった。

問1 化合物 A ~ D の構造式を記せ。不斉炭素には *印を付せ。なお、計算式も含めて解答の過程を示すこと。

問2 下線部 (i) のサリチル酸メチルについて、誤りを含むものを全て選び、記号で答えよ。該当するものが無い場合は × を記せ。

- ア. 独特の芳香をもつ無色の液体である。
- イ. 塩化鉄(III) により呈色する。
- ウ. 消炎鎮痛剤として湿布薬などに用いられる。
- エ. 加熱により無水フタル酸を生じる。
- オ. アセチルサリチル酸と構造異性体の関係にある。

(次のページへ続く)

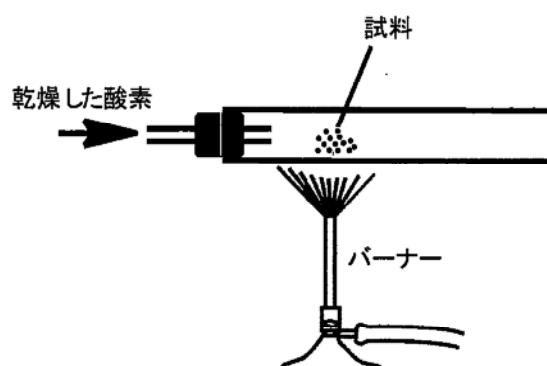
問3 下線部 (ii) に関して、一価カルボン酸を下から全て選び、記号で答えよ。該当するものがない場合は × を記せ。

- ア. アジピン酸
- イ. シュウ酸
- ウ. 酒石酸
- エ. フマル酸
- オ. マレイン酸

問4 下線部 (iii) に関して、不斉炭素を含む物質を下から全て選び、記号で答えよ。該当するものがない場合は × を記せ。

- ア. アミラーゼ
- イ. DNA
- ウ. デンブン
- エ. ナイロン 6
- オ. ポリエチレンテレフタート

問5 下線部 (iv) の元素分析実験に関して、有機化合物に含まれる炭素と水素の量を調べるためにどのような実験装置を準備すればよいか。解答欄の図を完成せよ。



(以下余白)

平成31年度 工学部 工学科 応用化学コース 一般入試（後期日程）
解 答 用 紙

見
本

化 学

1

- 1枚目

受 驗 番 号						

小 計

問1	計算過程	採 点
	酢酸濃度	
	mol/L	

(1)	$K_a =$	採 点
(2)	$K_a =$	

問2	計算過程	採 点
(3)	pH値	

平成31年度 工学部 工学科 応用化学コース 一般入試（後期日程）
解 答 用 紙

化 学

1

- 2枚目

受 驗 番 号						

小 計

見
本

計算過程

採 点

問3

pH値

問4

(1)

イオン反応式

採 点

(2)

60

120

平成31年度 工学部 工学科 応用化学コース 一般入試（後期日程）
解 答 用 紙

化 学

2

- 1枚目

受 験 番 号						

小 計

見
本

計算過程

採 点

問1

窒素	酸素
mg	mg

問2

メタン

熱化学方程式

採 点

炭素（黒鉛）

熱化学方程式

問3

計算過程

採 点

メタンの生成熱

kJ/mol

平成31年度 工学部 工学科 応用化学コース 一般入試（後期日程）
解 答 用 紙

化 学

2

- 2枚目

受 驗 番 号						

小 計

見
本

問4	(1)	計算過程	メタンの体積 L	採 点
(2)	(2)	計算過程	熱 kJ	採 点
(3)	(3)	計算過程	水の質量 g	採 点

問5	正極	電極反応式	採 点
	負極	電極反応式	

平成31年度 工学部 工学科 応用化学コース 一般入試（後期日程）
解 答 用 紙

化 学

3

- 1枚目

受 驗 番 号						

小 計

見
本

解答の過程

採 点

問1

A

B

C

D

平成31年度 工学部 工学科 応用化学コース 一般入試（後期日程）
解 答 用 紙

化 学

3

- 2枚目

受 驗 番 号						

小 計

見
本

問2

採 点

問3

採 点

問4

採 点

問5

採 点

