

理科 ②

化学 I

(100点)
(60分)

この問題冊子には、「理科総合 A」「化学 I」の 2 科目を掲載しています。解答する科目を間違えないよう選択しなさい。

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 この注意事項は、問題冊子の裏表紙にも続きます。問題冊子を裏返して必ず読みなさい。
- 3 出題科目、ページ及び選択方法は、下表のとおりです。

| 出 題 科 目 | ペ ー ジ | 選 択 方 法 |
|-----------|-------|-------------------------------|
| 理 科 総 合 A | 4～29 | 左の 2 科目のうちから 1 科目を選択し、解答しなさい。 |
| 化 学 I | 30～50 | |

- 4 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
- 5 解答用紙には解答欄以外に次の記入欄があるので、監督者の指示に従って、それぞれ正しく記入し、マークしなさい。

① 受験番号欄

受験番号(数字及び英字)を記入し、さらにその下のマーク欄にマークしなさい。
正しくマークされていない場合は、採点できないことがあります。

② 氏名欄、試験場コード欄

氏名・フリガナ及び試験場コード(数字)を記入しなさい。

③ 解答科目欄

解答する科目を一つ選び、科目の下の○にマークしなさい。マークされていない場合又は複数の科目にマークされている場合は、0点となります。

裏表紙に続く。

6 解答は、解答用紙の問題番号に対応した解答欄にマークしなさい。例えば、第2問の

| |
|---|
| 1 |
|---|

 と表示のある問いに対して㉓と解答する場合は、次の(例)のように問題番号2の解答番号1の解答欄の㉓にマークしなさい。

(例)

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|
| 2 | 解 答 欄 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 | a | b | c | d | | |
| 1 | ① | ② | ㉓ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ | ⑨ | ⑩ | Ⓐ | Ⓑ | Ⓒ | Ⓓ | | |

7 問題冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離してはいけません。

8 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。

化 学 I

(全 問 必 答)

必要があれば、原子量は次の値を使うこと。

H 1.0 C 12 N 14 O 16 Na 23

S 32 Cu 64

また、問題文中の体積の単位記号 L は、リットルを表す。

第 1 問 次の問い(問 1～6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕(配点 25)

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 分子からなる物質

- ① 亜鉛 ② 塩化水素 ③ 塩化ナトリウム
④ 炭酸水素ナトリウム ⑤ ミョウバン

b 二重結合をもたない分子

- ① 二酸化炭素 ② 酢酸 ③ アセトアルデヒド
④ エタノール ⑤ プロペン(プロピレン)

問 2 二つの原子が互いに同位体であることを示す記述として正しいものを、次の

①～⑤のうちから一つ選べ。 3

- ① 陽子の数は等しいが、質量数が異なる。
- ② 陽子の数は異なるが、質量数が等しい。
- ③ 陽子の数と中性子の数の和が等しい。
- ④ 中性子の数は異なるが、質量数が等しい。
- ⑤ 中性子の数は等しいが、質量数が異なる。

問 3 イオン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 イオン化エネルギー(第一イオン化エネルギー)は、原子から電子を1個取り去って陽イオンにするのに必要な最小のエネルギーである。
- ② イオン結晶に含まれる陽イオンの数と陰イオンの数は、必ず等しい。
- ③ 塩素原子は、電子を受け取って1価の陰イオンになりやすい。
- ④ ナトリウムイオンは、ネオン原子と同じ電子配置をもつ。
- ⑤ イオン結合は、陽イオンと陰イオンの静電的な引力による結合である。

化学 I

問 4 標準状態における体積が最も大きいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 2.0 g の H_2
- ② 標準状態で 20 L の He
- ③ 88 g の CO_2
- ④ 28 g の N_2 と標準状態で 5.6 L の O_2 との混合気体
- ⑤ 2.5 mol の CH_4

問 5 質量パーセント濃度 8.0 % の水酸化ナトリウム水溶液の密度は 1.1 g/cm^3 である。この溶液 100 cm^3 に含まれる水酸化ナトリウムの物質量は何 mol か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 mol

- ① 0.18
- ② 0.20
- ③ 0.22
- ④ 0.32
- ⑤ 0.35
- ⑥ 0.38

問 6 身の回りの現象や物質・製品に関する記述として下線部に誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 7

- ① 鉄粉を用いている使い捨てカイロは、空気中で発熱する。これは、鉄が酸化されるためである。
- ② 火山地帯や温泉では、卵の腐ったようなにおい(腐卵臭)がすることがある。これは硫化水素のにおいである。
- ③ 炭酸飲料をコップに入れて室温に放置すると、しだいに発泡しなくなる。これは、飲料中に溶解している二酸化炭素の量が減少するためである。
- ④ セッケンの洗浄力は硬水中では低下する。これは、セッケンが Na^+ と反応して水に溶けにくい塩をつくるためである。
- ⑤ 希ガスは電球の封入ガスに使われる。これは、希ガスが他の物質と反応しにくいためである。

化学 I

第 2 問 次の問い(問 1～4)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕(配点 25)

問 1 次の実験(A・B)に関する下の問い(a・b)に答えよ。

A 固体の水酸化ナトリウム 0.200 g を 0.1 mol/L の塩酸 100 mL に溶かしたところ、505 J の発熱があった。

B 固体の水酸化ナトリウム 0.200 g を水 100 mL に溶かしたところ、225 J の発熱があった。

a 実験 A で発生した熱が溶液の温度上昇のみに使われたとすると、溶液の温度は何℃上昇するか。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、実験の前後でこの溶液の体積は変化しないものとする。また、溶液 1 mL の温度を 1℃ 上昇させるのに必要な熱量は 4.18 J とする。℃

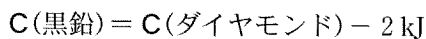
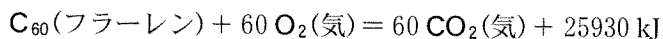
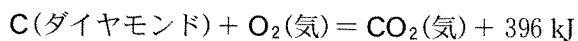
① 0.1 ② 0.8 ③ 1.2 ④ 8.3 ⑤ 12.1

b 実験(A・B)の結果から求められる、次の熱化学方程式の Q の値として最も適当な数値を、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 kJ



① -146 ② -56 ③ -28
④ 28 ⑤ 56 ⑥ 146

問 2 次の熱化学方程式を利用すると、炭素の同素体について、物質のもつエネルギー(化学エネルギー)を比較することができる。同じ質量の黒鉛、ダイヤモンド、フラーレン C_{60} について、物質のもつエネルギーが小さいものから順に正しく並べられたものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 3



- ① 黒鉛 < ダイヤモンド < フラーレン C_{60}
- ② 黒鉛 < フラーレン C_{60} < ダイヤモンド
- ③ ダイヤモンド < 黒鉛 < フラーレン C_{60}
- ④ ダイヤモンド < フラーレン C_{60} < 黒鉛
- ⑤ フラーレン C_{60} < 黒鉛 < ダイヤモンド
- ⑥ フラーレン C_{60} < ダイヤモンド < 黒鉛

化学 I

問 3 1価の酸の0.2 mol/L水溶液10 mLを、ある塩基の水溶液で中和滴定した。塩基の水溶液の滴下量とpHの関係を図1に示す。下の問い(a・b)に答えよ。

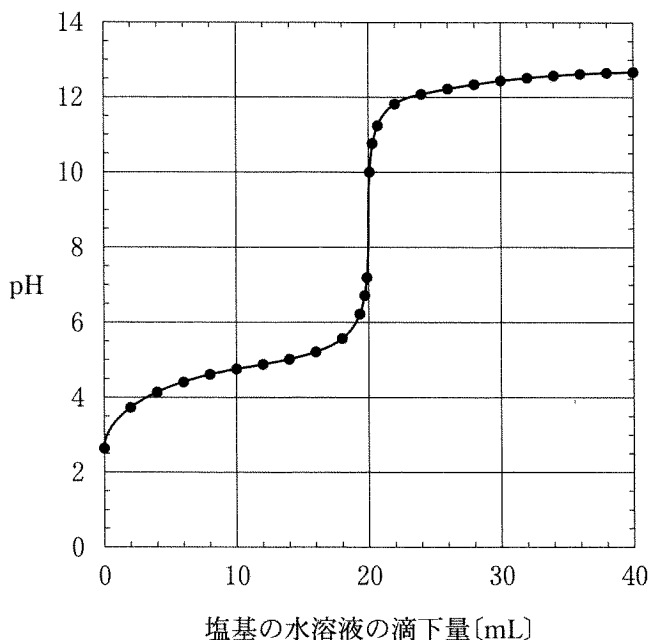


図 1

a この滴定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。

- ① この1価の酸は弱酸である。
- ② 滴定に用いた塩基の水溶液のpHは12より大きい。
- ③ 中和点における水溶液のpHは7である。
- ④ この滴定に適した指示薬はフェノールフタレインである。
- ⑤ この滴定に用いた塩基の水溶液を用いて、0.1 mol/Lの硫酸10 mLを中和滴定すると、中和に要する滴下量は20 mLである。

b 滴定に用いた塩基の水溶液として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① 0.05 mol/L のアンモニア水
- ② 0.1 mol/L のアンモニア水
- ③ 0.2 mol/L のアンモニア水
- ④ 0.05 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液
- ⑤ 0.1 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液
- ⑥ 0.2 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液

化学 I

問 4 図 2 の装置を用いて行った次の実験 A について、下の問い(a・b)に答えよ。

A 0.3 mol/L の硫酸銅(II) CuSO_4 水溶液を入れた容器の中で、2 枚の銅板を電極とし、起電力 1.5 V の乾電池を用いて一定の電流 I [A] を時間 t [秒] 流したところ、一方の電極上に銅が m [g] 析出した。

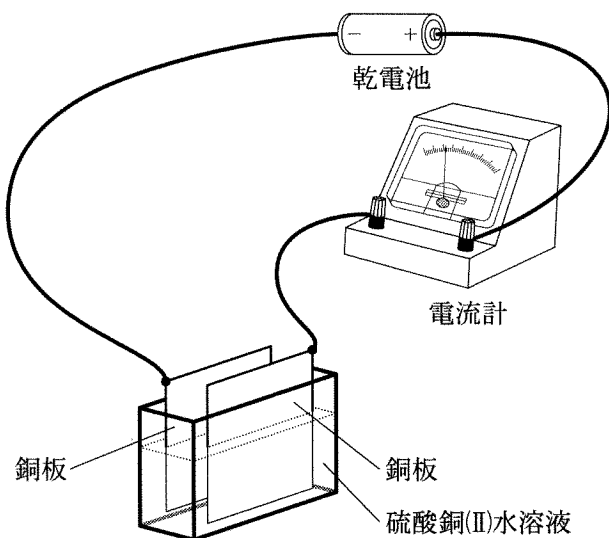


図 2

a 実験 A 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。 6

- ① 電流を流す時間を $2t$ [秒] にすると、析出する銅の質量は $2m$ [g] になる。
- ② 電流を $2I$ [A] にすると、時間 t [秒] の間に析出する銅の質量は $2m$ [g] になる。
- ③ 陰極では $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ の反応によって銅が析出する。
- ④ 陽極では H_2O が還元されて H_2 が発生する。
- ⑤ 実験の前後で溶液中の SO_4^{2-} の物質量は変化しない。

b 実験 A から、電子 1 個がもつ電気量 [C] を求める式として正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、アボガドロ数を N とする。 7 C

- | | | |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| ① $-\frac{mtI}{32N}$ | ② $-\frac{32tI}{mN}$ | ③ $-\frac{mtI}{64N}$ |
| ④ $-\frac{64tI}{mN}$ | ⑤ $-\frac{mtI}{128N}$ | ⑥ $-\frac{128tI}{mN}$ |

化学 I

第3問 次の問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕(配点 25)

問1 地殻中に含まれる金属元素について、存在量の多いものを6種類示すと次のようになる。これらの元素に関する下の問い(a・b)に答えよ。

Al, Fe, Ca, Mg, Na, K

a 3価の陽イオンとして安定に存在することのできる元素を正しく選択しているものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

① Al, Fe

② Al, Ca

③ Al, Mg

④ Fe, Ca

⑤ Fe, Mg

⑥ Ca, Mg

b 炎色反応を示す元素のみを正しく選択しているものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

① Na, K, Mg

② Na, K, Ca

③ Na, Mg, Ca

④ K, Mg, Ca

⑤ Na, K, Mg, Ca

問 2 次の①～⑤の化学変化のうち、下線の化合物が酸化剤として作用しているものを一つ選べ。

- ① クロム酸カリウム水溶液に硫酸を加えると、橙赤色になる。
- ② 硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液に過酸化水素水を加えると、赤紫色が消える。
- ③ 硫酸銅(Ⅱ)水溶液にアンモニア水を過剰に加えると、深青色になる。
- ④ 硫化水素の水溶液に二酸化硫黄を通じると、白濁する。
- ⑤ 硫酸酸性のヨウ化カリウム水溶液に過酸化水素水を加えると、褐色になる。

問 3 ケイ素、リン、硫黄に関する記述として正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① いずれの単体にも同素体は存在しない。
- ② 単体はいずれも、ダイヤモンドと同様の構造をもつ共有結合の結晶である。
- ③ いずれも地殻中に単体として存在する。
- ④ 酸化物はいずれも、常温・常圧で気体である。
- ⑤ いずれも非金属元素である。

化学 I

問 4 硫酸 H_2SO_4 のように分子中に酸素原子を含む無機の酸をオキソ酸という。

オキソ酸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。

5

- ① 酸化数 + 1 の塩素原子 1 個を含むオキソ酸は、強い酸化作用を示す。
- ② 酸化数 + 4 の炭素原子 1 個を含むオキソ酸は、弱酸である。
- ③ 酸化数 + 5 の窒素原子 1 個を含むオキソ酸は、強い酸化作用を示す。
- ④ 酸化数 + 5 のリン原子 1 個を含むオキソ酸は、2 価の酸である。
- ⑤ 酸化数 + 6 の硫黄原子 1 個を含むオキソ酸は、強酸である。

問 5 しょうゆを水で 100 倍に希釈した試料溶液 10 mL をビーカーに入れた。この溶液に 0.050 mol/L 硝酸銀水溶液を少量ずつ加えていったところ、試料溶液中の塩化物イオンを塩化銀として沈殿させるのに 6.0 mL を要した。このしょうゆに含まれる塩化ナトリウムの濃度 [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。ただし、沈殿はすべて塩化銀であり、しょうゆに含まれる塩化物イオンはすべて塩化ナトリウムによるものとする。

6 mol/L

- ① 0.30 ② 0.33 ③ 3.0
- ④ 3.3 ⑤ 30 ⑥ 33

問 6 図 1 に示すふたまたの試験管の A に硫化鉄(Ⅱ)を, B に希硫酸を入れ, 試験管を傾けて両者を混合することにより, 硫化水素を発生させることができる。この実験に関する記述として誤りを含むものを, 下の①~⑤のうちから一つ選べ。

7

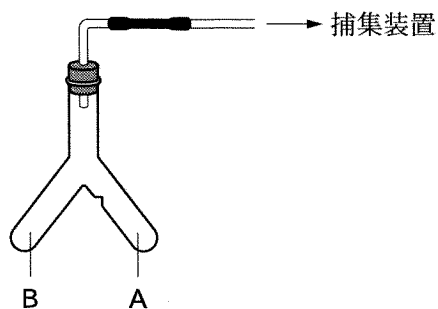


図 1

- ① 実験装置は, 換気の良い場所に設置する。
- ② 希硫酸は, 純水に濃硫酸を加えて調製する。
- ③ 発生した気体は, 上方置換によって捕集する。
- ④ 発生した気体を酢酸鉛(Ⅱ)水溶液に通じると, 沈殿が生じる。
- ⑤ 希硫酸の代わりに希塩酸を用いて同様の操作を行っても, 硫化水素が発生する。

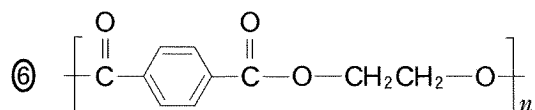
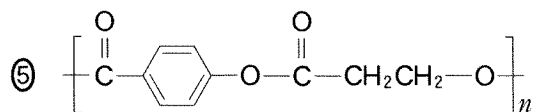
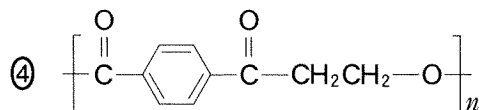
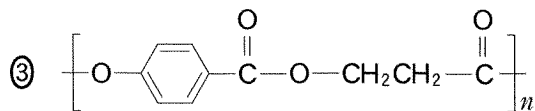
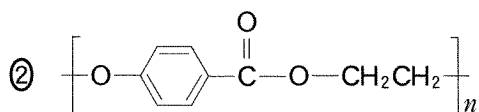
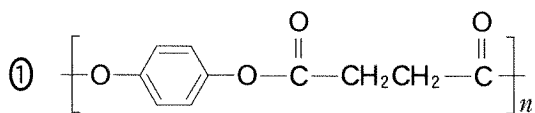
化学 I

第 4 問 次の問い(問 1～7)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕(配点 25)

問 1 アルカン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。

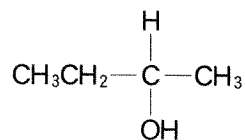
- ① 炭素数 1 のアルカンは、天然ガスの主成分である。
- ② 炭素数 2 のアルカンでは、C—C 結合を軸として両側のメチル基が回転できる。
- ③ 炭素数 4 のアルカンには、3 種類の構造異性体がある。
- ④ アルカンは、シクロアルカンに比べ、分子中に含まれる水素原子の割合が大きい。
- ⑤ アルカン 1 mol を完全燃焼させると、水が二酸化炭素より 1 mol 多く生成する。

問 2 ポリエチレンテレフタレート(PET)は、エチレングリコール(1,2-エタンジオール)とテレフタル酸がエステル結合を形成しながら重合した化合物である。ポリエチレンテレフタレートの構造式として正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 2



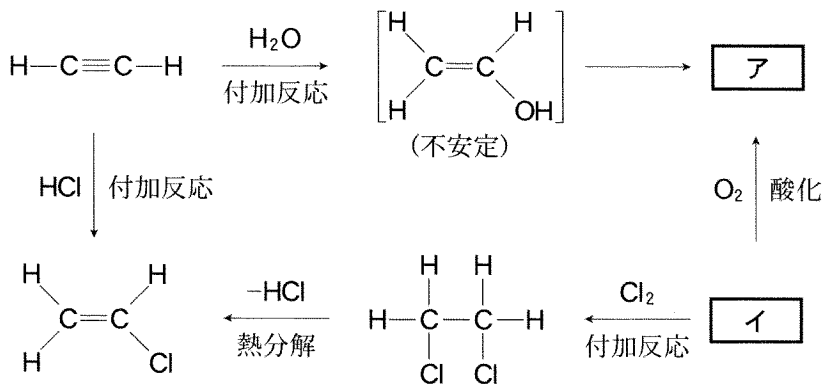
化学 I

問 3 次の構造式で示される 2-ブタノールの性質に関する記述として誤りを含むものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 3



- ① 水酸化ナトリウム水溶液とヨウ素を加えて温めると、黄色の沈殿が生成する。
- ② 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると、紫色に呈色する。
- ③ 単体のナトリウムを加えると、水素が発生する。
- ④ 硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液で酸化すると、ケトンが生成する。
- ⑤ 酢酸と縮合すると、エステルが生成する。



問 4 次の有機化合物の反応について、式中の **ア** ・ **イ** に当てはまる化合物の組合せとして正しいものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 4





| | ア | イ |
|---|-------------------------------------|----------------------------------|
| ① | CH ₃ CH ₂ -OH | CH ₃ -CH ₃ |
| ② | CH ₃ -CHO | CH ₃ -CH ₃ |
| ③ | CH ₃ -COOH | CH ₃ -CH ₃ |
| ④ | CH ₃ CH ₂ -OH | CH ₂ =CH ₂ |
| ⑤ | CH ₃ -CHO | CH ₂ =CH ₂ |
| ⑥ | CH ₃ -COOH | CH ₂ =CH ₂ |

化学 I

問 5 それぞれ 2 種類の化合物を含む次の溶液 (a・b) がある。各溶液を分液漏斗ろうとに入れ、それぞれに適当な水溶液を加えてよく振り混ぜた後、静置することにより、含まれる化合物の一方を水層に抽出して分離することができる。このとき、溶液 (a・b) に加える水溶液の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 5

a  と  を含むジエチルエーテル溶液

b  と  を含むジエチルエーテル溶液

| | a に加える水溶液 | b に加える水溶液 |
|---|--------------|--------------|
| ① | 炭酸水素ナトリウム水溶液 | 希塩酸 |
| ② | 炭酸水素ナトリウム水溶液 | 水酸化ナトリウム水溶液 |
| ③ | 希塩酸 | 水酸化ナトリウム水溶液 |
| ④ | 希塩酸 | 炭酸水素ナトリウム水溶液 |
| ⑤ | 水酸化ナトリウム水溶液 | 炭酸水素ナトリウム水溶液 |
| ⑥ | 水酸化ナトリウム水溶液 | 希塩酸 |

問 6 図 1 は、炭素、水素、酸素でできた有機化合物の元素分析を行うための装置を示している。試料の質量を精密にはかり、これを乾燥した酸素の気流中で完全燃焼させる。生成した水と二酸化炭素を、容器に充填した試薬(・) に吸収させ、これらの質量変化から水と二酸化炭素の量を求める。用いる試薬(・) の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

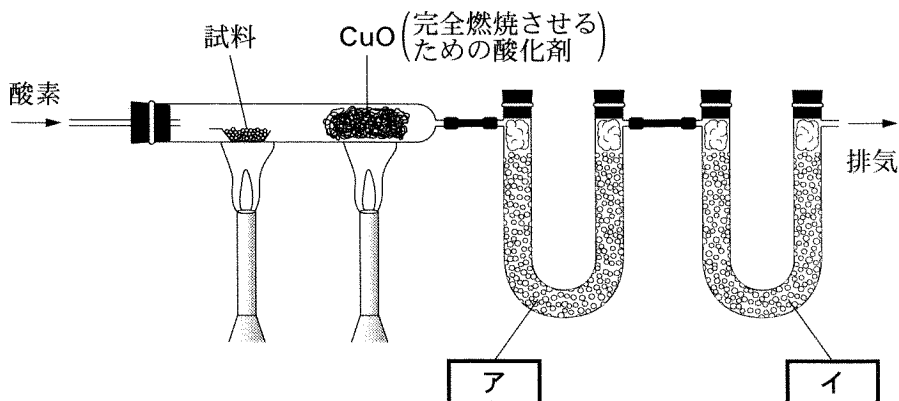


図 1

| | ア | イ |
|---|---------|---------|
| ① | 塩化カルシウム | ソーダ石灰 |
| ② | ソーダ石灰 | セッコウ |
| ③ | セッコウ | 塩化カルシウム |
| ④ | 塩化カルシウム | セッコウ |
| ⑤ | ソーダ石灰 | 塩化カルシウム |
| ⑥ | セッコウ | ソーダ石灰 |

化学 I

問 7 炭素数 4 の鎖式不飽和炭化水素を完全燃焼させたところ、二酸化炭素 88 mg と水 27 mg が生成した。この炭化水素 8.1 g に、触媒を用いて水素を付加させたところ、すべてが飽和炭化水素に変化した。このとき消費された水素分子の物質質量は何 mol か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

mol

① 0.15

② 0.30

③ 0.47

④ 0.56

⑤ 0.60

⑥ 0.65