

問題訂正

物理

1 3 ページ 問2 1 行目

誤： … 壁に衝突する条件は $v < \boxed{3} L \sqrt{\frac{g}{2h}}$ である。…

正： … 壁に衝突するためには $v < \boxed{3} L \sqrt{\frac{g}{2h}}$ を満たす必要がある。…

2 9 ページ 問4 6 行目

誤： り，光の波長(色)によってその値がわずかに異なるため …

正： り，光の波長が長いほど β の値が大きいため …

化学

2 26 ページ 問4 実験Ⅱ 1 行目

誤： 白金電極(Pt)の両端に …

正： 2つの白金電極(Pt)の間に …

化 学

解答上の注意

1. 解答は、解答用紙の解答欄にマークすること。

例えば、

6

 と表示のある問題に対して、「①～⑨のうちからすべて選び、一緒にマークせよ。」の場合には、次の例に従う。

例：①と③と⑤と⑦と⑨と答えたい場合には

解答 番号	解 答 欄									
6	<input checked="" type="radio"/>	②	<input type="radio"/>	④	<input type="radio"/>	⑥	<input type="radio"/>	⑧	<input type="radio"/>	⑩

2. 気体は、実在気体とことわりがない限り、理想気体として扱うものとする。
3. 必要があれば次の値を用いること。

原子量：H = 1.0 C = 12 N = 14 O = 16 Na = 23 S = 32

Cl = 35.5 K = 39 Mn = 55 Fe = 56 I = 127

気体定数 $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

1 次の問い(問1～4)に答えよ。

問1 次の(1), (2)に答えよ。

(1) ハロゲンの単体はいずれも二原子分子で、有色の物質である。25℃, 1.013×10^5 Paにおける Br_2 と Cl_2 の状態と色を表1に示した。(A)～(D)に入る語の組合せとして最も適切なものを、後の①～⑧のうちから1つ選べ。 1

表1

ハロゲン	状態	色
Br_2	(A)	(B)
Cl_2	(C)	(D)

	(A)	(B)	(C)	(D)
①	気体	赤褐色	気体	黄緑色
②	気体	黄緑色	気体	赤褐色
③	気体	赤褐色	液体	黄緑色
④	気体	黄緑色	液体	赤褐色
⑤	液体	赤褐色	気体	黄緑色
⑥	液体	黄緑色	気体	赤褐色
⑦	液体	赤褐色	液体	黄緑色
⑧	液体	黄緑色	液体	赤褐色

(2) 実験室で Cl_2 を発生させる方法として、 MnO_2 に濃塩酸を加えて加熱する方法が知られている。この反応を利用して、 MnO_2 と KMnO_4 からなる混合物Xに含まれる MnO_2 の割合を次のように調べた。混合物X 10.0 gを水に溶かしたところ、 MnO_2 だけが溶けずに残った。この MnO_2 をろ過によって分離して水洗後、十分な量の濃塩酸と加熱したところ、標準状態(0℃, 1.013×10^5 Pa)で112 mLの Cl_2 が発生した。混合物Xに含まれる MnO_2 の割合は質量パーセントで何%か。最も近い数値を、次の①～⑩のうちから1つ選べ。 2 %

- ① 2.8 ② 3.2 ③ 3.6 ④ 4.0 ⑤ 4.4
 ⑥ 28 ⑦ 32 ⑧ 36 ⑨ 40 ⑩ 44

問 2 次の文章を読み、後の(1)、(2)に答えよ。

アンモニアを原料として硝酸をつくる工業的製法をオストワルト法という。オストワルト法は3つの反応からできている。1つ目の反応では、白金を触媒として、アンモニアを空気中の と反応させ をつくる。2つ目の反応では、得られた を空気中の と反応させ とする。3つ目の反応では、得られた を と反応させて、硝酸とする。また、3つ目の反応で硝酸と同時に生成した は、2つ目の反応で再び用いられることにより、すべて硝酸になる。

(1) ~ に入る語として最も適切なものを、次の①~⑨のうちからそれぞれ1つずつ選べ。

- | | | |
|---------|------------|---------|
| ① 酸素 | ② 窒素 | ③ 二酸化炭素 |
| ④ アルゴン | ⑤ 水 | ⑥ 一酸化窒素 |
| ⑦ 二酸化窒素 | ⑧ 塩化アンモニウム | ⑨ 亜硝酸 |

(2) オストワルト法によってアンモニア 1.7 g が完全に反応したときにできる硝酸の質量 [g] を求めよ。 には一の位の数字を、 には小数第1位の数字をマークせよ。小数第2位以下がある場合には四捨五入せよ。 . g

問 3 次の文章を読み、後の(1)、(2)に答えよ。

リチウム、アルミニウム、カリウム、亜鉛のいずれかを含む硝酸塩および硫酸塩がある。
そのうち 3 種類の塩 A～C を選んで水溶液とし、次の実験 I～IV を行った。

実験 I 塩 A～C の水溶液についてそれぞれ炎色反応を調べたところ、塩 A の水溶液は赤紫色を示したが、塩 B の水溶液と塩 C の水溶液は炎色反応を示さなかった。

実験 II 塩 A～C の水溶液のそれぞれに塩化バリウム水溶液を加えると、塩 A の水溶液は白色沈殿を生じた。塩 B の水溶液と塩 C の水溶液は白色沈殿を生じなかった。

実験 III 塩 A～C の水溶液のそれぞれに少量の水酸化ナトリウム水溶液を加えると、塩 B の水溶液と塩 C の水溶液は白色沈殿を生じた。塩 A の水溶液は白色沈殿を生じなかった。

実験 IV 実験 III で塩 B の水溶液と塩 C の水溶液から生じた白色沈殿のそれぞれに、過剰のアンモニア水を加えると、塩 B の水溶液から生じた白色沈殿は溶けたが、塩 C の水溶液から生じた白色沈殿は溶けなかった。

(1) 塩 A～C の物質名として最も適切なものを、次の①～⑧のうちからそれぞれ 1 つずつ選べ。

塩 A

塩 B

塩 C

- ① 硝酸リチウム ② 硝酸アルミニウム ③ 硝酸カリウム ④ 硝酸亜鉛
⑤ 硫酸リチウム ⑥ 硫酸アルミニウム ⑦ 硫酸カリウム ⑧ 硫酸亜鉛

(2) 実験 III で塩 B の水溶液と塩 C の水溶液から生じた白色沈殿のそれぞれに、さらに過剰の水酸化ナトリウム水溶液を加えたときの変化として最も適切なものを、次の①～④のうちから 1 つ選べ。

- ① 塩 B の水溶液と塩 C の水溶液から生じた白色沈殿は、どちらも溶けた。
② 塩 B の水溶液から生じた白色沈殿は溶けたが、塩 C の水溶液から生じた白色沈殿は溶けなかった。
③ 塩 B の水溶液から生じた白色沈殿は溶けなかったが、塩 C の水溶液から生じた白色沈殿は溶けた。
④ 塩 B の水溶液と塩 C の水溶液から生じた白色沈殿は、どちらも溶けなかった。

問 4 次の(1), (2)に答えよ。

(1) 鉄を強熱して得られる黒さびの組成式は Fe_3O_4 で表される。理論上、黒さびを構成する鉄(Ⅱ)イオンと鉄(Ⅲ)イオンの比として最も適切なものを、次の①~⑤のうちから1つ選べ。 13

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

(2) さびを防ぐために金属の表面を別の金属で覆う方法をめっきという。鉄の表面のめっきにはスズを使うものと、亜鉛を使うものがあり、亜鉛でめっきしたものを(あ)という。また、めっきに傷がついたときの鉄の腐食の進行度合いは、めっきした金属により異なり、亜鉛でめっきしたものは、スズでめっきしたものに比べて腐食が進み(い)。(あ)、(い)に入る語の組合せとして最も適切なものを、次の①~⑥のうちから1つ選べ。 14

	(あ)	(い)
①	トタン	にくい
②	トタン	やすい
③	ブリキ	にくい
④	ブリキ	やすい
⑤	アルマイト	にくい
⑥	アルマイト	やすい

2 次の文章を読み、後の問い(問1～4)に答えよ。

ある溶液に含まれる溶質の粒子が、直径 $10^{-9} \sim 10^{-7}$ m 程度の大きさで均一に分散している場合、その粒子をコロイド粒子という。一般に、コロイド粒子が他の物質に均一に分散している状態、あるいはその物質をコロイドといい、コロイド粒子として分散している物質を [15]、コロイド粒子を分散させている物質を [16] という。[16] が液体の場合を特にコロイド溶液、あるいは [17] という。[15]、[16] にはそれぞれ固体、液体、気体の場合があり、それらの組合せによるさまざまなコロイド^アがあることが知られている。ただし、[15]、[16] がいずれも気体の場合のコロイドは存在しない。

コロイド溶液では、溶液中に存在するコロイド粒子の構造により、[18]、[19]、[20] の3種類に分類することができる。例えば、水酸化鉄(III)のコロイド溶液は [18] に、タンパク質やデンプンを水に溶かしてできるコロイド溶液は [19] に、セッケンなどの界面活性剤をある濃度以上に水に溶かす^イとできるコロイド溶液は [20] に、それぞれ分類できる。

多くのコロイド粒子は、その粒子表面の帯電に起因した正または負の電荷をもっているが、コロイド溶液中では、コロイド粒子表面の電荷とは逆の符号をもったイオン(H^+ 、 OH^-)との静電的な結合が起こるため、水溶液の pH を変えるとコロイド粒子表面の電荷の大きさが変化したり、ある pH を境に電荷の符号(正負)が逆転したりすることがある。また、コロイド溶液の電気泳動においては、コロイド粒子表面の電荷の大きさが大きいほど電極に引き付けられやすくなり、コロイド粒子が電極に向かって移動する速度が大きくなる。したがって、コロイド溶液の pH を変えて電気泳動を行うと、コロイド粒子の移動速度が変化したり、コロイド粒子の移動方向が対極の電極に向きを変えたりすることが観察できる。

問1 [15] ~ [20] に入る語として最も適切なものを、次の①～⑧のうちからそれぞれ1つずつ選べ。

- ① ゼル ② ゲル ③ キセロゲル ④ 会合コロイド
⑤ 分散コロイド ⑥ 分子コロイド ⑦ 分散質 ⑧ 分散媒

問2 下線部アについて、[15]、[16] がいずれも液体である組合せにより生じるコロイドとして適切なものを、次の①～⑤のうちからすべて選び、一緒にマークせよ。

- [21]
① 煙 ② マヨネーズ ③ ゼリー
④ 墨汁 ⑤ 牛乳

問 3 下線部イについて、次の文章を読み、後の(1)、(2)に答えよ。

界面活性剤のうち、水中で電離する界面活性剤の水への溶解の挙動を表したグラフを図 1 に示す。グラフの横軸は温度で、縦軸は界面活性剤の溶液の濃度(界面活性剤の物質質量と水の体積の比)である。

曲線 XY は、界面活性剤の水に対する溶解度曲線に相当する。ある温度において、曲線 XY 上の値以下の濃度では、界面活性剤分子がそれぞれ単独の分子として水に溶解しており、曲線 XY 上の値より大きい濃度では水和した固体の状態水中に存在している。ところが、温度 T_1 以上になると曲線 XY の傾きよりも著しく大きな傾きをもつ曲線 YZ が現れる。これは、曲線 YZ 上の濃度範囲において、曲線 YZ を境に高温側では、界面活性剤は単独の分子として溶解した溶液にはならず、界面活性剤の分子が数十個集まってできた分子集合体がコロイド粒子として生じ、20 の状態になることを意味している。このとき、温度 T_1 を界面活性剤のクラフト点という。

また、クラフト点以上の温度では曲線 YW も現れる。これは、ある温度において界面活性剤は、曲線 YW 上の値よりも小さい濃度の場合、単独の分子として水に溶解した溶液になるが、濃度が曲線 YW 上の値になると、20 の状態になり始めることを意味している。界面活性剤の濃度を曲線 YW 上の値よりも大きくしていった場合、さらに加えた界面活性剤分子のほとんどは分子集合体であるコロイド粒子を形成するため、界面活性剤の濃度を大きくしても、溶液中に存在する界面活性剤の単独の分子とコロイド粒子の総数は少しずつしか増加しない。

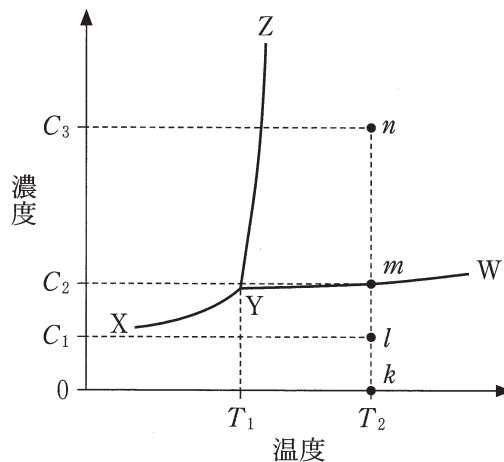
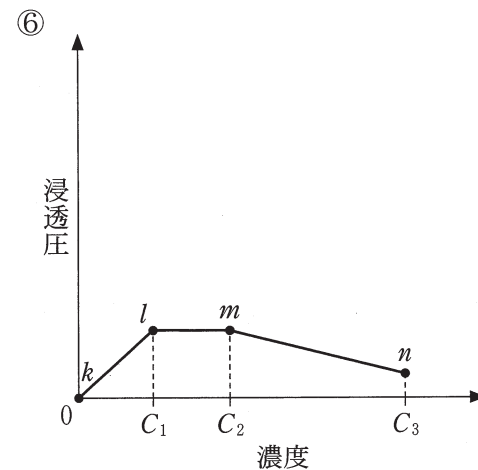
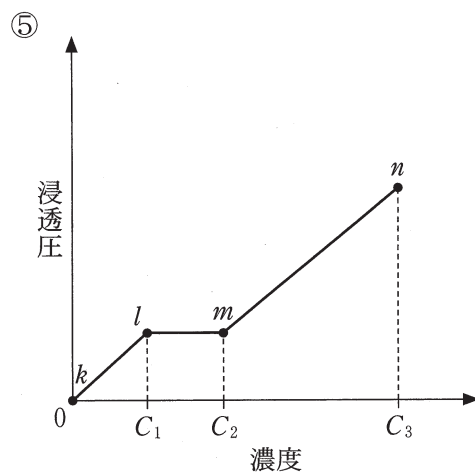
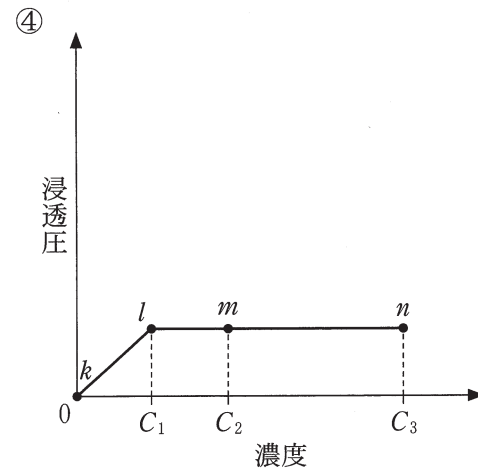
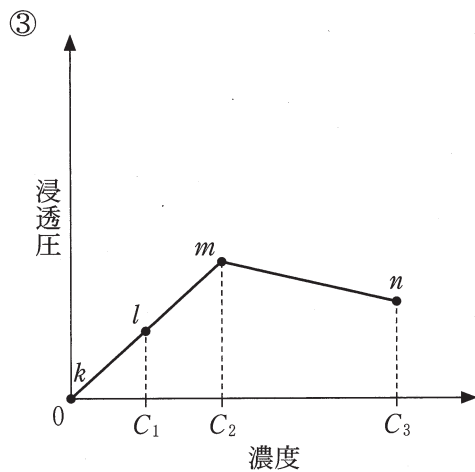
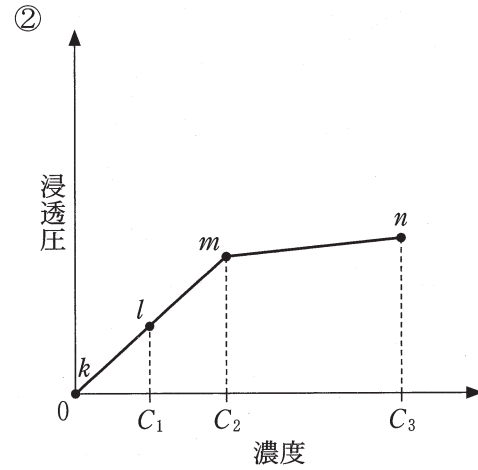
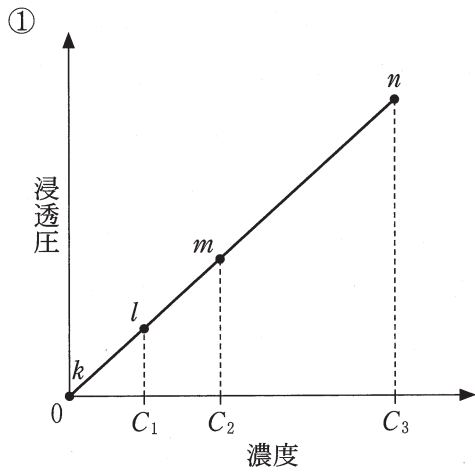


図 1

(1) 図1の温度 T_2 において、界面活性剤の溶液の濃度を $0, C_1, C_2, C_3$ の順に大きくしていき、点 k , 点 l , 点 m , 点 n における溶液の浸透圧をそれぞれ測定した。そのときの界面活性剤の溶液の濃度(横軸)と浸透圧(縦軸)との関係を表すグラフとして最も適切なものを、次の①~⑥のうちから1つ選べ。

22



(2) ある界面活性剤 **Q** 1.11 g を溶かして 1.00 L にした溶液は、27 °C で図 1 の点 *l* の状態であった。この溶液の浸透圧が 1.92×10^4 Pa であったとき、界面活性剤 **Q** の分子量として最も適切なものを、次の①~⑩のうちから 1 つ選べ。ただし、水面には界面活性剤 **Q** の膜(単分子膜)は生じず、水中において界面活性剤 **Q** 1 分子は、1 つの陽イオンと 1 つの陰イオンに完全に電離するものとする。 23

- ① 222 ② 242 ③ 250 ④ 266 ⑤ 288
⑥ 308 ⑦ 316 ⑧ 336 ⑨ 344 ⑩ 352

問 4 下線部ウについて、25℃で、異なる pH の水酸化鉄(III)のコロイド溶液を用いて次の実験Ⅰ～Ⅲを行った。その結果を表 1 にまとめた。後の(1)、(2)に答えよ。

実験Ⅰ 図 2 に示すように、液体の流動が可能で内径の小さなガラス管の両端に容器あと容器いを直結した装置があり、2つの容器にはそれぞれ白金電極(Pt)が入れてある。容器あと容器いには、ガラス管よりも高い水位になるまで pH 3.0 の水酸化鉄(III)のコロイド溶液を注いだ。ガラス管に遮光容器を取り付けて容器内で側面から光を当て、上部からガラス管内にあるコロイド粒子の1つ1つが散乱光(光の点)として観察できるように限外顕微鏡を設置した。

実験Ⅱ 白金電極(Pt)の両端に一定の電圧をかけて電気泳動を行うと、水酸化鉄(III)のコロイド粒子が陰極の方向に移動の様子が限外顕微鏡から観察された。このとき、図 3 に示すように、限外顕微鏡内に見えるガラス管の区間 $\alpha\beta$ (200 μm) において、ある1つの水酸化鉄(III)のコロイド粒子が通過する時間(s)を測定した。1 μm は 10^{-6} m である。

実験Ⅲ pH 4.0～11.0 の水酸化鉄(III)のコロイド溶液を用いて**実験Ⅰ**、**実験Ⅱ**と同様の操作で電気泳動を行い、それぞれの pH において、コロイド粒子が移動する電極の方向(陰極・陽極)と区間 $\alpha\beta$ の通過時間(s)を調べた。

ただし、水酸化鉄(III)のコロイド粒子の直径や質量は溶液の pH に関係なくすべて同じであり、電気泳動においては、コロイド粒子は pH ごとにある一定の速度で移動し、移動の際に他のイオンの移動による影響を受けず、コロイド粒子の凝集や水の電気分解は起こらないものとする。

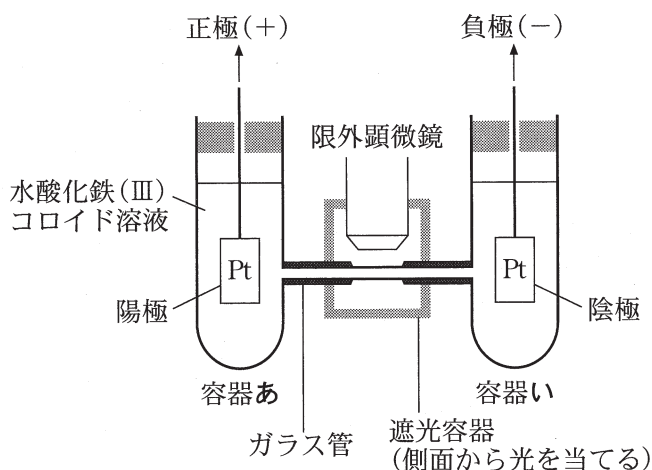


図 2

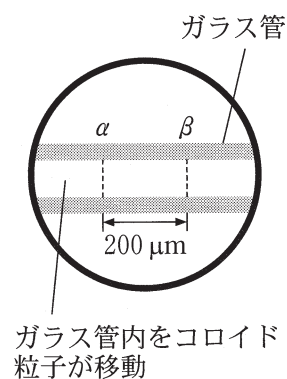


図 3

表 1

pH	コロイド粒子が移動する方向	区間 $a\beta$ の通過時間[s]
3.0	陰 極	5.6
4.0	陰 極	5.9
5.0	陰 極	6.4
6.0	陰 極	7.3
7.0	陰 極	9.1
7.6	陰 極	12.8
8.0	陰 極	25.6
8.3	陰 極	51.2
9.0	陽 極	60.2
9.5	陽 極	36.5
10.0	陽 極	25.6
11.0	陽 極	18.2

(1) 実験結果から、水酸化鉄(III)のコロイド粒子表面の帯電や電荷に関する性質として適切

なものを、次の①～⑥のうちからすべて選び、一緒にマークせよ。

24

- ① pH 3.0～8.3 では負に帯電し、pH 9.0～11.0 では正に帯電している。
- ② pH 3.0～8.3 では正に帯電し、pH 9.0～11.0 では負に帯電している。
- ③ 電荷の大きさが0になるpHが存在する。
- ④ pH 3.0～11.0 では、電荷の大きさの絶対値は、pH 3.0で最も大きい。
- ⑤ pH 3.0～11.0 では、電荷の大きさの絶対値は、pH 7.0で最も大きい。
- ⑥ pH 3.0～11.0 では、電荷の大きさの絶対値は、pH 11.0で最も大きい。

(2) 表1より水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド粒子が区間 ab を通過したときの速度 [$\mu\text{m/s}$] を求め、陰極方向に移動した場合の速度の値には負の符号をつけ、陽極方向に移動した場合の速度の値には正の符号をつけ、これら符号のついた速度の値を縦軸にとり、さらに、コロイド溶液の pH を横軸にとってグラフを作成すると滑らかな曲線が描ける。このことから、コロイド粒子が最も凝集・沈殿しやすいと考えられる pH として最も近い値を、次の①～⑦のうちから1つ選べ。必要があれば、図4の方眼上にグラフを作成してもよい。

25

- ① 3.0 ② 5.5 ③ 7.2 ④ 8.6 ⑤ 9.3 ⑥ 10.5 ⑦ 11.0

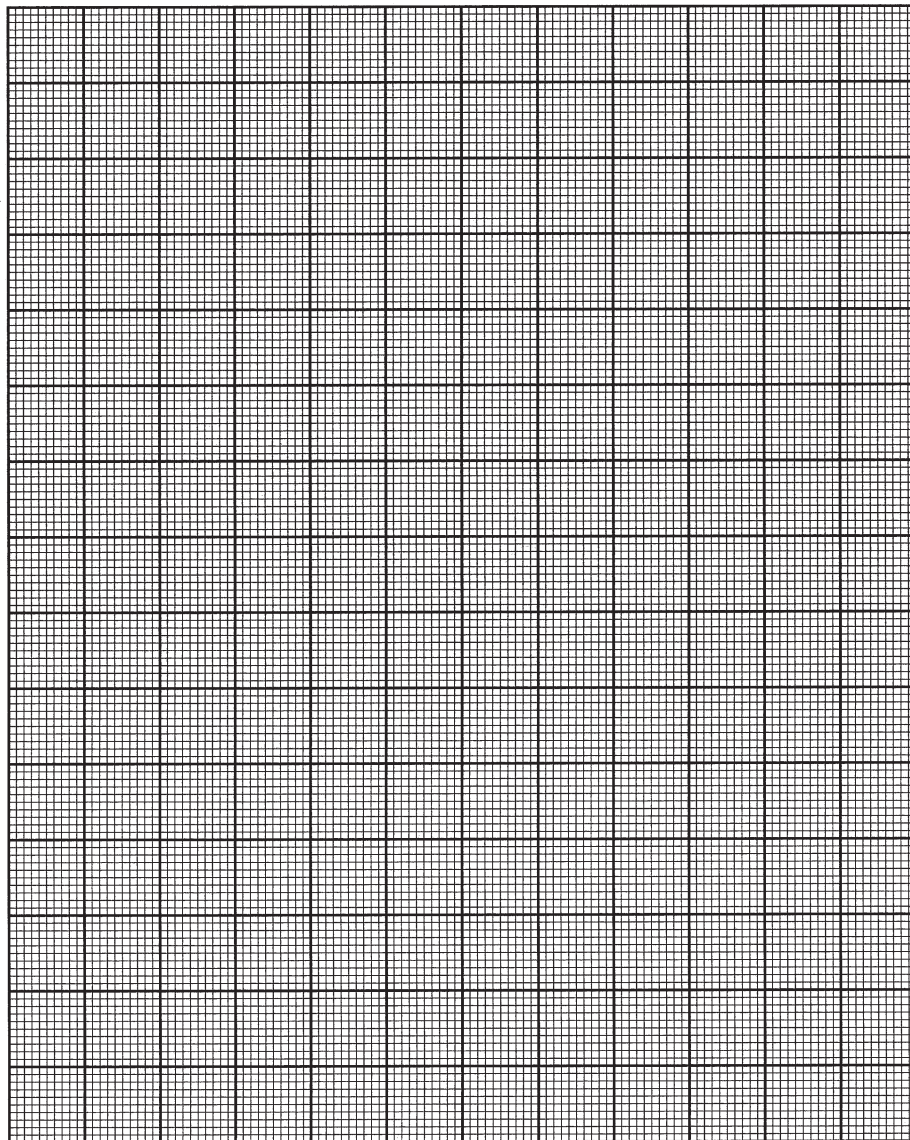


図4

次のページに続く

問 3 アルコール A~D のうち不斉炭素原子を含むものを，次の①~④のうちからすべて選び，一緒にマークせよ。当てはまるものがない場合には①をマークせよ。 31

① アルコール A ② アルコール B ③ アルコール C ④ アルコール D

問 4 実験 IV で生成したアルケン α ~ γ のうち，シス-トランス異性体(幾何異性体)が存在するものを，次の①~③のうちからすべて選び，一緒にマークせよ。当てはまるものがない場合には①をマークせよ。 32

① アルケン α ② アルケン β ③ アルケン γ

問 5 実験 I で、アルコール A 0.37 g を完全に反応させたときに生じる 沈殿の質量は何 g か。 には一の位の数字を、 には小数第 1 位の数字をマークせよ。小数第 2 位以下がある場合には四捨五入せよ。 . g

問 6 次の(a)~(c)は、1-ブタノールと1-ペンタノール $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{OH}$ を比較したものである。

(あ)~(う)に入る化合物の組合せとして最も適切なものを、後の①~⑧のうちから1つ選べ。 35

(a) 沸点が高いのは(あ)である。

(b) 水に対する溶解度が大きいのは(い)である。

(c) 同じ質量の両アルコールを完全燃焼させるのに必要な酸素の質量が大きいのは(う)である。

	(あ)	(い)	(う)
①	1-ブタノール	1-ブタノール	1-ブタノール
②	1-ブタノール	1-ブタノール	1-ペンタノール
③	1-ブタノール	1-ペンタノール	1-ブタノール
④	1-ブタノール	1-ペンタノール	1-ペンタノール
⑤	1-ペンタノール	1-ブタノール	1-ブタノール
⑥	1-ペンタノール	1-ブタノール	1-ペンタノール
⑦	1-ペンタノール	1-ペンタノール	1-ブタノール
⑧	1-ペンタノール	1-ペンタノール	1-ペンタノール

