

## ◇ 化 学

化 4-1～化 4-16 まで 16 ページあります。

必要があれば、原子量および定数は次の値を使うこと。

H=1.0, C=12, N=14, O=16, S=32, Cl=35.5, Cr=52, Pb=207

標準状態での気体の体積は 22.4 L/mol とする。

第1問 次の問い(問1~5)に答えよ。〔解答番号  ~  〕

問1 次の a~c に当てはまるものを、それぞれの解答群の選択肢のうちから一つずつ選べ。

a 純物質であるもの

- ① 海水                      ② 灯油                      ③ 濃硫酸  
④ 赤リン                    ⑤ 真鍮しんちゅう

b 硫化物イオンの最外殻電子の数

- ① 0      ② 1      ③ 6      ④ 7      ⑤ 8

c 極性分子と無極性分子の組合せであるもの

- ①  $H_2$  と  $Cl_2$               ②  $CHCl_3$  と  $H_2O$               ③ HF と HCl  
④  $NH_3$  と  $CH_4$               ⑤  $CO_2$  と  $CCl_4$

問2 物質には固体・液体・気体の3つの状態がある。分子からなる物質について、いずれの状態にも当てはまる記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① 分子は熱運動している。  
② 分子の相互の位置は変わらない。  
③ 屋外(開放系)では、体積と形を一定に保つ。  
④ 一定温度で、加える圧力を変えても他の2つの状態に変化しない。

問3 試料に含まれている元素を確認するための次の実験 a~c と、それによって確認できた元素の組合せとして正しいものを、後の選択肢から一つ選べ。

5

- a 試料水溶液に白金線の先端をつけてから、その白金線をガスバーナーの外炎に入れると、黄色の炎色反応を示した。
- b 試料水溶液に硝酸銀水溶液を加えると、水溶液中に白色沈殿を生じた。
- c 固体の試料に塩酸を加えると、腐卵臭の気体が発生した。

	a	b	c
①	Na	Cl	N
②	Na	Cl	S
③	Na	Cr	N
④	Na	Cr	S
⑤	Ca	Cl	N
⑥	Ca	Cl	S
⑦	Ca	Cr	N
⑧	Ca	Cr	S

問4 化学結合や結晶に関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

6

- ① 一般に、1 価の陽イオンと 1 価の陰イオンからなるイオン結晶は、2 価の陽イオンと 2 価の陰イオンからなるイオン結晶よりも融点が高い。
- ② 塩化カリウムのように、水に溶けにくいイオン結晶もある。
- ③ 一般に、分子やイオンに含まれる非共有電子対を金属イオンと共有し、配位結合を形成して生じるイオンを錯イオンという。
- ④ 多数の原子がすべて共有結合によって結びつき、規則正しく配列してできた固体を分子結晶と呼ぶ。
- ⑤ 金属結晶では金属の結合に自由電子が使われているので、金属結晶内の陽子が主に熱の伝導にはたらく。

問5 窒素と酸素からなる化合物AとBがある。図1は、化合物AとBに含まれる窒素と酸素の質量の関係を表している。化合物Aと化合物Bの化学式の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 7

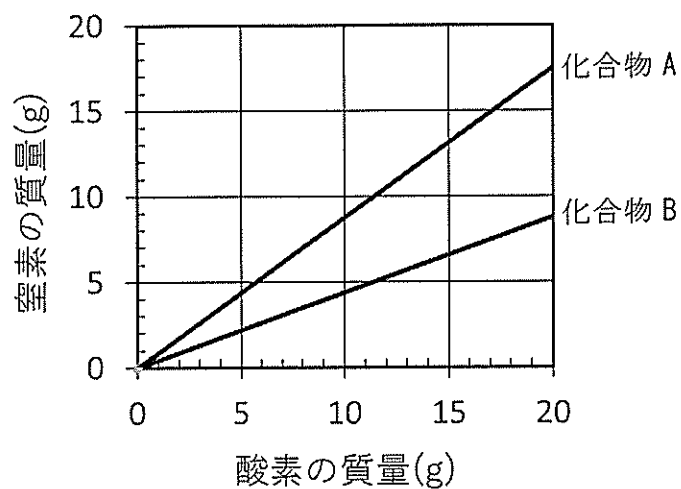


図1 化合物AとBに含まれる窒素と酸素の質量の関係

	化合物A	化合物B
①	NO	NO <sub>2</sub>
②	NO	N <sub>2</sub> O
③	NO <sub>2</sub>	NO
④	NO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O
⑤	N <sub>2</sub> O	NO
⑥	N <sub>2</sub> O	NO <sub>2</sub>

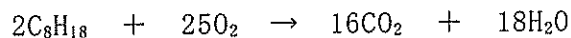
化学の問題は次のページに続く

第2問 次の問い(問1~6)に答えよ。〔解答番号  ~  〕

問1 質量パーセント濃度が36%の濃塩酸(密度  $1.18\text{g/cm}^3$ )を用いて、 $0.50\text{mol/L}$ の希塩酸  $200\text{mL}$  作りたい。必要な濃塩酸の体積  $[\text{mL}]$  として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。  mL

- ① 1.7    ② 8.6    ③ 18    ④ 36    ⑤ 43

問2 ガソリンに含まれるオクタン  $\text{C}_8\text{H}_{18}$  の燃焼反応は次のような式で表される。この燃焼反応により、標準状態で  $11.2\text{L}$  の二酸化炭素が発生した。燃焼したオクタンの質量  $[\text{g}]$  として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。ただし、燃焼反応は完全に進行したものとする。  g



- ① 2.8    ② 3.5    ③ 7.1    ④ 14    ⑤ 29

問3 下線を付けた物質がブレンステッド・ローリーの定義の酸のはたらきをしているものはどれか。最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ①  $\underline{\text{HSO}_3^-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{SO}_3^{2-}$   
②  $\underline{[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}} + 4\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$   
③  $\underline{\text{HCO}_3^-} + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$   
④  $\text{NH}_4^+ + \underline{\text{H}_2\text{O}} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{NH}_3$

問 4 0.50 mol/L の希硫酸 200 mL に、ある量のアンモニアを完全に吸収させた。アンモニアを吸収させた希硫酸 20 mL をコニカルビーカーに入れ、これに指示薬としてメチルレッド加え、0.50 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ 6.0 mL 滴下した時点で過不足なく中和した。次の問い (a・b) に答えよ。ただし、希硫酸にアンモニアを吸収させた時の体積変化は無視できるものとする。

a この実験についての記述ア～ウの正誤の組合せとして正しいものを、後の選択肢から一つ選べ。 11

- ア 容器の内面に純水が付着したままのコニカルビーカーを使用してもよい。
- イ 過不足なく中和したとき、メチルレッドの色が淡い黄色から赤色に変色する。
- ウ 過不足なく中和したとき、溶液内には水素イオンは存在しない。

	ア	イ	ウ
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

b 0.50 mol/L の希硫酸 200 mL に吸収されたアンモニアの標準状態における体積 [L] として最も適当な数値を、後の選択肢の中から一つ選べ。

12 L

- ① 1.1    ② 2.8    ③ 3.8    ④ 4.6    ⑤ 5.6

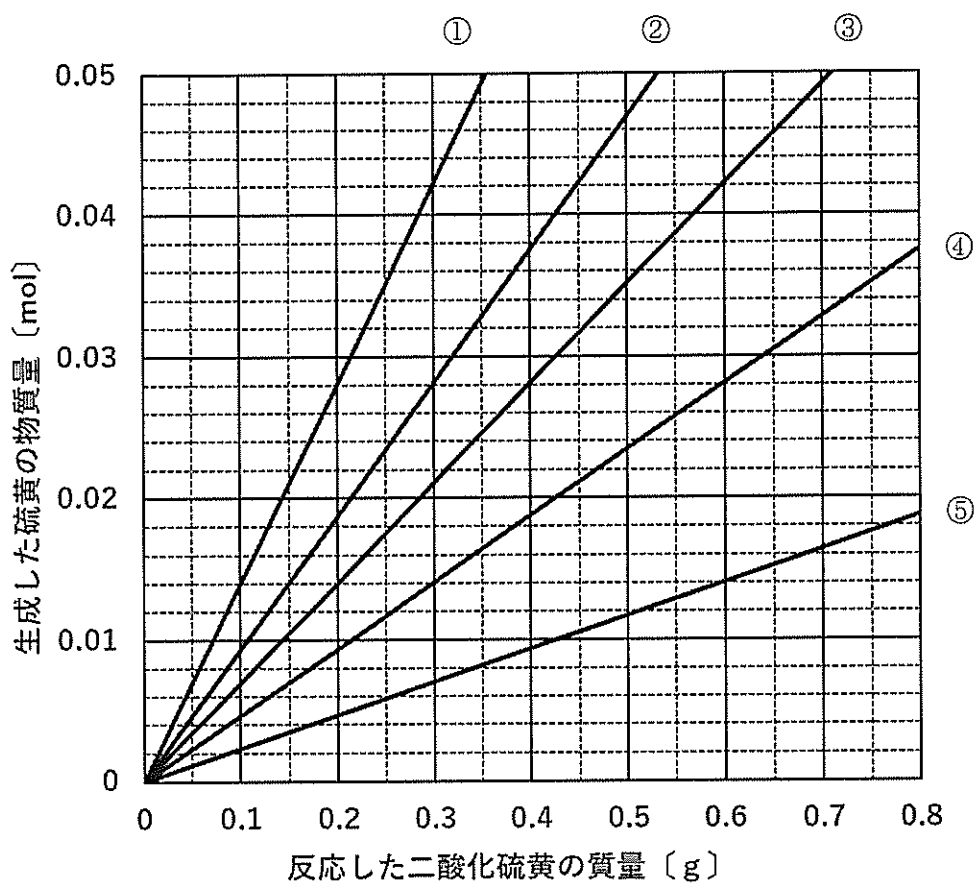
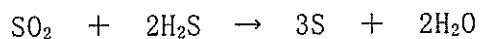
問5 次の a・b の条件に当てはまる金属の組合せとして正しいものを、後の選択肢から一つ選べ。 13

- a 常温の水とは反応しないが、熱水と反応して水素を発生する。
- b 希硫酸とわずかに反応するが、やがて表面に難溶性の塩が生じて、それ以上反応が進行しなくなる。

	a	b
①	Zn	Fe
②	Zn	Cu
③	Zn	Pb
④	Mg	Fe
⑤	Mg	Cu
⑥	Mg	Pb
⑦	Al	Fe
⑧	Al	Cu
⑨	Al	Pb



問 6 二酸化硫黄  $\text{SO}_2$  は酸化剤としてはたらいて、次式に示したように硫化水素  $\text{H}_2\text{S}$  と反応して硫黄  $\text{S}$  と水  $\text{H}_2\text{O}$  が生じる。このとき反応した二酸化硫黄の質量 [g] と生成する硫黄の物質量 [mol] の関係を表す直線として最も適当なものを、後の図中の選択肢から一つ選べ。 14



第3問 次の問い(問1~6)に答えよ。〔解答番号  ~  〕

問1 次の図1のグラフは、3種類の物質A、B、Cの蒸気圧曲線である。A、B、Cはエタノール、ジエチルエーテル、水のいずれかである。後の問い(a・b)に答えよ。

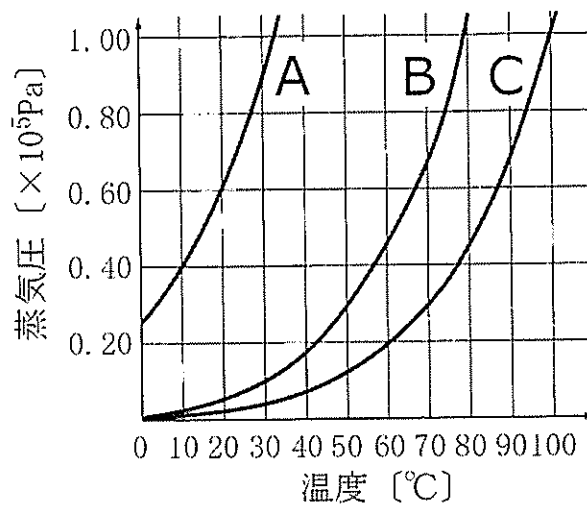


図1 蒸気圧曲線

a 図1から読み取ると、富士山の山頂(大気圧  $0.60 \times 10^5 \text{ Pa}$ )において水の沸点は何 $^{\circ}\text{C}$ になるか。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。

$^{\circ}\text{C}$

- ① 20      ② 40      ③ 60      ④ 68      ⑤ 87

b 図 1 に関する次のア～ウの正誤の組合せとして正しいものを、後の選択肢から一つ選べ。 16

ア 30℃において最も蒸気圧が大きいのは物質 A である。

イ 20℃、 $1.0 \times 10^5$  Pa の屋外で液体の物質 B を放置しても、物質 B は気体にならない。

ウ 物質 C のみを密閉容器中に封入した。60℃に保ったまま十分時間が経っても物質 C の液滴が残っていたとき、容器内の圧力は  $2.0 \times 10^4$  Pa である。

	ア	イ	ウ
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問 2 次の a～d の溶液のうち、疎水コロイドに分類されるものの組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 17

a デンプン水溶液

b セッケン水

c うすい泥水

d 硫黄のコロイド

- ① a と b      ② a と c      ③ a と d      ④ b と c  
 ⑤ b と d      ⑥ c と d

問3 硝酸カリウムの飽和水溶液 100g を 60℃で調製した。これを 10℃に冷やすと、何 g の結晶が析出するか。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。ただし、硝酸カリウムは水 100g に、10℃で 22g、60℃で 110g 溶けるものとする。  g

- ① 9      ② 21      ③ 33      ④ 42      ⑤ 58

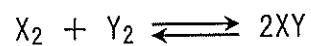
問4 反応熱に関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① 反応物がもつエネルギーの総和が、生成物がもつエネルギーの総和より大きい反応は発熱反応である。
- ② 融解に伴って、融解熱が放出される。
- ③ 液体の水の生成熱は、気体の水の生成熱よりも小さい。
- ④ 希塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の中和熱と、希硫酸と水酸化ナトリウム水溶液の中和熱では、希硫酸と水酸化ナトリウム水溶液の中和熱のほうが大きい。
- ⑤ 黒鉛の燃焼熱と二酸化炭素の生成熱では、二酸化炭素の生成熱のほうが大きい。

問5 白金電極を用いて、中性の硫酸ナトリウム水溶液の電気分解を行った。この電気分解に関する記述として正しいものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① 電気分解が進むと、陽極付近の電解液の pH が上昇する。
- ② 電気分解を中止し、よくかき混ぜて均一にした電解液の pH は電気分解前と変わらない。
- ③ 電気分解が進むと、陰極から酸素が発生する。
- ④ 電気分解が進むと、陽極に硫黄が析出する。

問6 1.0 molの気体 $X_2$ と2.0 molの気体 $Y_2$ を、容積が変化しない密閉容器に入れて一定温度に保ったところ、次の式のような可逆反応により気体 $XY$ が生成し、平衡状態に達した。平衡時の $X_2$ の物質量が0.50 molであるとき、この反応の平衡定数はいくらか。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 21



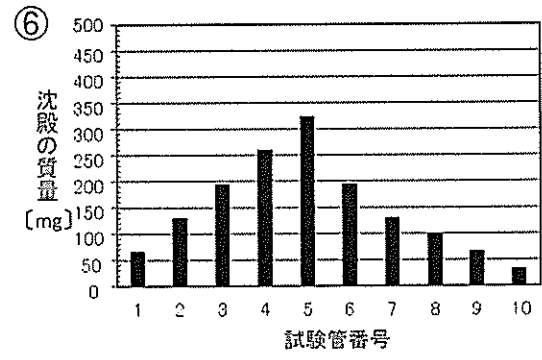
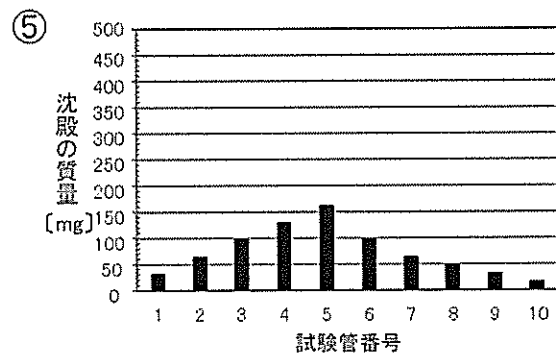
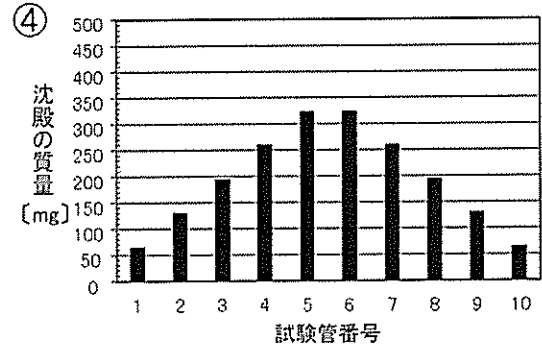
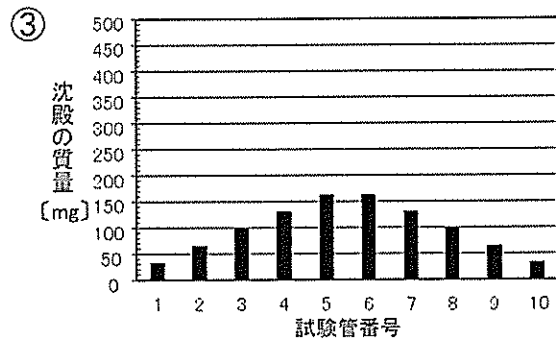
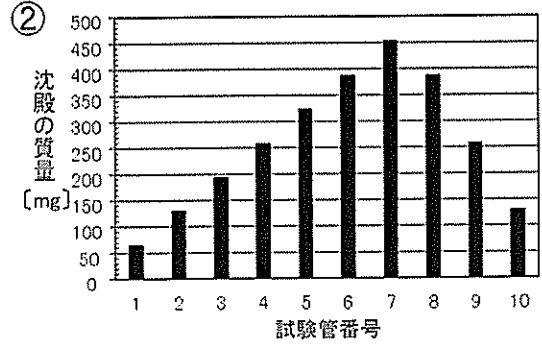
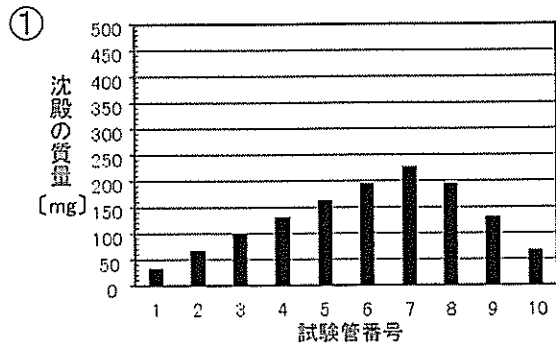
- ① 0.50      ② 0.75      ③ 1.0      ④ 1.3      ⑤ 1.5

第4問 次の問い(問1~7)に答えよ。〔解答番号  ~  〕

問1 クロム酸カリウムと硝酸鉛(Ⅱ)との沈殿反応を調べるため、10本の試験管を使い、0.10 mol/Lのクロム酸カリウム水溶液と0.20 mol/Lの硝酸鉛(Ⅱ)水溶液をそれぞれ表1に示した体積で混ぜ合わせた。各試験管内に生じた沈殿の質量[mg]を表すグラフとして最も適当なものを次ページの選択肢から一つ選べ。ただし、沈殿した物質の溶解度は十分小さいものとする。

表1 混ぜ合わせたクロム酸カリウムと硝酸鉛(Ⅱ)の体積

試験管番号	クロム酸カリウム水溶液の体積 [mL]	硝酸鉛(Ⅱ)水溶液の体積 [mL]
1	1.0	10.0
2	2.0	9.0
3	3.0	8.0
4	4.0	7.0
5	5.0	6.0
6	6.0	5.0
7	7.0	4.0
8	8.0	3.0
9	9.0	2.0
10	10.0	1.0



問 2 アルカリ金属に関する記述として誤りを含むものを、後の選択肢から一つ選べ。 23

- ① アルカリ金属の単体は、銀白色である。
- ② アルカリ金属の単体は、天然には存在しない。
- ③ アルカリ金属の原子は、イオン化エネルギーの値が小さく、1価の陽イオンになりやすい。
- ④ アルカリ金属の単体は、反応性に富み、酸素などと直接反応する。
- ⑤ アルカリ金属の単体を保存する際には、水中に保存する。

問 3 気体 A にわずかな量の気体 B が不純物として含まれている。液体 C にこの混合気体を通じて気体 B を取り除きたい。気体 A, B および液体 C の組合せとして適当でないものを、後の選択肢から一つ選べ。 24

	気体 A	気体 B	液体 C
①	酸素	二酸化炭素	石灰水
②	一酸化窒素	二酸化窒素	水
③	二酸化炭素	一酸化炭素	水
④	塩素	水蒸気	濃硫酸

問 4 幾何異性体(シス-トランス異性体)が存在する化合物の分子式として正しいものを、後の選択肢から一つ選べ。 25

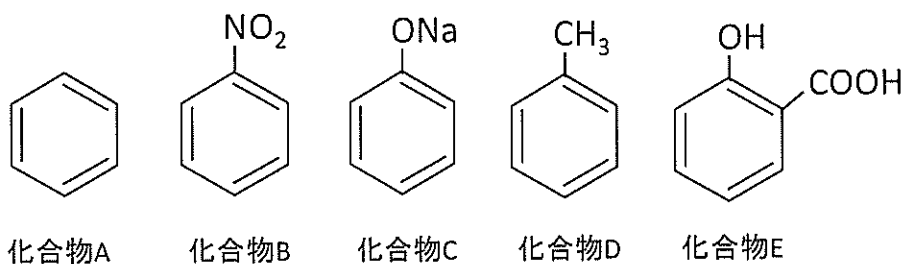
- ①  $C_2HCl_3$
- ②  $C_2H_2Cl_4$
- ③  $C_2H_3Cl$
- ④  $C_2H_3Cl_3$
- ⑤  $C_3H_6$
- ⑥  $C_4H_8$



問 5 化合物 A の分子式は  $C_4H_8O_2$  である。この化合物 A を加水分解して得られるカルボン酸は銀鏡反応を示した。また得られるアルコールを酸化するとケトンが生じた。化合物 A の示性式として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 26

- ①  $C_3H_7O_2COH$                       ②  $(CH_3)_2CHOCOCH_3$                       ③  $C_2H_5OCOCH_3$   
 ④  $CH_3OCOC_2H_5$                       ⑤  $CH_2=CHCH_2OCH_2OH$

問 6 下に示す構造の芳香族化合物 A~E に関する記述である。正しいものを、後の選択肢から一つ選べ。 27



- ① 化合物 A~E は、臭素を反応させると全て容易に付加反応を起こす。  
 ② 化合物 B は、化合物 A に濃硝酸を加えると生成する。  
 ③ 化合物 C の水溶液に二酸化炭素を通じるとフェノールが遊離する。  
 ④ 化合物 D を硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液と反応させるとフタル酸が生成する。  
 ⑤ 化合物 C に酢酸を加えると化合物 E が生成する。

問 7 油脂 A は分子量 878 で、グリセリンとリノール酸 ( $C_{17}H_{31}COOH$ ) からなる。32.7 g の油脂 A に完全に水素付加するために必要な水素の標準状態での体積 [L] として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 28 L

- ① 1.0                      ② 2.0                      ③ 3.0                      ④ 4.0  
 ⑤ 5.0                      ⑥ 6.0