

2月3日(土)

令和6年度 A日程入学試験問題

理 科

— 注意事項 —

- 1 問題ページは以下のとおり。解答用紙はいずれの科目も1枚である。

物理	1～13 ページ
化学	15～33 ページ
生物	35～52 ページ

- 2 試験開始後、問題を見てから解答する科目を選択することができる。
選択した科目は、解答用紙の科目名欄へ指示にしたがって記入し、選択欄を必ずマークすること。
- 3 解答は、解答用紙の解答マーク欄へ問題の指示にしたがってマークすること。
解答用紙は全科目共通であるから、科目によってはマークしなくてもよい解答マーク欄がある。
- 4 試験時間は60分である。

化 学

問題は次のページからです。

化 学

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 S : 32 Cu : 64

1 この問題は、解答欄 ～ に解答すること。

次の問いに答えなさい。(25点)

問1 次の物質のうち、互いに同素体であるものの組合せとして最もふさわしいものを、次の ア～カの中から1つ選び、解答欄 にマークしなさい。

- | | |
|-----------------|------------|
| ア 二酸化炭素とダイヤモンド | イ メタンとエチレン |
| ウ 酸化鉄(Ⅱ)と酸化鉄(Ⅲ) | エ 水素とヘリウム |
| オ グルコースとナフタレン | カ 酸素とオゾン |

問2 共有電子対と非共有電子対の数が等しい物質として最もふさわしいものを、次の ア～カの中から1つ選び、解答欄 にマークしなさい。

- | | | |
|-------|--------|---------|
| ア 窒素 | イ 塩素 | ウ 硫化水素 |
| エ メタン | オ 塩化水素 | カ アンモニア |

問3 組成式が M_2O_3 で表される、金属 M の酸化物 9.4g を分析したところ酸素原子が 2.4g だけ含まれていることがわかった。金属 M の原子量として最もふさわしいものを、次の ア～カ の中から 1 つ選び、解答欄 3 にマークしなさい。

- | | | |
|------|-------|-------|
| ア 23 | イ 35 | ウ 63 |
| エ 70 | オ 105 | カ 140 |

問4 二酸化炭素分子と酸素分子が 1 : 5 の物質量の割合で含まれている混合気体がある。この混合気体の平均分子量と同じ分子量である物質として最もふさわしいものを、次の ア～カ の中から 1 つ選び、解答欄 4 にマークしなさい。

- | | | |
|----------|----------|------------|
| ア NH_3 | イ H_2S | ウ C_2H_6 |
| エ CO | オ NO_2 | カ N_2 |

問5 塩素に関する次の記述 (a～d) のうちで、正しいものの組合せとして最もふさわしいものを、下の ア～カ の中から 1 つ選び、解答欄 5 にマークしなさい。

- a 単体は、単原子分子である。
- b 単体は、水上置換で捕集する。
- c $HClO$ は酸化作用が強く、漂白に用いられる。
- d $AgCl$ は水にほとんど溶けない。

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ア a・b | イ a・c | ウ a・d |
| エ b・c | オ b・d | カ c・d |

問6 アルミニウムに関する次の文章中の ～ に当てはまる語句の組合せとして最もふさわしいものを、下の ア～クの中から1つ選び、解答欄 にマークしなさい。

アルミニウムは周期表の13族に属する 元素である。単体のアルミニウムは濃硝酸に対しては を形成するため、溶解しない。アルミニウムは単体で用いられるほか、 のような合金の材料としても利用されている。

	<input type="text" value="a"/>	<input type="text" value="b"/>	<input type="text" value="c"/>
ア	典型	複塩	ジュラルミン
イ	典型	複塩	ステンレス鋼
ウ	典型	不動態	ジュラルミン
エ	典型	不動態	ステンレス鋼
オ	遷移	複塩	ジュラルミン
カ	遷移	複塩	ステンレス鋼
キ	遷移	不動態	ジュラルミン
ク	遷移	不動態	ステンレス鋼

問7 ある質量のスクロースを完全に加水分解したところ、2種類の単糖の混合物が得られた。これにフェーリング液を加えて加熱すると、酸化銅(Ⅰ) Cu_2O の赤色沈殿が2.88g得られた。このスクロースの質量 [g] として最もふさわしいものを、次の ア～カの中から1つ選び、解答欄 にマークしなさい。ただし、スクロースを構成する単糖の分子式はいずれも $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ であり、フェーリング液を用いた反応では、1molの単糖から1molの Cu_2O が得られるものとする。

- | | | |
|--------|--------|-------|
| ア 3.4g | イ 6.8g | ウ 10g |
| エ 14g | オ 17g | カ 21g |

2 この問題は、解答欄 21 ~ 27 に解答すること。

次の問い (A)・(B) に答えなさい。(25点)

(A) 状態変化に関する次の問いに答えなさい。

問1 図1は水の状態図である。この図に関する記述として最もふさわしいものを、下のア~カの中から1つ選び、解答欄 21 にマークしなさい。なお、図中の矢印①、②は水の状態の変化を表している。

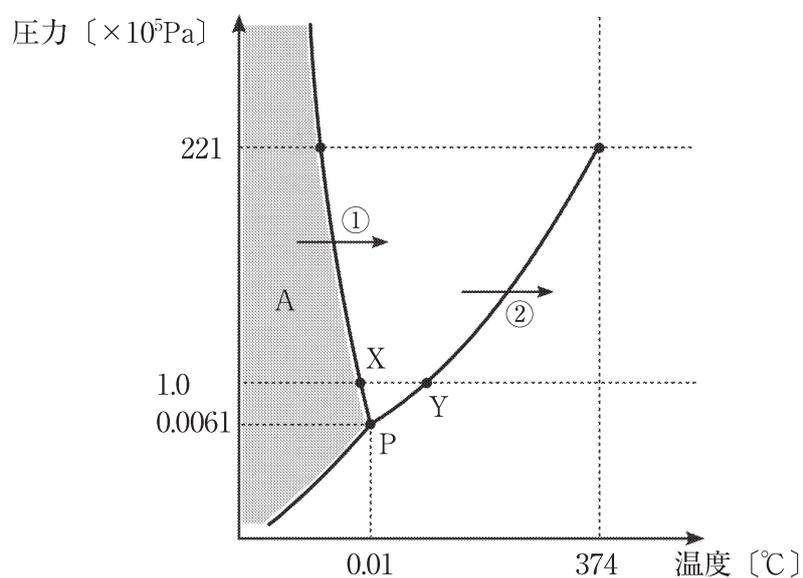


図1

- ア Aの領域で水は液体の状態である。
- イ 点Pは臨界点とよばれ、固体・液体・気体が共存する。
- ウ ①の変化は凝固である。
- エ ②の変化は蒸発である。
- オ 点Xにおける温度は融点であり、水の融点は圧力によらず一定の値になる。
- カ 点Yにおける温度は沸点であり、水の沸点は圧力によらず一定の値になる。

問2 図2はジエチルエーテル、エタノール、水の蒸気圧曲線を示す。この図について述べた下の記述(a~c)について、その正誤の組合せとして最もふさわしいものを、下のア~クの中から1つ選び、解答欄 **22** にマークしなさい。

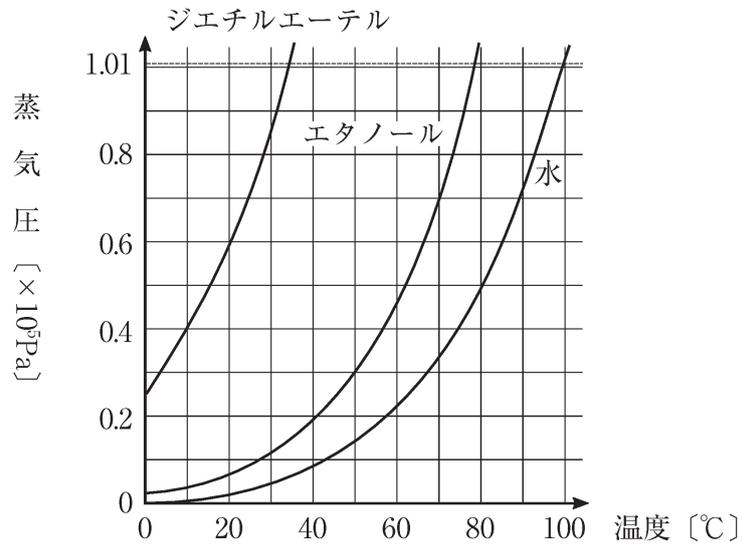
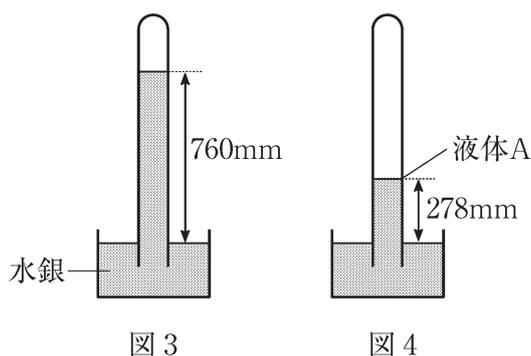


図2

- a $7.0 \times 10^4 \text{Pa}$ では、エタノールは 70°C で沸騰する。
- b 3つの物質のうち、最も蒸発しやすいものはジエチルエーテルである。
- c 60°C では、水蒸気圧を $3.0 \times 10^4 \text{Pa}$ にすることはできない。

	a	b	c
ア	正	正	正
イ	正	正	誤
ウ	正	誤	正
エ	正	誤	誤
オ	誤	正	正
カ	誤	正	誤
キ	誤	誤	正
ク	誤	誤	誤

問3 長さ約1mのガラス管に水銀を満たし、空気が入らないようにして水銀だめに倒立させると、次の図3に示すように水銀の上部に空間が生じ、水銀柱の高さが760mmになった。次にガラス管の下から液体Aを入れると水銀柱の上部にわずかに液体Aが残り、水銀柱の高さは次の図4に示すように278mmになった。この温度におけるAの蒸気圧〔Pa〕として最もふさわしいものを、下のア～カの中から1つ選び、解答欄 **23** にマークしなさい。ただし、水銀柱の上部の液体Aはわずかであり、その質量は無視できるものとする。なお、760mmHgは、 1.01×10^5 Paに相当する。



- | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| ア 3.7×10^4 Pa | イ 4.8×10^4 Pa | ウ 6.4×10^4 Pa |
| エ 7.2×10^4 Pa | オ 1.6×10^5 Pa | カ 2.8×10^5 Pa |

(B) 溶液の性質に関する次の問いに答えなさい。

問4 次の記述を読み、下の問い(1)、(2)に答えなさい。

シクロヘキサンとナフタレンを用いて、液体を冷却する実験を行った。まず、シクロヘキサンを純溶媒として冷却し、時間の経過にともなう温度変化を測定したところ、図5の①のグラフが得られた。次に、シクロヘキサンにナフタレンを溶解させた溶液で同様の実験を行ったところ、図5の②のグラフが得られた。

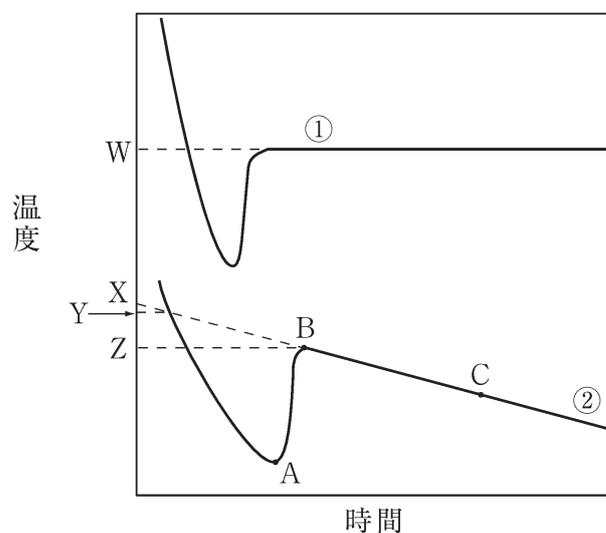


図5

(1) ②のグラフに関する記述として最もふさわしいものを、次のア～カの中から1つ選び、解答欄 **24** にマークしなさい。

- ア 凝固点を過ぎてから点Aまでの間は、固体と液体が共存する状態である。
- イ 溶液の凝固が始まったのは点Bからである。
- ウ BC間の状態を過冷却という。
- エ BC間でグラフが右下がりになるのは、溶質が析出するためである。
- オ 点Xの温度を凝固点とする。
- カ AB間で急激な温度変化が生じるのは、凝固熱が発生するためである。

(2) シクロヘキサンの質量は 50g であり、凝固点降下度が 1.2K と測定された。シクロヘキサンに溶解したナフタレンの質量[g]として最もふさわしいものを、次の ア～カ の中から1つ選び、解答欄 **25** にマークしなさい。なお、シクロヘキサンのモル凝固点降下は $20.2\text{K}\cdot\text{kg}/\text{mol}$ であり、ナフタレンの分子量は 128 であるものとする。

- | | | |
|---------|---------|---------|
| ア 0.38g | イ 0.42g | ウ 0.56g |
| エ 0.72g | オ 1.2g | カ 1.5g |

問5 気体の溶解度に関する次の問い (1)、(2) に答えなさい。

(1) 気体の溶解度に関する次の文章中の **a** ～ **c** に当てはまる語句の組合せとして最もふさわしいものを、下の ア～ク の中から1つ選び、解答欄 **26** にマークしなさい。

一定量の溶媒に溶ける気体の量は、一般的に温度が **a** ほど多い。また、溶媒に溶けにくく、溶媒と反応しない気体において、温度一定で一定量の溶媒に溶ける気体の質量および物質量は、溶媒と接する気体の圧力に **b** する。これを **c** の法則という。

	a	b	c
ア	高い	比例	ファントホッフ
イ	高い	比例	ヘンリー
ウ	高い	反比例	ファントホッフ
エ	高い	反比例	ヘンリー
オ	低い	比例	ファントホッフ
カ	低い	比例	ヘンリー
キ	低い	反比例	ファントホッフ
ク	低い	反比例	ヘンリー

(2) 0°C 、 $1.0 \times 10^5\text{Pa}$ のもとで、水 1.0L に酸素は 49mL 溶ける。 0°C 、 $5.0 \times 10^5\text{Pa}$ の空気が水に接しているとき、2.0L の水に溶けている酸素の 0°C 、 $1.0 \times 10^5\text{Pa}$ における体積 [mL] として最もふさわしいものを、次の ア～カの中から 1 つ選び、解答欄 27 にマークしなさい。
なお、空気は体積百分率で窒素 80%、酸素 20%の混合気体であるとする。

ア 49mL

イ 98mL

ウ 196mL

エ 245mL

オ 490mL

カ 900mL

3 この問題は、解答欄 41 ～ 47 に解答すること。

次の問い (A)・(B) に答えなさい。(25点)

(A) 酸化還元に関する次の問いに答えなさい。

問1 $K_4[Fe(CN)_6]$ 中のFeと同じ酸化数をとっている原子を含むものとして最もふさわしいものを、次のア～オの中から1つ選び、解答欄 41 にマークしなさい。

ア PbS イ Fe_2O_3 ウ $K_2Cr_2O_7$ エ MnO_2 オ AgCl

問2 次の反応 (a～e) のうちで、下線で示した物質が酸化剤としてはたらくものの組合せとして最もふさわしいものを、下のア～コの中から1つ選び、解答欄 42 にマークしなさい。

- a 銅に濃硝酸を加えると、二酸化窒素が発生する。
- b 過酸化水素水に硫化水素を吹き込むと、硫黄が生じる。
- c 炭酸ナトリウムに塩酸を加えると、炭酸水素ナトリウムが生じる。
- d 酸化銅(II)をメタノールと反応させると、ホルムアルデヒドが生じる。
- e 硝酸銀水溶液に塩酸を加えると、塩化銀が生じる。

ア a・b イ a・c ウ a・d エ a・e オ b・c
 カ b・d キ b・e ク c・d ケ c・e コ d・e

問3 酸化還元滴定に関する下の問い(1)、(2)に答えなさい。

ヨウ素とチオ硫酸ナトリウム $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ は、次式のように反応する。



ヨウ素が溶けているヨウ化カリウム水溶液を、 0.20mol/L のチオ硫酸ナトリウム水溶液で滴定する実験を行った。

(1) この滴定で用いる指示薬の名称と、滴定の終点前後における溶液の色の変化の組合せとして最もふさわしいものを、次のア～クの中から1つ選び、解答欄 **43** にマークしなさい。

	指示薬	色の変化
ア	フェノールフタレイン溶液	無色から赤色
イ	フェノールフタレイン溶液	赤色から無色
ウ	メチルオレンジ溶液	黄色から赤色
エ	メチルオレンジ溶液	赤色から黄色
オ	デンプン水溶液	青紫色から無色
カ	デンプン水溶液	無色から青紫色
キ	BTB 溶液	青色から黄色
ク	BTB 溶液	黄色から青色

(2) 滴定の終点までに要したチオ硫酸ナトリウム水溶液は 12mL であった。このとき反応したヨウ素の物質質量 $[\text{mol}]$ として最もふさわしいものを、次のア～カの中から1つ選び、解答欄 **44** にマークしなさい。

- | | | | | | |
|---|--------------------------------|---|--------------------------------|---|--------------------------------|
| ア | $1.2 \times 10^{-3}\text{mol}$ | イ | $2.4 \times 10^{-3}\text{mol}$ | ウ | $4.8 \times 10^{-3}\text{mol}$ |
| エ | $1.2 \times 10^{-2}\text{mol}$ | オ | $2.4 \times 10^{-2}\text{mol}$ | カ | $4.8 \times 10^{-2}\text{mol}$ |

(B) 電離平衡に関する次の問いに答えなさい。

問4 酢酸の電離に関する下の問い(1)、(2)に答えなさい。

酢酸は水溶液中で電離し、次式に示す電離平衡の状態となる。酢酸水溶液の濃度は 3.0×10^{-2} mol/L、酢酸の電離定数 K_a は 2.7×10^{-5} mol/L であり、酢酸の電離度は1に比べて十分に小さいものとする。



(1) この電離平衡における酢酸の電離度として最もふさわしいものを、次のア～カの中から1つ選び、解答欄 **45** にマークしなさい。

- | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| ア 2.0×10^{-3} | イ 3.0×10^{-3} | ウ 9.0×10^{-3} |
| エ 2.0×10^{-2} | オ 3.0×10^{-2} | カ 9.0×10^{-2} |

(2) この電離平衡における酢酸水溶液の pH として最もふさわしいものを、次のア～オの中から1つ選び、解答欄 **46** にマークしなさい。ただし、 $\log_{10}3 = 0.48$ とする。

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| ア 2.0 | イ 3.0 | ウ 4.0 | エ 5.0 | オ 6.0 |
|-------|-------|-------|-------|-------|

問5 酢酸ナトリウムに関する次の文章中の ～ に当てはまる化学式と語句の組合せとして最もふさわしいものを、下の ア～ク の中から1つ選び、解答欄 にマークしなさい。

酢酸ナトリウムを水に溶かすと、このとき生じた酢酸イオンの一部が水分子と反応し、 を生じるため、水溶液は を示す。酢酸ナトリウムと酢酸を等濃度で含む水溶液に、塩酸を少量加えると、 。

	<input type="text" value="a"/>	<input type="text" value="b"/>	<input type="text" value="c"/>
ア	H ⁺	酸性	水素イオン濃度が大きく増加する
イ	H ⁺	酸性	水素イオン濃度はほぼ変わらない
ウ	H ⁺	中性	水素イオン濃度が大きく増加する
エ	H ⁺	中性	水素イオン濃度はほぼ変わらない
オ	OH ⁻	塩基性	水素イオン濃度が大きく増加する
カ	OH ⁻	塩基性	水素イオン濃度はほぼ変わらない
キ	OH ⁻	中性	水素イオン濃度が大きく増加する
ク	OH ⁻	中性	水素イオン濃度はほぼ変わらない

4 この問題は、解答欄 ～ に解答すること。

次の問い (A)・(B) に答えなさい。(25点)

(A) 遷移元素に関する次の問いに答えなさい。

問1 鉄に関する次の文章中の ～ に当てはまる語句と化学式の組合せとして最もふさわしいものを、下の ア～クの中から1つ選び、解答欄 にマークしなさい。

鉄を希硫酸に溶かして得られた溶液を濃縮すると、 色の の結晶が得られる。また、鉄は高温の水蒸気と反応 。

	<input type="text" value="a"/>	<input type="text" value="b"/>	<input type="text" value="c"/>
ア	淡緑	$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	する
イ	淡緑	$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	しない
ウ	淡緑	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	する
エ	淡緑	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	しない
オ	黄褐	$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	する
カ	黄褐	$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	しない
キ	黄褐	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	する
ク	黄褐	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	しない

問2 銅とその化合物に関する記述として最もふさわしいものを、次の ア～オ の中から1つ選び、解答欄 **62** にマークしなさい。

- ア 銅を熱濃硫酸に溶かすと、硫化水素が生成する。
- イ 硫酸銅(Ⅱ)無水物は白色の粉末で、水に溶かすと青色の溶液となる。
- ウ 銅の粉末は空気中において高温で酸素と反応し、赤色の酸化銅(Ⅱ)を生じる。
- エ 銅を湿気のある空気中に長時間放置すると、赤褐色のさびを生じる。
- オ 銅の単体は、熱伝導性も電気伝導性も銀より大きい。

問3 銀とその化合物に関する記述として誤っているものを、次の ア～オ の中から1つ選び、解答欄 **63** にマークしなさい。

- ア 塩化銀はアンモニア水に溶けて、 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ が生じる。
- イ 硝酸銀水溶液は、無色である。
- ウ 臭化銀は、水に溶けにくい。
- エ 銀の単体は、濃硝酸とは反応しない。
- オ ハロゲン化銀は感光性をもつことから、写真のフィルムなどに用いられる。

問4 マンガンおよびクロムの化合物に関する記述として最もふさわしいものを、次の ア～オ の中から1つ選び、解答欄 **64** にマークしなさい。

- ア 二クロム酸カリウムを水に溶かすと、赤紫色を示す。
- イ 二クロム酸カリウム水溶液に塩酸を加えると、黄色の沈殿を生じる。
- ウ クロム酸カリウム水溶液に塩酸を加えると、赤橙色の二クロム酸イオンを生じる。
- エ 酸化マンガン(Ⅳ)は酸化剤として過酸化水素水と反応し、酸素を生じる。
- オ 過マンガン酸カリウム水溶液に硫酸を加えると、黒紫色の沈殿を生じる。

(B) 芳香族化合物に関する次の問いに答えなさい。

問5 芳香族炭化水素に関する記述として最もふさわしいものを、次のア～オの中から1つ選び、解答欄 **65** にマークしなさい。

- ア ベンゼンは無色で特有のにおいを持ち、水に溶けやすい。
- イ ベンゼン分子のすべての原子は同一平面上にある。
- ウ 鉄粉を触媒としてベンゼンに塩素を作用させると、ヘキサクロロシクロヘキサンが生成する。
- エ 過マンガン酸カリウムを用いてトルエンを酸化させると、フェノールが生成する。
- オ 分子式が C_8H_{10} である芳香族の構造異性体は3種類ある。

問6 次の記述を読み、下の問い(1)、(2)に答えなさい。

芳香族化合物Aについて、次の①、②の実験結果を得た。

- ① 化合物Aと無水酢酸を反応させると化合物Bが生じた。
- ② 濃硫酸を触媒として、化合物Aとメタノールを反応させると化合物Cが生じた。

ただし、化合物A～Cは、サリチル酸、アセチルサリチル酸、サリチル酸メチルのいずれかである。

(1) 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると呈色反応を示すものの組合せとして最もふさわしいものを、次のア～キの中から1つ選び、解答欄 **66** にマークしなさい。

- | | | | | | | | |
|---|-----|---|-----|---|-----|---|-------|
| ア | Aのみ | イ | Bのみ | ウ | Cのみ | | |
| エ | AとB | オ | AとC | カ | BとC | キ | AとBとC |

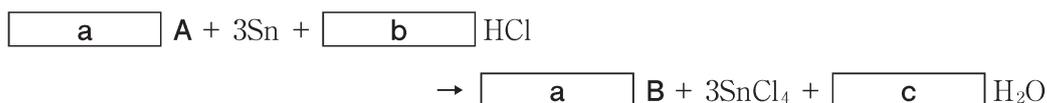
(2) 消炎鎮痛剤(湿布薬)として現在用いられているものの組合せとして最もふさわしいものを、次のア～キの中から1つ選び、解答欄 **67** にマークしなさい。

- | | | | | | | | |
|---|-----|---|-----|---|-----|---|-------|
| ア | Aのみ | イ | Bのみ | ウ | Cのみ | | |
| エ | AとB | オ | AとC | カ | BとC | キ | AとBとC |

問7 次の記述を読み、下の問い(1)、(2)に答えなさい。

ベンゼンを濃硝酸と濃硫酸でニトロ化し、ニトロベンゼンを得た。さらに、ニトロベンゼンをスズおよび塩酸で還元させてアニリン塩酸塩としたのち、水酸化ナトリウム水溶液を加えてアニリンを得た。ベンゼンをニトロ化してニトロベンゼンを得る反応の収率は80%、ニトロベンゼンを還元してアニリンを得るまでの収率は60%であった。ただし、収率とは反応式から理論的に計算された生成物の物質量に対する、実験で実際に得られた生成物の物質量の割合のことである。

(1) ニトロベンゼンがスズおよび塩酸と反応するときの化学反応式を次に示す。式中の ~ に当てはまる数値の組合せとして最もふさわしいものを、下の ア ~ クの中から1つ選び、解答欄 **68** にマークしなさい。ただし、式中においてニトロベンゼンを **A**、アニリン塩酸塩を **B** と表している。



	<input type="text" value="a"/>	<input type="text" value="b"/>	<input type="text" value="c"/>
ア	1	12	2
イ	1	12	4
ウ	1	14	2
エ	1	14	4
オ	2	12	2
カ	2	12	4
キ	2	14	2
ク	2	14	4

(2) ベンゼン 39g から得られたアニリンの質量 [g] として最もふさわしいものを、次の ア～カの中から1つ選び、解答欄 にマークしなさい。

ア 22g

イ 28g

ウ 30g

エ 37g

オ 47g

カ 62g

化

学

(計 算 用 紙)