

## ◇ 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, O=16, Ag=108

**第1問** 次の問い(問1~6)に答えよ。〔解答番号  ~  〕

**問1** 次の a・b に当てはまるものを、それぞれの解答群の①~⑤のうちから一つずつ選べ。

a 価電子の数が最も多い原子

① He    ② O    ③ Mg    ④ P    ⑤ Ar

b 第一イオン化エネルギーが最も大きいもの

① H    ② He    ③ Ne    ④ N    ⑤ F

**問2** 極性に関する次の a~c の記述の正誤の組合せとして正しいものを、下の①~⑧のうちから一つ選べ。

- a 同じ原子が共有結合した場合、結合の極性が生じない。
- b 二酸化炭素分子の「C=O 結合」には結合の極性が生じない。
- c 無極性分子でも、分子間に弱い引力がはたらく。

	a	b	c
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3 タンパク質の一つであるアルブミンを水に溶かした溶液は、コロイド溶液の性質を示す。この溶液に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 4

- ① この水溶液中のアルブミンの大きさは、 $1 \text{ nm}(1 \times 10^{-9} \text{ m})$ 未満である。
- ② この水溶液は、親水コロイド溶液である。
- ③ この水溶液中のアルブミンのコロイド粒子は、ブラウン運動を行っている。
- ④ この水溶液はチンダル現象を示す。
- ⑤ この水溶液に多量の電解質を加えると、アルブミンが沈殿してくる。

問4 体積  $1 \text{ L}$  のフラスコ2個をコックで連結した容器がある。コックが閉じた状態で、一方のフラスコには  $\text{H}_2$  が入っており、フラスコ内は  $27^\circ\text{C}$  で  $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、もう一方のフラスコには  $\text{CO}_2$  が入っており、フラスコ内は  $27^\circ\text{C}$  で  $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  である。いま、このコックを開き、長時間放置して均一な混合気体をつくる時、この混合気体の密度は、 $27^\circ\text{C}$ 、 $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  で体積が  $1 \text{ L}$  の  $\text{H}_2$  の密度の何倍となるか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、連結部分の体積は無視できるものとする。 5 倍

- ① 2    ② 4    ③ 8    ④ 12    ⑤ 16    ⑥ 20

問5  $25 \text{ mL}$  の水に不揮発性の非電解質  $\text{A}$   $0.75 \text{ g}$  を溶かした。この水溶液の凝固点を測定したところ  $-0.93^\circ\text{C}$  であった。非電解質  $\text{A}$  の分子量として最も適当な数値を、次の①～⑧のうちから一つ選べ。ただし、水の密度は  $1.00 \text{ g/cm}^3$  とし、モル凝固点降下度は  $1.85 \text{ [K} \cdot \text{kg/mol]}$  とする。 6

- ① 15    ② 24    ③ 30    ④ 45    ⑤ 58    ⑥ 60  
⑦ 70    ⑧ 87

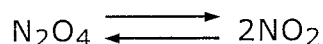
問 6 身のまわりで利用されている物質に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 7

- ① 清涼飲料水のボトルなどに用いられているポリエチレンテレフタレートは、繊維としても利用できる。
- ② ポリ塩化ビニルは、燃焼の過程で有害な有機塩素化合物を発生させる可能性があるため、廃棄方法には注意が必要である。
- ③ アルミニウムは大部分が天然に単体として存在するため、単体のアルミニウムは身のまわりで広く利用されている。
- ④ 集積回路や太陽電池に利用されているケイ素の単体は、二酸化ケイ素から作られる。

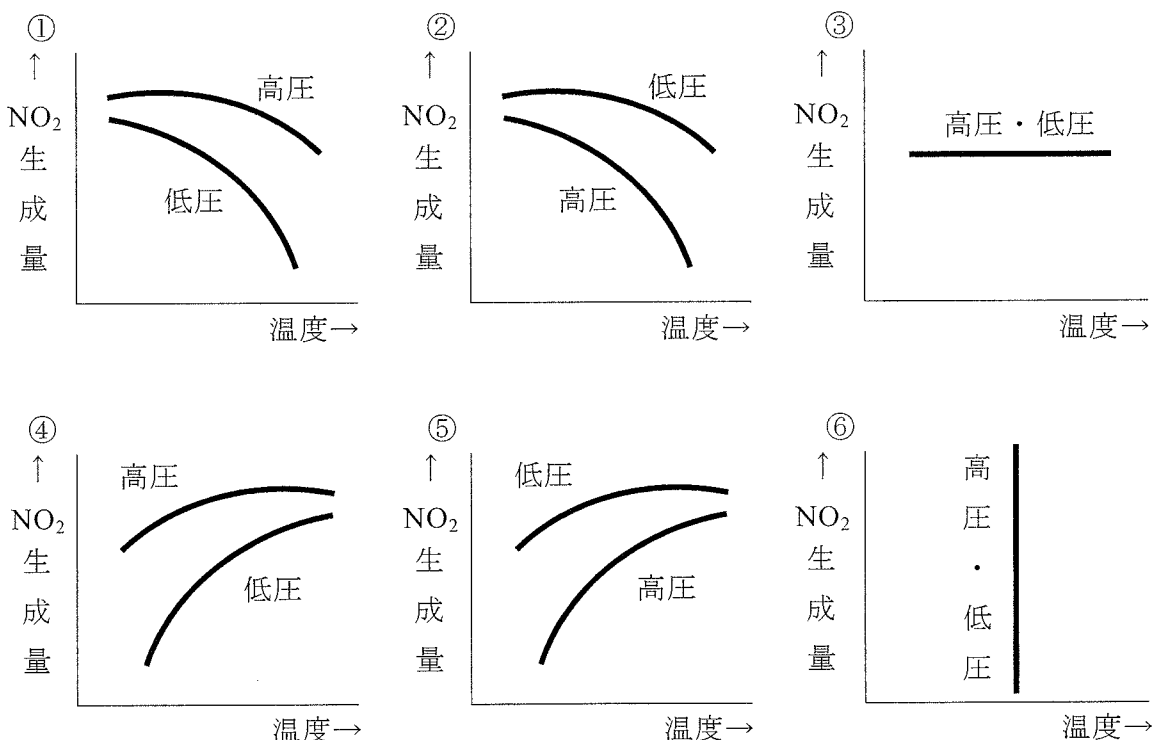
化学の問題は次のページに続く

第2問 次の問い(問1~4)に答えよ。〔解答番号 8 ~ 14〕

問1 気体の  $\text{N}_2\text{O}_4$  は解離すると  $\text{NO}_2$  になる。この反応は、ある温度と圧力の範囲では次式の平衡状態にある。下の問い(a・b)に答えよ。



a 上式の化学平衡において  $\text{NO}_2$  の生成量と温度、圧力の関係を示した図として最も適当なものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。ただし、 $\text{N}_2\text{O}_4$  から  $\text{NO}_2$  が生成する反応の反応熱は  $-57.2 \text{ kJ}$  とする。 8



b  $\text{N}_2\text{O}_4$  0.10 mol を 3 L の容器に密封した。これを  $0^\circ\text{C}$  に保ったところ、平衡に達した。このときの  $\text{NO}_2$  の物質質量 [mol] は 0.040 mol であった。 $0^\circ\text{C}$  における平衡定数  $K$  として最も適当な数値を、次の①~⑧のうちから一つ選べ。 9

- ①  $1.6 \times 10^{-3}$    ②  $2.4 \times 10^{-3}$    ③  $3.3 \times 10^{-3}$    ④  $4.6 \times 10^{-3}$   
 ⑤  $5.4 \times 10^{-3}$    ⑥  $6.7 \times 10^{-3}$    ⑦  $7.6 \times 10^{-3}$    ⑧  $8.8 \times 10^{-3}$

問2 濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液の濃度を決定するために以下の操作を行った。シュウ酸二水和物(COOH)<sub>2</sub>・2H<sub>2</sub>O 1.26 gを水に溶解し、正確に100 mLとした。コニカルビーカーにシュウ酸水溶液を正確に10.0 mLとり、水を20.0 mLと指示薬としてフェノールフタレイン溶液を数滴加えた。コニカルビーカーに濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液を滴下して中和滴定を行った。その結果、中和に要した水酸化ナトリウム水溶液は18.0 mLであった。次の問い(a・b)に答えよ。

a シュウ酸二水和物のように濃度決定に利用される物質を一次標準物質と呼ぶ。次の特徴ア～エのうち、一次標準物質となる物質の特徴として正しいものの組合せを、下の①～⑩のうちから一つ選べ。 10

ア 一定の組成を持つ	イ 水和物である
ウ 空气中で安定	エ 風解する

- ① アのみ    ② イのみ    ③ ウのみ    ④ エのみ  
⑤ アとイ    ⑥ アとウ    ⑦ アとエ    ⑧ イとウ  
⑨ イとエ    ⑩ ウとエ

b 水酸化ナトリウム水溶液の濃度 [mol/L] として最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 11 mol/L

- ① 0.028    ② 0.056    ③ 0.11    ④ 0.14    ⑤ 0.17  
⑥ 0.22

問3 図1のように電解槽Ⅰに硝酸銀水溶液を，電解槽Ⅱに硫酸ナトリウム水溶液を入れ，電気分解を行ったところ，白金電極Aの質量は32.4 g増加した。下の問い(a・b)に答えよ。

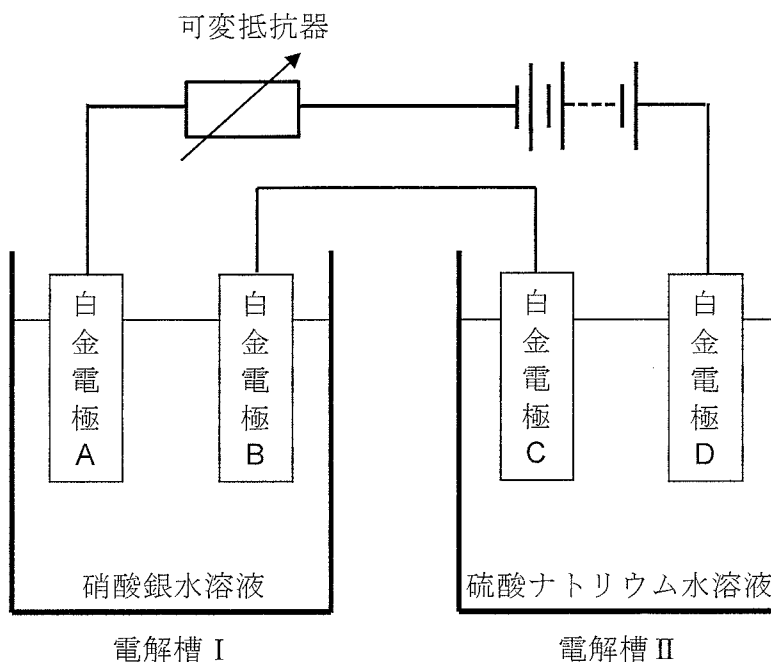


図1 直列につないだ電解槽

a 電気分解による白金電極B，C付近の溶液のpHの変化として正しい組合せを，次の①～⑨のうちから一つ選べ。 12

	白金電極B	白金電極C
①	小さくなる	小さくなる
②	小さくなる	大きくなる
③	小さくなる	変化しない
④	大きくなる	小さくなる
⑤	大きくなる	大きくなる
⑥	大きくなる	変化しない
⑦	変化しない	小さくなる
⑧	変化しない	大きくなる
⑨	変化しない	変化しない



- b 電気分解によって、白金電極 C、D で発生した気体の物質量 [mol] の合計として最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

**13** mol

- ① 0.11      ② 0.23      ③ 0.33      ④ 0.45      ⑤ 0.66  
⑥ 0.90

問 4 化学反応とエネルギーに関する次の a～c の記述の正誤の組合せとして正しいものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 **14**

- a 物質がもつ化学エネルギーが光エネルギーに変換されることがある。  
b 光の波長が長いほど、光のエネルギーが大きい。  
c 光合成は、吸熱反応である。

	a	b	c
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

第3問 次の問い(問1~5)に答えよ。〔解答番号  ~  〕

問1 ハロゲンに関する記述として最も適当なものを、次の①~⑤のうちから一つ選べ。

- ① ホタル石(主成分  $\text{CaF}_2$ )に濃硫酸を加えて加熱すると、フッ素が発生する。
- ② 臭化カリウム水溶液に塩素水を加え、さらにヘキサンを加えてよく振り混ぜると、ヘキサンに臭素が溶けだす。
- ③ 濃塩酸は空気中の酸素と反応して白煙を生じる。
- ④ ハロゲン化銀は、いずれも水に溶けにくい。
- ⑤ ヨウ素と水素の混合物に光をあてると、爆発的に反応してヨウ化水素が生成する。

問2 次の記述 a・b に当てはまる最も適当な金属を、下の①~⑧のうちから一つずつ選べ。

a 工業的には、酸化物の融解塩電解で製造される。濃硝酸には不動態になって溶けない。

b 単体は硝酸や強塩基の水溶液に溶けるが、常温では希塩酸や希硫酸に溶けにくい。これは、表面に塩化物や硫酸塩ができて金属の表面をおおうためである。

- |        |          |     |
|--------|----------|-----|
| ① マンガン | ② アルミニウム | ③ 鉛 |
| ④ 亜鉛   | ⑤ 鉄      | ⑥ 銅 |
| ⑦ 銀    | ⑧ 金      |     |

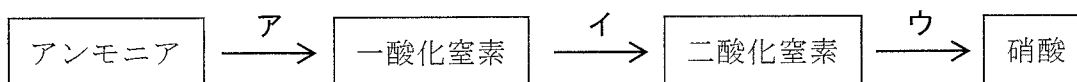
問3 硫化鉄(Ⅱ)に希硫酸を加えたときに発生する気体に関する次のa～cの記述の正誤の組合せとして正しいものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。

18

- a 発生した気体は、水上置換で捕集する。
- b 腐卵臭をもつ無色の有毒な気体である。
- c この気体をヨウ素ヨウ化カリウム水溶液に通じると、ヨウ素による褐色が消える。

	a	b	c
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4 硝酸は、工業的にはアンモニアから次のア～ウの経路で合成される。この合成方法をオストワルト法と呼ぶ。下の問い(a・b)に答えよ。



a オストワルト法および硝酸に関する記述として正しいものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 19

- ① アの反応では、アンモニアと酸素は3：2の物質質量比で反応する。
- ② イの反応では、一酸化窒素が熱分解されて二酸化窒素に変化する。
- ③ ウの反応では、水が還元されている。
- ④ 濃硝酸は酸化力があるが、希硝酸には酸化力がない。
- ⑤ 市販の濃硝酸は濃度約60%で、発煙性をもつ。

b オストワルト法では、ウで硝酸とともに生成した一酸化窒素をイで再利用している。したがって、反応全体を一つにまとめるとアンモニアと酸素から硝酸と水が生成している。オストワルト法で、標準状態で 5.6 L のアンモニアから合成される硝酸の物質質量 [mol] として最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、使用したアンモニアはすべて硝酸に変化したとする。  mol

- ① 0.25    ② 0.50    ③ 1.0    ④ 1.25    ⑤ 1.5  
⑥ 2.0

問 5  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  の混合水溶液に対して以下の操作を行い、金属イオンの分離を行った。図 2 に関する記述として正しいものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。

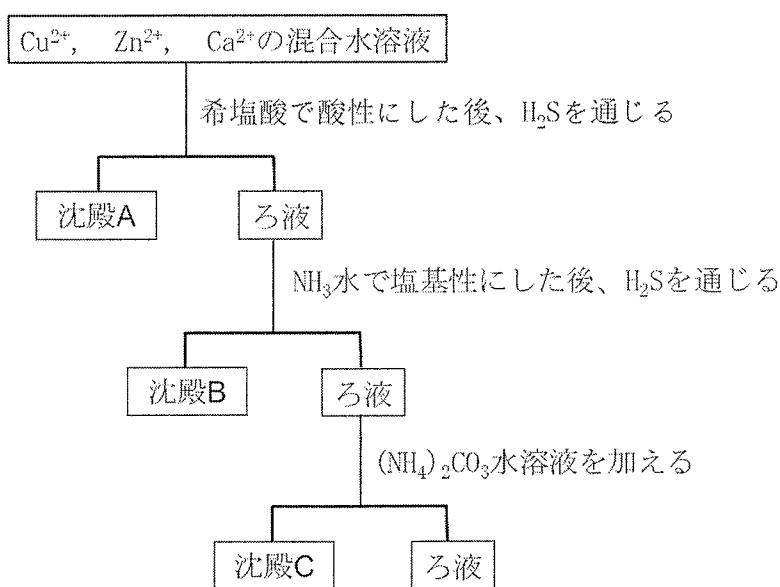


図 2  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  の混合水溶液からの各イオンの分離

- ① 沈殿 A は、青白色である。  
② 沈殿 A に硝酸を加えて溶解し、水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加えると深青色を呈する。  
③ 沈殿 B は、黒色である。  
④ 沈殿 C に塩酸を加えて溶解し、炎色反応を調べると黄色を呈する。  
⑤ 沈殿 C は、石灰水に息を吹き込んだ時にできる化合物と同じである。

化学の問題は次のページに続く

第4問 次の問い(問1~6)に答えよ。〔解答番号  ~  〕

問1 有機化合物に関する次の記述 a~c の正誤の組合せとして正しいものを、下の①~⑧のうちから一つ選べ。

- a 有機化合物を人工的に合成できる。
- b 有機化合物の種類が多いのは、成分元素の種類が多いからである。
- c 一般的に、加熱しても分解しないものが多い。

	a	b	c
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 物質の生成法を示す次の記述 a~e のうち、アセトンが生成されるものはいくつあるか。最も適当な数を、下の①~⑥のうちから一つ選べ。

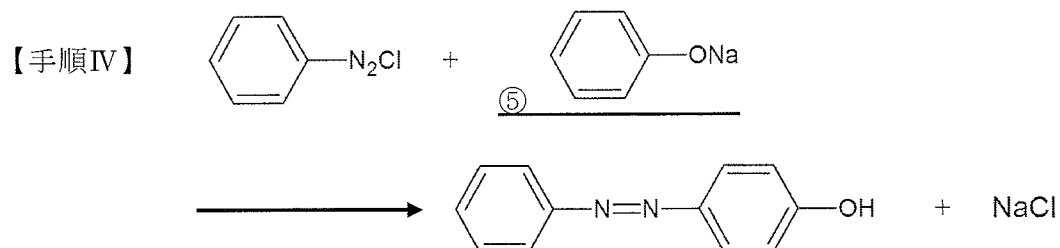
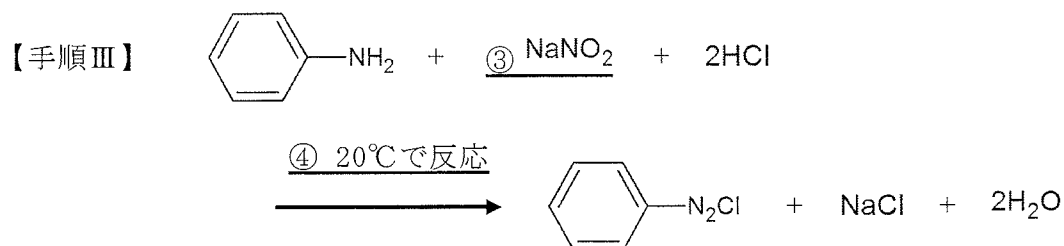
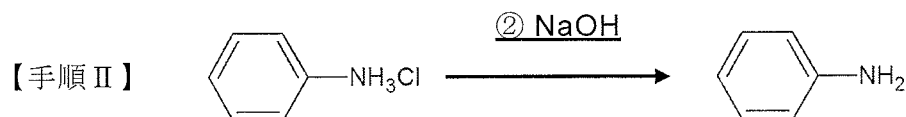
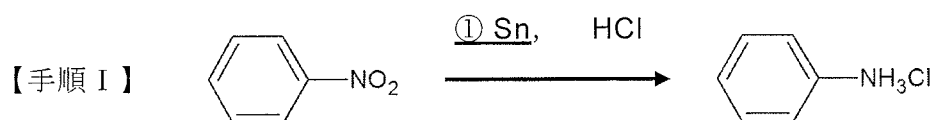
- a 2-プロパノールの酸化
- b アセチレンへの水付加
- c 酢酸カルシウムの乾留
- d クメン法によるフェノール生成
- e 1,3-プロパンジオールの脱水

① 1    ② 2    ③ 3    ④ 4    ⑤ 5    ⑥ 6

問3 アンモニア性硝酸銀水溶液を還元し、また、ヨウ素および水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると黄色沈殿が生じる化合物として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 24

- ①  $\text{CH}_3\text{OH}$       ②  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$       ③  $\text{CH}_3\text{CHO}$       ④  $\text{CH}_3\text{COOH}$   
 ⑤  $\text{CH}_3\text{COCH}_3$       ⑥  $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$

問4 実験室において、ニトロベンゼンから *p*-フェニルアゾフェノールの合成を次の手順【手順Ⅰ～Ⅳ】で試みたが途中で失敗した。失敗の原因となった誤りを手順中に示す下線部①～⑤のうちから一つ選べ。 25



問5 同じ質量の1-プロパノールと2-プロパノールを、それぞれ硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を作用させて十分に酸化すると化合物A、Bを得た。得られた化合物A、Bの質量比として最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 26—A : B

- ① 6 : 5    ② 7 : 5    ③ 23 : 31    ④ 25 : 32    ⑤ 35 : 24  
⑥ 37 : 29

問6 炭素・水素・酸素だけからなる化合物Cについて、次の手順Ⅰ～Ⅲで元素分析を行った。下の問い(a・b)に答えよ。

【手順Ⅰ】化合物C、塩化カルシウム管、ソーダ石灰管の各質量を精密に測定した。

【手順Ⅱ】乾燥した酸素を通しながら燃焼管の中で化合物Cを完全燃焼させ、発生した気体をア、イの順に通した。その結果、塩化カルシウム管ではウが、ソーダ石灰管ではエが吸収された。

【手順Ⅲ】再び、塩化カルシウム管、ソーダ石灰管の質量をそれぞれ精密に測定した。

a 手順Ⅱの空欄ア～エに入る語句の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 27

	ア	イ	ウ	エ
①	塩化カルシウム管	ソーダ石灰管	二酸化炭素	水
②	塩化カルシウム管	ソーダ石灰管	水	二酸化炭素
③	塩化カルシウム管	ソーダ石灰管	二酸化炭素	酸素
④	塩化カルシウム管	ソーダ石灰管	酸素	水
⑤	ソーダ石灰管	塩化カルシウム管	二酸化炭素	水
⑥	ソーダ石灰管	塩化カルシウム管	水	二酸化炭素
⑦	ソーダ石灰管	塩化カルシウム管	水	酸素
⑧	ソーダ石灰管	塩化カルシウム管	酸素	二酸化炭素



b 実験の結果，化合物 C の質量は 128 mg，試料から発生した二酸化炭素と水はそれぞれ 264 mg，72 mg であることがわかった。このとき化合物 C の組成式として最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。

28

- ①  $C_2H_3O$       ②  $C_6H_6O_3$       ③  $C_2H_4O$       ④  $C_6H_8O_3$       ⑤  $C_2H_5O$   
⑥  $C_6H_{10}O_3$