

# 令和7年度 入学試験問題

## 理科（後期）

試験時間	120分
問題冊子	物理 1～6頁
	化学 7～16頁
	生物 17～32頁

### 注意事項

1. 指示があるまで問題冊子は開かないこと。
2. 受験科目はあらかじめ受験票に記載された2科目とし、変更は認めない。
3. 問題冊子および解答用紙に落丁、乱丁、印刷の不鮮明な箇所があったら、手を挙げて監督者に知らせること。
4. 解答が終わっても、または試験を放棄する場合でも、試験終了までは退場できない。
5. スマートフォン等の電子機器類は電源を必ず切り、鞆の中にしまうこと。
6. 机には、受験票と筆記用具（鉛筆、シャープペンシル、消しゴム）および時計（計時機能のみ）以外は置かないこと。（耳栓、コンパス、定規等は使用できない。）
7. 問題冊子および解答用紙に受験番号と氏名を記入すること。
8. 解答はすべて解答用紙の所定の解答欄に記入すること。欄外には何も書かないこと。
9. この問題冊子の余白は自由に用いてよい。
10. 質問、トイレ、体調不良等で用件のある場合は、無言のまま手を挙げて監督者の指示に従うこと。
11. 監督者の指示により離席する場合は、問題冊子および解答用紙を裏返しにすること。
12. 受験中不正行為があった場合は、試験の一切を無効とし、試験終了時刻まで別室で待機を命じる。
13. 試験終了後、解答用紙は裏返しにすること。問題冊子は持ち帰ること。

受験番号	
------	--

氏名	
----	--

# 化 学

必要があれば、以下の数値を用いよ。

原子量	H : 1.00    C : 12.0    N : 14.0    O : 16.0    Na : 23.0    Cl : 35.5 Cu : 64.0
気体定数 $R$	$8.30 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$
ファラデー定数 $F$	$9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$
アボガドロ定数 $N_A$	$6.00 \times 10^{23}/\text{mol}$
水のイオン積 $K_w$	$1.00 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$
$0^\circ\text{C}$	273 K
対数値	$\log_{10} 2 = 0.30, \log_{10} 3 = 0.48$
平方根	$\sqrt{2} = 1.41, \sqrt{3} = 1.73$

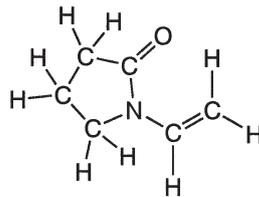
[ I ] 各問いに答えよ。

問1 以下の単体や化合物の中で、常温でナトリウムと反応するものすべてについて、その化学反応式を書け。

エタノール    塩素    酸素    ジエチルエーテル    窒素    ヘキサン    水

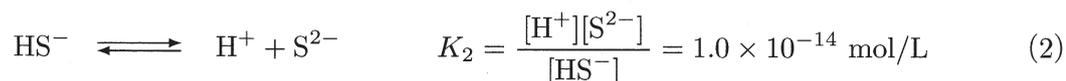
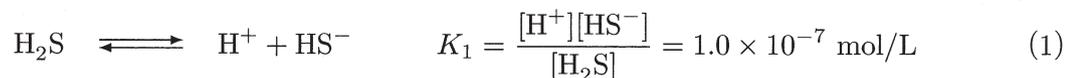
問2

- (1) 消毒液である希ヨードチンキはヨウ素の水溶液である。しかし、ヨウ素は水に溶けにくい。この問題点を解決するために添加物として加えられる無機化合物の名称を書け。
- (2) 上の(1)の無機化合物を加えるとなぜヨウ素が水に溶解できるのか。ヨウ素と無機化合物の反応式とともに書け。
- (3) ポリビニルピロリドンはヨウ素の水溶液にも利用される溶解補助剤で、下に示した化合物の付加重合により合成される。ポリビニルピロリドンの構造式を書け。



問3  ~  に適した式，数値または語句を答えよ。

水溶液に硫化物イオン  $S^{2-}$  を加えると，水溶液中のさまざまな金属イオンを沈殿させることができる。水溶液に硫化水素  $H_2S$  を吹き込むと  $H_2S$  が水に溶けて次のような2段階の電離平衡を生じる。



したがって，(1)および(2)から，水溶液中の硫化物イオン  $S^{2-}$  のモル濃度  $[S^{2-}]$  は次のように与えられることがわかる。

$$[S^{2-}] = \frac{\text{ア}}{\text{イ}} \times [H_2S] \quad (3)$$

一方，水溶液中における硫化亜鉛  $ZnS$  および硫化カドミウム  $CdS$  の溶解度積  $K_{sp}$  は次のとおりである。

硫化物	溶解度積 $K_{sp}$ $[(\text{mol/L})^2]$
ZnS	$2.0 \times 10^{-18}$
CdS	$2.0 \times 10^{-20}$

いま，水溶液中の金属イオンの初期濃度は  $[Zn^{2+}] = 2.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ ， $[Cd^{2+}] = 2.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$  であり，ここに  $H_2S$  を溶解し， $[H_2S] = 0.10 \text{ mol/L}$  に常に保たれるものとする。この水溶液では，pHが以上のとき  $ZnS$  の色沈殿が生じ，pHが以上のとき  $CdS$  の色沈殿が生じる。したがって，溶液のpHを変化させて  $ZnS$  の沈殿が生じ始めたとき，沈殿せずに溶液中に残っている  $Cd^{2+}$  はもともと溶解していた  $Cd^{2+}$  の%である。

[ II ] 文章を読んで問いに答えよ。

1 金属元素の原子は、 が小さいので電子を放出して陽イオンになりやすい。そのため、金属の単体の中では価電子が特定の原子に固定されずに金属全体を移動できる。このような電子を<sup>(a)</sup>自由電子とよぶ。自由電子がすべての金属原子に共有されてできる金属原子どうしの結合を金属結合といい、これによって金属原子が規則的に配列して金属結晶がつくられる。

金属結晶の原子配列には、単位格子が立方体でその中心と各頂点に原子が位置する 格子や、単位格子が立方体で各頂点と各面の中心とに原子が位置する 格子などがある。

Cu の金属結晶は、単位格子の一辺が  $3.6 \times 10^{-8}$  cm の 格子の構造をとる。したがって、Cu 原子が結晶中の空間に占める体積割合は % であり、Cu の金属結晶の密度は g/cm<sup>3</sup> と計算される。

2 金属を融解して他の金属を混ぜ合わせたもの、または、金属に非金属が添加されているが金属の特性をもつものを合金という。合金にはもとの金属にはない優れた性質をもつものもある。合金の構造としては、主成分の金属結晶の構造中の一部の金属原子を他の金属原子で置き換えたものや、結晶格子のすき間に他の金属原子が入り込んだものがある。また、複数の金属元素が一定の比で化合し金属間化合物を形成して均一な組成の合金となるものも知られている。一方、金属原子が規則的に配列していない合金もあり、 合金とよばれる。表 1 は合金の名称、成分、性質および用途をまとめたものである。

表 1 の は、実験室において次のような方法で簡便につくることができる。Zn の金属粉末をとり、<sup>(b)</sup>水酸化ナトリウム水溶液を加え、加熱して沸騰させると、Zn の一部が(1)のように および水と反応して、 と気体の が生じる。



このとき、Zn 粉末の大部分は残って懸濁液になっている。この懸濁液を熱しながら Cu の金属片を浸し、Zn 粉末と Cu 片とを接触させた状態でしばらく置くと、Cu 片の表面が銀白色に変化する。これは<sup>(c)</sup>Cu 片の表面に Zn の金属薄膜が形成されるためである。この過程は次のようなものである。溶液中に Zn の金属粉末だけが存在しているときは(1)の反応が起こるのに対し、溶液の中で Zn 粉末と Cu 片とが接触して共存すると、Zn 粉末の表面で Zn が に変化する際に生じる の一部が Cu 片へと流れる。その によって Cu 片の表面では、溶液中に溶けている が Zn へと変化して金属薄膜が形成される。このように金属などの表面を他の金属で覆うことを という。こうして得られた Zn で された Cu 片を炎にかざしておだやかに熱すると、 が生成することによって、Cu 片の表面が金色を呈する。

また、表 1 の に含まれる金属のうち は より が大きいため、 は、その表面が の酸化物の被膜に覆われて内部が保護される。このような状態を という。この被膜の厚さは数 nm と非常に薄いですが、表面が傷ついてもただちに再生されるので、 はさびにくい性質を示す。

表 1 合金の成分元素，性質および用途

名称	主な成分元素	性質	用途
A	Cu-Zn	美しく，加工性がよく，耐食性がある。	楽器，装飾品
B	Fe-Cr-Ni	さびにくく，薬品に強い。	台所用品，工具，鉄道車両
ニクロム	Ni-Cr	高温に強く，電気抵抗が適度に大きい。	電熱器
ジュラルミン	Al-Cu-Mg-Mn	軽くて丈夫であり，加工性がよい。	航空機の機体
無鉛ハンダ	Sn-Ag-Cu-Ni	融点が適度に低い。	金属の接合
チタン合金	Ti-Al-V, Ti-Al-Zn	軽くて強度があり，弾性が強く耐食性に優れる。	航空機のエンジン，スポーツ用品，D
形状記憶合金	Ti-Ni	変形しても加熱や冷却によって元の形に戻る。	温度センサー，眼鏡や自転車のフレーム
C	Nb-Ti, Nb-Sn	ある温度以下で電気抵抗が0になる。	リニアモーターカー，E

問 1 A ~ ソ にあてはまる語句，数値，元素記号または化学式を書け。数値は有効数字 2 桁で答えよ。

問 2 A ~ C の名称を答え，D と E に入る医療用途の例を 1 つずつあげよ。

問 3 一般に金属がもつ特性のうち，下線部(a)の自由電子と関係の深いものを 5 つあげて漢字で書け。

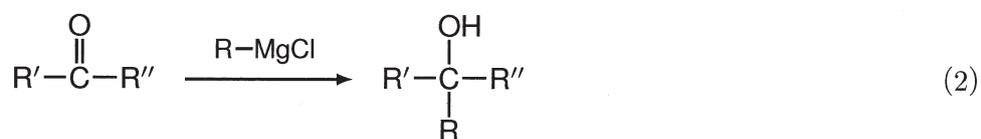
問 4 下線部(b)の水酸化ナトリウム水溶液のかわりに希硫酸を用いたとき，下線部(c)は起こりやすくなる，起こりにくくなるのどちらか。その理由とともに述べよ。

[III] 文章を読んで問いに答えよ。ただし、R-, R'-, R''-はその反応で影響を受けないアルキル基などとする。また、すべての反応は適切に終了させたものとする。

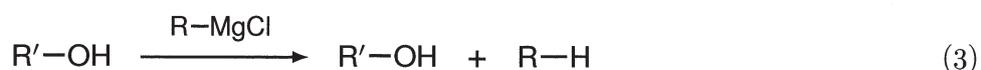
A アルカンのもつ水素原子の1つが塩素原子に置き換わった化合物である R-Cl にマグネシウム Mg を反応させると、(1)のように、グリニャール試薬とよばれる R-MgCl が生成する。



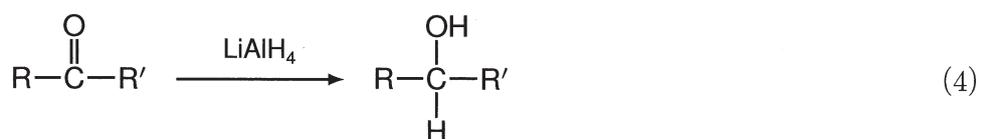
ケトンに R-MgCl を反応させた後、水などで適切に処理すると、(2)のように第三級アルコールが生成する。



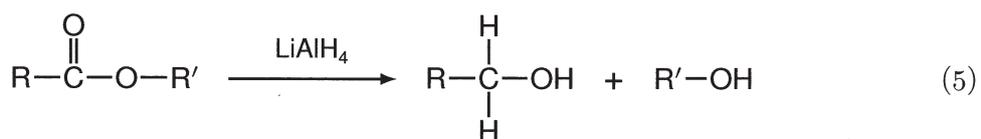
一方、アルコールに R-MgCl を加えても、(3)のように R-MgCl がアルカンになる反応が起こり、アルコールは変化しない。(2)と(3)の反応を比較すると、(3)の反応の方が圧倒的に速い。



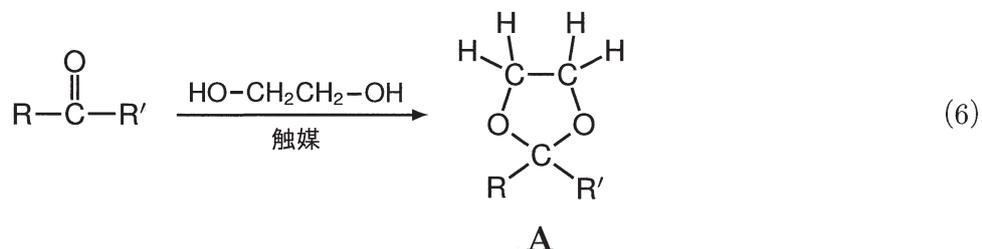
B 水素化アルミニウムリチウム LiAlH<sub>4</sub> は強い還元力をもつ。ケトンに LiAlH<sub>4</sub> を反応させた後、水などで適切に処理すると、(4)のように第二級アルコールが生成する。



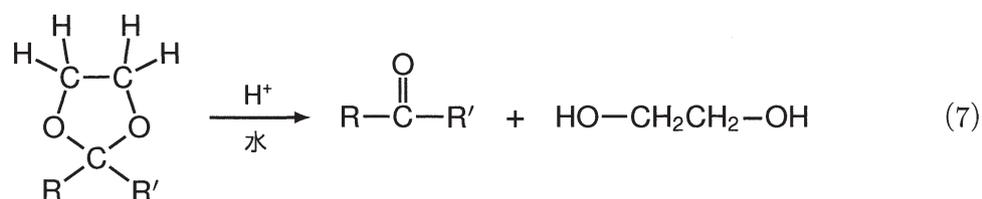
また、エステルに LiAlH<sub>4</sub> を反応させた後、水などで適切に処理すると、(5)のように第一級アルコールが生成する。



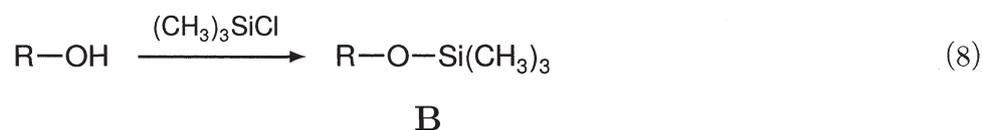
- C** ケトンに適切な触媒のもとで1,2-エタンジオール（エチレングリコール）を反応させると、(6)の **A** のような環状アセタールとよばれる化合物が生成する。この反応はケトンでは起こるが、エステルでは起こらない。



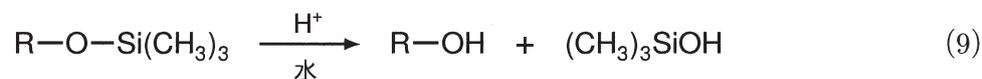
**A** に  $\text{R}-\text{MgCl}$  や  $\text{LiAlH}_4$  を加えても、何も起こらず、**A** は安定に存在する。しかし、酸性の水で処理すると、(7)のようにもとのケトンに戻る。



- D** アルコールに  $(\text{CH}_3)_3\text{SiCl}$  を反応させると、(8)の **B** のようなシリルエーテルとよばれる化合物が生成する。



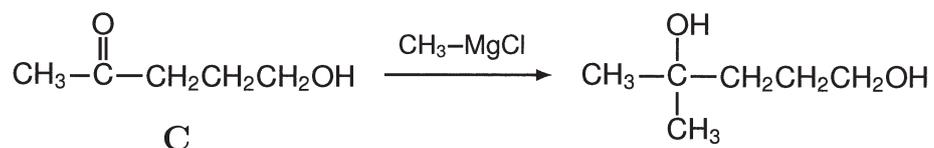
**B** に  $\text{R}-\text{MgCl}$  や  $\text{LiAlH}_4$  を加えても、何も起こらず、**B** は安定に存在する。しかし、酸性の水で処理すると、(9)のようにもとのアルコールに戻る。



問1 アセトンに  $\text{CH}_3\text{-MgCl}$  を反応させた後、水などで適切に処理すると生成するアルコールの構造式を書け。

問2 アセトンに  $\text{LiAlH}_4$  を反応させた後、水などで適切に処理すると生成するアルコールの構造式を書け。

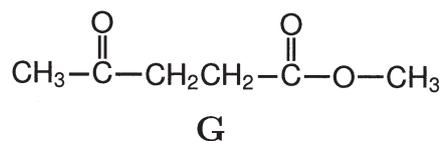
問3 下の化合物 **C** に、同じ物質量の  $\text{CH}_3\text{-MgCl}$  を加えても、下の反応は起こらなかった。その理由を書け。



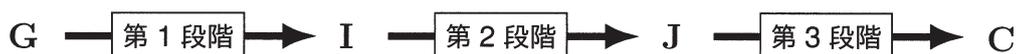
問4 化合物 **C** に  $(\text{CH}_3)_3\text{SiCl}$  を加えると生成する化合物 **D** の構造式を書け。

問5 化合物 **D** に  $\text{CH}_3\text{-MgCl}$  を反応させた後、水などで適切に処理すると化合物 **E** が生成する。続いて、化合物 **E** を酸性の水で処理すると化合物 **F** が生成する。化合物 **F** の構造式を書け。

問6 下の化合物 **G** に十分な量の  $\text{LiAlH}_4$  を反応させた後、水などで適切に処理すると生成する化合物 **H** の構造式を書け。ただし、化合物 **H** は  $\text{CH}_3\text{OH}$  ではない。



問7 化合物 **G** から化合物 **C** を合成したい。(1)~(9)の反応を組み合わせて、下のように化合物 **I**, **J** を経て3段階で合成する方法を考案し、各段階の反応を(1)~(9)の番号で答えよ。

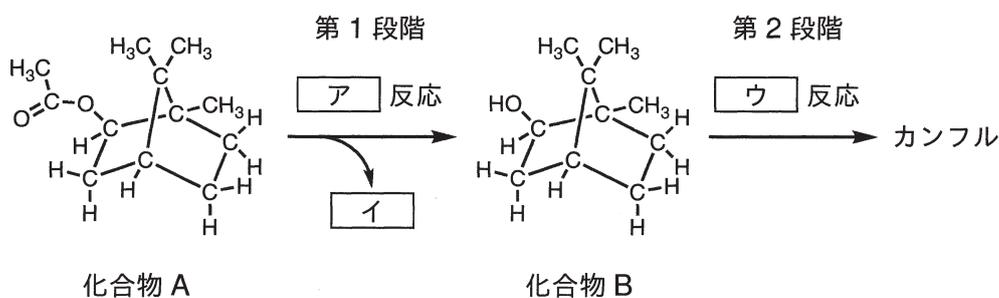




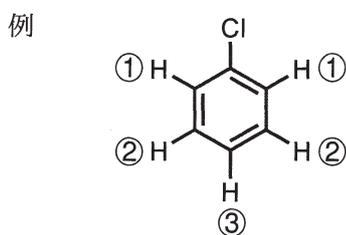
[IV] 文章を読んで問いに答えよ。

ナフタレン、*p*-ジクロロベンゼン、カンフル（樟腦：カンファー）はいずれも特有の臭気をもつ室温では固体の化合物で、水にはほとんど溶けない。ナフタレンは芳香族炭化水素、*p*-ジクロロベンゼンはハロゲン化芳香族炭化水素、カンフル  $C_{10}H_{16}O$  は脂肪族ケトンに分類され、いずれも古くから防虫剤として使用されている。ナフタレン、*p*-ジクロロベンゼン、カンフルの室温における密度  $[g/cm^3]$  はそれぞれ 1.15, 1.45, 0.990 とする。

カンフルは特徴的な架橋をもつ環状化合物であり、不斉炭素原子を2つもつにもかかわらず鏡像異性体は一对である。天然から得られるカンフルは片方の鏡像異性体のみで *d*-カンフルともよばれる。一方、化学合成では鏡像異性体混合物 (*dl*-カンフル) の合成法が用いられるが、片方の鏡像異性体のみを選択的に合成することも可能である。以下にカンフルの合成法の最後の2段階を示す。まず化合物 A を出発物質として [ア] 反応により化合物 B と [イ] が生成する。次に化合物 B の [ウ] 反応によりカンフルが合成できる。



分子中の水素原子の原子核が強い磁場中で異なる波長の電磁波を吸収・放出する現象を利用して、有機化合物の構造の情報を得ることができる。その結果、水素の原子核の種類、位置関係、個数を判別することができる。たとえば、ベンゼンの6個の水素原子は環境が等しいため、1種類として観測される。一方、クロロベンゼンは例に示すように環境が異なる水素 (①, ②, ③) をもつため、3種類として観測される。



問1 ナフタレン、*p*-ジクロロベンゼン、カンフルはいずれも固体のまま、収納した衣類の上部に設置することが推奨されている。固体のまま使用するのに必要な、三者に共通する化学的性質は何か。また、上部に設置するのが望ましい理由は何か。

問2 ある固体がナフタレン、*p*-ジクロロベンゼン、カンフルのいずれであるか不明の場合に、水と飽和食塩水を用いて簡便に見分けることができる。その手順を考案して書け。ただし、飽和食塩水は質量パーセント濃度 26.4% で、100 mL 中に 31.7 g の塩化ナトリウムを含むものとする。

問3 ナフタレンの構造式を書き、例にしたがって水素原子の種類を丸付き数字で示せ。

問4 *p*-ジクロロベンゼン (1,4-ジクロロベンゼン)、*m*-ジクロロベンゼン (1,3-ジクロロベンゼン)、*o*-ジクロロベンゼン (1,2-ジクロロベンゼン) の構造式をそれぞれ書き、例にしたがって水素原子の種類を丸付き数字で示せ。

問5 、、 に入る適切な語句を漢字で書け。

問6 カンフルの構造式を書け。さらに不斉炭素原子を丸で囲むこと。

問7 原料 1 mol がすべて反応すれば 1 mol の生成物を得られる合成反応において、0.7 mol の生成物を得られた場合、その反応収率は 70% である。上に示したカンフル合成の第 1 段階、第 2 段階の反応収率がいずれも 70% であるとき、7.6 g のカンフルを合成するために必要な化合物 **A** の質量 [g] を求めよ。