

平成24年度一般入学試験問題

前期入学試験

理 科

注 意 事 項

1. 試験時間は100分である。
2. 物理・化学・生物の3科目のうち、2科目を選択すること。選択しない科目のマークシートは30分後に回収する。
すべてのマークシートに受験番号、氏名を記入すること。
3. 解答は に指示された解答番号に従ってマークシートにマークせよ。
4. 下書きや計算は問題用紙の余白を利用すること。
5. すべての配付物は終了時に回収する。
6. 質問がある場合は手を挙げて監督者に知らせること。

マークシート記入要領

例：受験番号が「0123」番の「磯野波男」さんの場合

受 験 番 号				
MB	0	1	2	3
	●	○	○	○
	①	①	①	①
	②	②	●	②
	③	③	③	●
	④	④	④	④
	⑤	⑤	⑤	⑤
	⑥	⑥	⑥	⑥
	⑦	⑦	⑦	⑦
	⑧	⑧	⑧	⑧
	⑨	⑨	⑨	⑨

フリガナ	イソノナミオ
氏名	磯野波男

注意：マークの良い例と悪い例

良い例	●	
悪い例	①	薄い。 はみ出している。 不完全である。 マークが悪い場合は、解答欄の該当箇所を採点できない場合がある。
	●	
	①	

1. 受験番号の空欄に受験番号を記入し、受験番号の各桁の数字を下の①～⑨から選んでマークする。
次に、氏名を書き、フリガナをカタカナで記入する。
2. 受験番号欄と解答欄では、①と①の位置が異なる。
3. マークはHBの鉛筆を使い、はみ出さないように○の中を●のように完全に塗りつぶす。
上の「注意：マークの良い例と悪い例」を参照のこと。
4. マークを消す場合は、消しゴムで跡が残らないように完全に消すこと。砂消しゴムは使用しないこと。
5. マークシートは折り曲げたり、汚したりしないように気を付けること。
6. 所定の欄以外には何も記入しないこと。
7. 解答する箇所は
物理では、解答番号の から までである。
化学では、解答番号の から までである。
生物では、解答番号の から までである。

化 学

以下の問題で、体積の単位リットルはLで表す。また必要があれば次の値を用いよ。

原子量：H = 1.0 C = 12 N = 14 O = 16 Na = 23 Cl = 35.5 Ag = 108 Pt = 195
 気体定数 = $8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ ファラデー定数 = $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

1 電気分解に関する次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えよ。

白金板を電極とする2個の電解槽A、Bをそれぞれ図1のように並列に連結し、Aには硝酸銀水溶液、Bには塩化ナトリウム水溶液を入れた。電流計がつねに4.0A(アンペア)を示すように調節しながら32分10秒間電気分解を行ったところ、Aの陰極の質量は2.16g増加した。この電気分解によって、Aの陽極から 1 が、Bの陰極から 2 が、またBの陽極から 3 がそれぞれ気体として発生した。発生した気体はいずれも水に溶けないものとする。

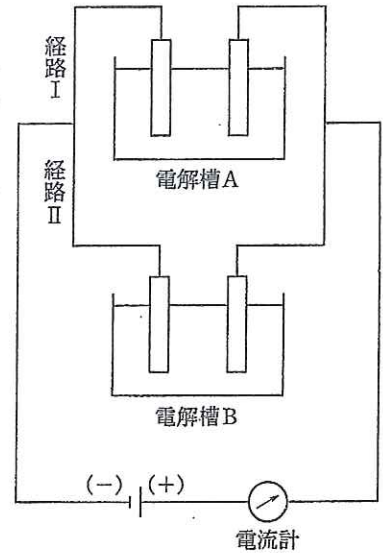


図1

問1 文章中の 1 ～ 3 に入る物質として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

- | | | | | |
|---------|---------|---------|---------|------|
| ① 水素 | ② 一酸化窒素 | ③ オゾン | ④ 塩素 | ⑤ 酸素 |
| ⑥ 二酸化窒素 | ⑦ 塩化水素 | ⑧ 二酸化炭素 | ⑨ アンモニア | |

問2 図1において、経路I、IIにそれぞれ流れた電子の物質量[mol]として最も近い数値を、次の①～⑨のうちから1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

- 経路I 4 mol 経路II 5 mol
- | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| ① 0.01 | ② 0.02 | ③ 0.03 | ④ 0.04 | ⑤ 0.06 |
| ⑥ 0.08 | ⑦ 0.10 | ⑧ 0.12 | ⑨ 0.14 | |

問3 Aの陽極で発生した気体の27℃、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ における体積[L]として最も近い数値を、次の①～⑨のうちから1つ選べ。 6 L

- | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| ① 0.08 | ② 0.10 | ③ 0.12 | ④ 0.25 | ⑤ 0.50 |
| ⑥ 0.75 | ⑦ 1.00 | ⑧ 1.25 | ⑨ 1.50 | |

問4 Bの陰極付近の水溶液を濃縮して得られる物質として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから1つ選べ。 7

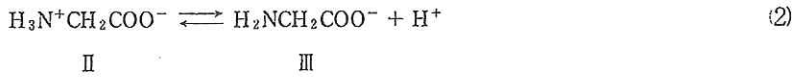
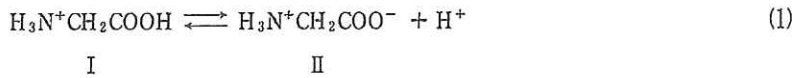
- | | | | | |
|------|-----------|---------|------------|--------|
| ① 塩酸 | ② 炭酸ナトリウム | ③ 次亜塩素酸 | ④ 水酸化ナトリウム | ⑤ 塩化白金 |
|------|-----------|---------|------------|--------|

問5 Bで、電解槽内の水溶液が混合するのを防ぎ、陰極に集まる物質を効率よく得るために、電極間を仕切る方法がとられる。そのときに用いられるものとして最も適切なものを、次の①～⑤のうちから1つ選べ。 8

- | | | | | |
|-------|-----------|--------|---------|-----------|
| ① 膀胱膜 | ② 陰イオン交換膜 | ③ 素焼き板 | ④ セロハン膜 | ⑤ 陽イオン交換膜 |
|-------|-----------|--------|---------|-----------|

2 グリシンに関する次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えよ。

アミノ酸の1種であるグリシン $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COOH}$ は、水溶液中で3種類のイオン I、II、IIIとして存在し、互いに電離平衡の状態にある(式(1)、式(2))。式(1)の電離平衡の電離定数を K_1 、式(2)の電離平衡の電離定数を K_2 とする。



0.10 mol/L グリシン塩酸塩 $\text{CH}_2(\text{COOH})\text{NH}_3^+\text{Cl}^-$ 水溶液 10.0 mL に、1.0 mol/L 水酸化ナトリウム NaOH 水溶液を滴下したときの pH の変化を図2に示す。図2で、A、B、D、E 各点の()内の数字は水溶液の pH である。

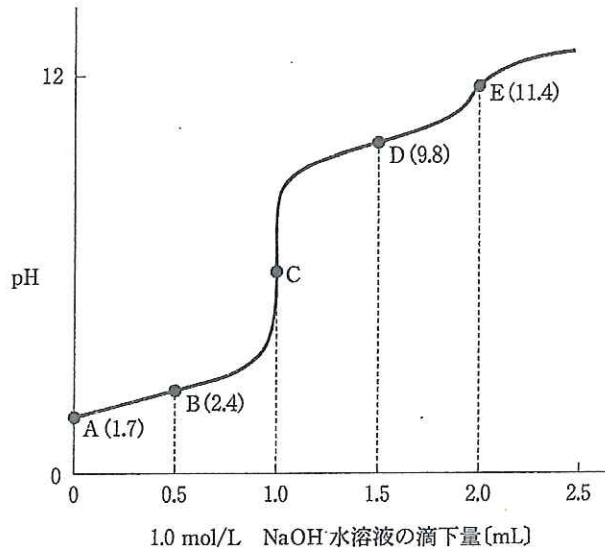


図2

問1 式(1)の電離平衡において、Iの電離度をモル濃度を用いて表した式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- | | | |
|---|---|--|
| ① $\frac{[\text{II}]}{[\text{I}]}$ | ② $\frac{[\text{II}][\text{H}^+]}{[\text{I}]}$ | ③ $\frac{[\text{II}] + [\text{H}^+]}{[\text{I}]}$ |
| ④ $\frac{[\text{II}]}{[\text{I}] + [\text{II}]}$ | ⑤ $\frac{[\text{II}][\text{H}^+]}{[\text{I}] + [\text{II}]}$ | ⑥ $\frac{[\text{II}] + [\text{H}^+]}{[\text{I}] + [\text{II}]}$ |
| ⑦ $\frac{[\text{II}]}{[\text{I}] + [\text{II}] + [\text{H}^+]}$ | ⑧ $\frac{[\text{II}][\text{H}^+]}{[\text{I}] + [\text{II}] + [\text{H}^+]}$ | ⑨ $\frac{[\text{II}] + [\text{H}^+]}{[\text{I}] + [\text{II}] + [\text{H}^+]}$ |

問2 図2のB、C、D、Eで示す各水溶液中で、イオンI～IIIが存在する割合として最も適切なものを、次の①～⑦のうちからそれぞれ1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

B C D E

- ① ほとんどがIとして存在する。
- ② ほとんどがIIとして存在する。
- ③ ほとんどがIIIとして存在する。
- ④ ほとんどがIとIIで、それぞれ等量ずつ存在する。
- ⑤ ほとんどがIIとIIIで、それぞれ等量ずつ存在する。
- ⑥ ほとんどがIとIIIで、それぞれ等量ずつ存在する。
- ⑦ IとIIとIIIがほぼ等量ずつ存在する。

問 3 図 2 の A, B, C, D, E で示す各水溶液をそれぞれ, 図 3 のように, 湿らせたろ紙の中央にしみ込ませ, その両端に電極をつないで直流電圧をかけた。このときグリシンが陽極側へ移動するものはどれか。最も適切なものを次の①~⑨のうちから 1 つ選べ。 14

- ① A の水溶液のみ
- ② B の水溶液のみ
- ③ C の水溶液のみ
- ④ D の水溶液のみ
- ⑤ E の水溶液のみ
- ⑥ A の水溶液と B の水溶液
- ⑦ B の水溶液と C の水溶液
- ⑧ C の水溶液と D の水溶液
- ⑨ D の水溶液と E の水溶液

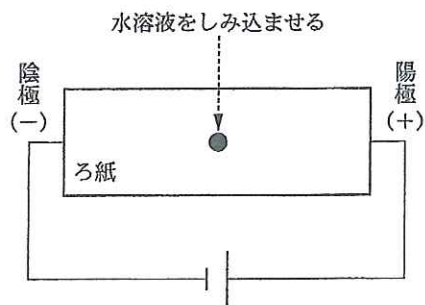


図 3

問 4 電離定数 K_1 , K_2 を表す次の式の 15 ~ 18 に入る数字をそれぞれマークせよ。

$$K_1 = 10^{-\text{15}} \cdot \text{16} \text{ mol/L} \quad K_2 = 10^{-\text{17}} \cdot \text{18} \text{ mol/L}$$

(15 と 17 は一の位の数字, 16 と 18 は小数第 1 位の数字である。小数第 2 位以下がある場合は四捨五入せよ。)

問 5 グリシンの等電点の値は, 19 . 20 になる。このとき, 19 , 20 に入る数字をそれぞれマークせよ。(19 は一の位の数字, 20 は小数第 1 位の数字である。小数第 2 位以下がある場合は四捨五入せよ。)

3 ケイ素に関する次の文章を読み、下の問い(問1～7)に答えよ。

ケイ素 Si は 14 族第 3 周期の元素で、価電子数は 21 である。単体としては天然に存在せず、天然に産出するケイ砂などの酸化物からつくられる。単体は炭素の同素体の一つと同じ構造をもつ金属光沢のある結晶である。

二酸化ケイ素 SiO_2 は、硬くて、融点が高く、電気絶縁性がよい、などの特徴がある。水や塩酸などには反応しないが、塩基性物質と反応しケイ酸塩となる。図 4 に二酸化ケイ素からケイ酸 H_2SiO_3 を生じる反応を示した。二酸化ケイ素に 22 を加えて加熱するとケイ酸ナトリウム Na_2SiO_3 と 23 が生じる。ケイ酸ナトリウムに水を加えて加熱すると粘性の大きな水ガラスが得られる。水ガラスに 24 を加えて中和するとゲル状のケイ酸と 25 が生じる。ケイ酸を加熱して脱水すると 26 色の 27 となる。27 は吸湿性があるため乾燥剤として使用される。

ケイ酸やケイ酸塩を原料とし、セメントやガラスなどをつくる工業を窯業^{エウロギョウ}といい、その製品を一般的に 28 という。ガラスはケイ素の化合物などを加熱し、29 してつくられる。30 ガラスは広く板ガラスなどに使われ、ホウ素化合物を加えたホウケイ酸ガラスは耐熱性にすぐれているため 31 に使われる。32 は粘土などを成形したものを加熱し、焼き固めてつくられる。このときに粘土の表面が少しずつ融け合い、粒子どうしが接着する。この現象を 33 という。

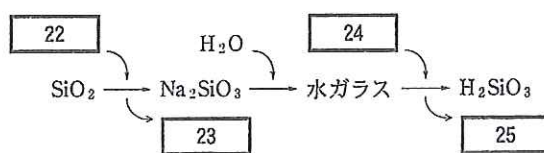


図 4

問 1 文章中の 21 に入る 1 桁の数字として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから 1 つ選べ。

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9

問 2 文章中および図 4 の 22 ～ 25 に入る化学式として最も適切なものを、次の①～⑥のうちからそれぞれ 1 つずつ選べ。文章中と図 4 で、同じ解答番号には同じ化学式が入るものとする。

- ① NaCl ② NaOH ③ Na_2CO_3 ④ CO_2 ⑤ HCl ⑥ HF

問 3 文章中の 26 ～ 33 に入る語として最も適切なものを、次の①～⑮のうちからそれぞれ 1 つずつ選べ。同じ解答番号には同じ語が入るものとする。選択肢から 2 桁の番号を選んでマークする場合には、十の位と一の位の数字を同じ解答番号にマークせよ(例えば⑩は①と⑩をマークする)。ただし⑪はない。

- ① 青 ② 淡赤 ③ 焼結 ④ 集積回路 ⑤ ソーダ石灰
 ⑥ シリカゲル ⑦ セラミック ⑧ 無 ⑨ 鉛 ⑩ 融解
 ⑫ 陶磁器 ⑬ 光学レンズ ⑭ 光ファイバー ⑮ 実験用ガラス器具

問 4 下線部アに関連して、天然に産出しケイ砂と同じ組成をもつ酸化物の例と、単体のケイ素をつくる方法との組合せとして最も適切なものを、次の①～⑨のうちから 1 つ選べ。 34

	酸化物の例	単体のケイ素をつくる方法
①	サファイア	酸化物を炭素とともに加熱する。
②	サファイア	酸化物の融解塩電解をおこなう。
③	サファイア	酸化物を塩化物に変えたのち、電気分解をおこなう。
④	水晶	酸化物を炭素とともに加熱する。
⑤	水晶	酸化物の融解塩電解をおこなう。
⑥	水晶	酸化物を塩化物に変えたのち、電気分解をおこなう。
⑦	長石	酸化物を炭素とともに加熱する。
⑧	長石	酸化物の融解塩電解をおこなう。
⑨	長石	酸化物を塩化物に変えたのち、電気分解をおこなう。

問 5 下線部イに関連して、単体のケイ素の構造と電気伝導性との組合せとして最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。 35

	ケイ素の構造	ケイ素の電気伝導性
①	ダイヤモンド型立体網目構造	電気伝導性がない。
②	ダイヤモンド型立体網目構造	電気伝導性がわずかにある。
③	ダイヤモンド型立体網目構造	電気伝導性が高い。
④	黒鉛型平面状分子の層状構造	電気伝導性がない。
⑤	黒鉛型平面状分子の層状構造	電気伝導性がわずかにある。
⑥	黒鉛型平面状分子の層状構造	電気伝導性が高い。
⑦	フラーレン型球状分子の集合	電気伝導性がない。
⑧	フラーレン型球状分子の集合	電気伝導性がわずかにある。
⑨	フラーレン型球状分子の集合	電気伝導性が高い。

問 6 下線部ウに関連して、二酸化ケイ素は常温で固体であり高い融点をもつが、ケイ素と同族の炭素の酸化物である二酸化炭素は常温で気体であり、固体となっても低い温度で昇華するなど、性質が大きく異なっている。この理由として最も適切なものを、次の①～③のうちから1つ選べ。 36

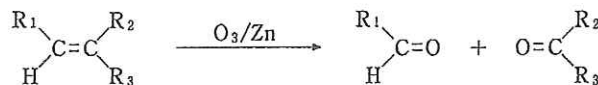
- ① ケイ素と炭素の原子量の違いのため。
- ② 二酸化ケイ素分子と二酸化炭素分子の極性の違いのため。
- ③ 固体となったときの結晶構造の違いのため。

問 7 下線部エに関連して、27 が乾燥剤として用いられる理由として最も適切なものを、次の①～⑧のうちから1つ選べ。 37

- ① 単位体積あたりの質量が大きく、多数の水分子と加水分解反応を起こすため。
- ② 単位質量あたりの表面積が大きく、多数の水分子と加水分解反応を起こすため。
- ③ 単位体積あたりの質量が大きく、多数の水分子と付加反応を起こすため。
- ④ 単位質量あたりの表面積が大きく、多数の水分子と付加反応を起こすため。
- ⑤ 単位体積あたりの質量が大きく、多数の水分子が表面に吸着するため。
- ⑥ 単位質量あたりの表面積が大きく、多数の水分子が表面に吸着するため。
- ⑦ 単位体積あたりの質量が大きく、多数の水分子を吸収しゆるやかに潮解するため。
- ⑧ 単位質量あたりの表面積が大きく、多数の水分子を吸収しゆるやかに潮解するため。

4 次の文章を読み、下の問い(問1~4)に答えよ。

下に示すように、二重結合をもつ炭化水素にオゾン O_3 と Zn を作用させてオゾン分解すると、二重結合をもつ炭素原子に水素原子が結合している場合はアルデヒドを生じ、水素原子が結合していない場合はケトンを生じる (R_1, R_2, R_3 はアルキル基)。



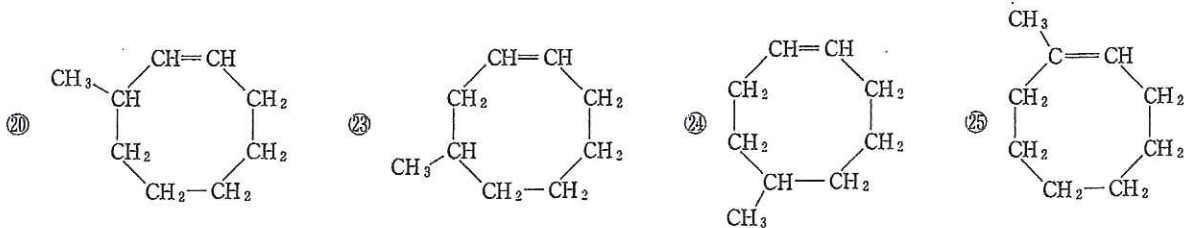
この反応を利用し、分子式 C_9H_{16} からなる二重結合をもつ炭化水素 A をオゾン分解すると、3つの化合物 B, C, D をそれぞれ同じ物質で生じた。B, C, D に硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を作用させると、B は反応しなかったが、C および D は酸化が起こって、それぞれ化合物 E および F を生じた。E および F のそれぞれに酸触媒存在下、エタノールを反応させると、いずれもエステルを生じ、その際、E は F に比べて2倍のエタノールを消費した。

また、A~D については、以下の(あ)~(か)のことがわかった。

- (あ) A は、メチル基1つが炭素鎖から枝分かれした構造をもつ。
- (い) A は、末端に $CH_2=CH-$ または $CH_2=C(CH_3)-$ からなる構造をもたない。また、1つの炭素原子に二重結合を2つもつ構造($=C=$)をもたない。
- (う) A 1.0 mol に、暗所で臭素 Br_2 を作用させると、 Br_2 2.0 mol を消費した。
- (え) B はヨードホルム反応を示したが、A, C, D はヨードホルム反応を示さなかった。
- (お) C, D はフェーリング液を還元したが、A, B はフェーリング液を還元しなかった。
- (か) B と D は互いに構造異性体である。

問1 二重結合をもつ炭化水素 A の構造式として最も適切なものを、次の①~㉓のうちから1つ選べ(幾何異性体は考えなくてよい)。選択肢から2桁の番号を選んでマークする場合には、十の位と一の位の数字を同じ解答番号にマークせよ(例えば⑩は①と⑩をマークする)。ただし、⑪, ⑫, ⑬はない。 38

- ① $CH_3C(CH_3)=CHCH=CHCH_2CH_2CH_3$ ② $CH_3CH=C(CH_3)CH=CHCH_2CH_2CH_3$ ③ $CH_3CH=CHC(CH_3)=CHCH_2CH_2CH_3$
 ④ $CH_3CH=CHCH=C(CH_3)CH_2CH_2CH_3$ ⑤ $CH_3CH=CHCH=CHCH(CH_3)CH_2CH_3$ ⑥ $CH_3CH=CHCH=CHCH_2CH(CH_3)CH_3$
 ⑦ $CH_3C(CH_3)=CHCH_2CH=CHCH_2CH_3$ ⑧ $CH_3CH=C(CH_3)CH_2CH=CHCH_2CH_3$ ⑨ $CH_3CH=CHCH(CH_3)CH=CHCH_2CH_3$
 ⑩ $CH_3CH=CHCH_2C(CH_3)=CHCH_2CH_3$ ⑪ $CH_3CH=CHCH_2CH=C(CH_3)CH_2CH_3$ ⑫ $CH_3CH=CHCH_2CH=CHCH(CH_3)CH_3$
 ⑬ $CH_3C(CH_3)=CHCH_2CH_2CH=CHCH_3$ ⑭ $CH_3CH=C(CH_3)CH_2CH_2CH=CHCH_3$ ⑮ $CH_3CH=CHCH(CH_3)CH_2CH=CHCH_3$
 ⑯ $CH_3CH(CH_3)CH=CHCH=CHCH_2CH_3$ ⑰ $CH_3CH_2C(CH_3)=CHCH=CHCH_2CH_3$ ⑱ $CH_3CH_2CH=C(CH_3)CH=CHCH_2CH_3$

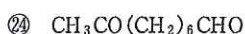
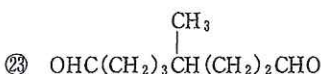
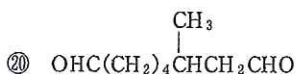
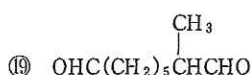
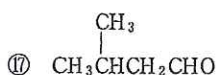
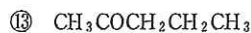
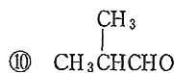
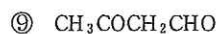
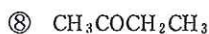
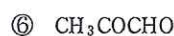


問 2 化合物 B, C, D の構造式として最も適切なものを, 下の①~⑳のうちからそれぞれ1つずつ選べ。選択肢から2桁の番号を選んでマークする場合には, 十の位と一の位の数字を同じ解答番号にマークせよ(例えば⑩は①と⑩をマークする)。ただし, ㉑, ㉒, ㉓はない。

B

C

D



問 3 化合物 B, C, D を触媒存在下, 水素で還元すると, 化合物 X, Y, Z をそれぞれ生じた。このとき, 次の記述(a)~(e)について, 正しい場合は①を, 誤っている場合は②をそれぞれマークせよ。

(a) X は第二級アルコール, Y と Z は第一級アルコールに分類される。

(b) X と Z は1価アルコール, Y は2価アルコールに分類される。

(c) Y を濃硫酸存在下, 130~140℃で加熱すると, エーテル結合を2つ以上もつ分子を生じることがある。

(d) X と Z をそれぞれ濃硫酸存在下, 160℃以上で加熱すると, 同じ化合物を生じる。

(e) X はヨードホルム反応を示すが, Y と Z はヨードホルム反応を示さない。

問 4 化合物 E, F に関する次の記述(a)~(e)について, 最も適切なものを下の①~④のうちからそれぞれ1つずつ選べ。同じ番号を繰り返し選んでもよい。

(a) H_2CO_3 よりも強い酸性を示す。

(b) 十分な量の水酸化ナトリウム水溶液で中和して生じる化合物の水溶液はアルカリ性を示す。

(c) 不斉炭素原子をもつ。

(d) ヘキサメチレンジアミン $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_6\text{NH}_2$ と縮合重合すると高分子化合物を生じる。

(e) カルボキシル基を1つだけもつ。

① E のみに当てはまる。

② F のみに当てはまる。

③ E と F の両方に当てはまる。

④ E と F のどちらにも当てはまらない。