

## 平成 19 年度入学者選抜学力検査問題

## 理 科

物 理 1 ページ～ 17 ページ

化 学 18 ページ～ 30 ページ

生 物 31 ページ～ 53 ページ

地 学 54 ページ～ 64 ページ

## 注 意 事 項

1. この冊子は、監督者から解答を始めるよう合図があるまで開いてはいけません。
2. 監督者から解答を始めるよう合図があったら、まず最初に解答用紙の上部の所定欄には受験番号、座席番号を、また、下部の所定欄には座席番号をそれぞれ必ず記入しなさい。その他の欄には記入してはいけません。
3. 選択科目として届け出た科目について解答しなさい。それ以外の科目について解答すると失格となります。
4. 解答すべき問題の番号は、各学部・学科ごとに異なるので、各科目の最初に書いてある注意事項の表で確認しなさい。
5. この冊子の余白の部分を計算、下書きに使用してもかまいません。
6. 解答用紙は、記入の有無にかかわらず、持ち帰ってはいけません。
7. この冊子は持ち帰ってかまいません。
8. 落丁、乱丁、または印刷の不備なものがあったら申し出なさい。

# 化 学

注 意 1. 志望学部・学科別により、以下に示す番号の問題を解答すること。

志望する学部・学科	解答する問題番号
教育学部 志望者のうち化学を選択する者	1 4 5 7
理学部 化学科を志望する者	1 2 3 4 5 6 8
理学部 地球科学科志望者のうち化学を選択する者	1 2 3 5
医学部 志望者のうち化学を選択する者	1 2 6 8
薬学部	1 3 5 7
工学部 志望者のうち化学を選択する者	1 2 3 4 5 6
園芸学部 志望者のうち化学を選択する者	1 4 6 8

2. 解答はすべて所定の解答用紙に記入すること。

3. 必要があれば次の数値を用いなさい。

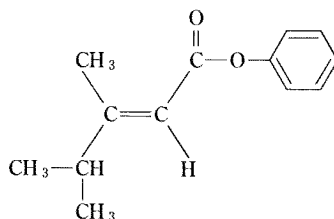
原子量：H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, S = 32.1

I = 127

気体定数： $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \ell / (\text{K} \cdot \text{mol})$

アボガドロ定数： $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$

4. 構造式は下の例にならって解答しなさい。



1 次の文章を読み、下の問い(問1～4)に答えなさい。

濃塩酸、濃硫酸、濃硝酸は、いずれも化学実験によく用いられる酸である。このうち、は不揮発性で、吸湿性が強い。は揮発性であり、その蒸気がアンモニアと接触すると、白煙を生じる。は酸化作用が強く、常温で銅を酸化して溶かす。は常温で銅を溶かさないが、これをと体積比3：1の割合で混合した酸はとよばれ、通常の酸に溶けない金や白金をも溶かす。

問1 ～は、(a)濃塩酸、(b)濃硫酸、(c)濃硝酸のいずれかである。これらの空欄にあてはまる酸を(a)～(c)の記号で答えなさい。また、に適切な語句をかきなさい。

問2 下線部①で生じる白煙の化学式をかきなさい。白煙の物質を水に溶かしたとき、この溶液は(a)酸性、(b)中性、(c)塩基性のいずれを示すか。(a)～(c)の記号で答えなさい。また、その理由を説明しなさい。

問3 下線部②の反応を化学反応式で表しなさい。また、この反応で還元される原子について、元素記号、反応前の酸化数、反応後の酸化数をかきなさい。

問4 質量パーセント濃度96%、密度 $1.8\text{ g/cm}^3$ の濃硫酸をうすめて、 $2.0\text{ mol/l}$ の硫酸を $100\text{ ml}$ つくりたい。何 $\text{ ml}$ の濃硫酸が必要か、有効数字2けたで求めなさい。計算過程も示しなさい。また、この操作において注意すべきことを述べなさい。

2 次の文章を読み、下の問い(問1～6)に答えなさい。

一般に類似の構造をもつ分子では **ア** が増加するとともに沸点が高くなる。たとえば14族元素の水素化合物の沸点は、 $\text{CH}_4$ 、 $\text{SiH}_4$ 、 $\text{GeH}_4$ 、 $\text{SnH}_4$ の順に高くなる。これは、**ア** の増加にともなって **イ** が強くなるためである。しかしながら16族元素の水素化合物では、水( $\text{H}_2\text{O}$ )の沸点が他の水素化合物に比べて異常に高くなる。これは水分子間に形成される **ウ** のためである。

物質の状態は、周囲の温度や圧力によって変化する。水の入ったコップを減圧容器に入れ、室温で容器内の圧力を低下させる実験を行ったところ、水は最初沸騰し、やがて残った水は氷となる現象が観測された。

水分子はその構造が折れ線形であり、正と負の電荷の中心が異なるので、**エ** 分子となる。水分子はイオンのまわりに結合して安定な構造をとり、水中にイオンを溶解させることができる。一方、分子全体として **エ** をもたないベンゼンにはイオンはほとんど溶解しない。この性質を利用して2種類の有機化合物を分離抽出することができる。たとえば安息香酸とナフタレンを含むベンゼン溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えてよく混ぜて静置すると、安息香酸は水層に移り、ベンゼン層にはナフタレンが残る。

問1 文中の **ア** から **エ** に適切な語句をかきなさい。

問2 16族以外でも同族元素内の水素化合物において水と同様の理由で沸点が高くなる物質がある。その物質を二つあげ、化学式をかきなさい。

問3 下線部①で示した状態変化がおこる理由を100字以内で述べなさい。

問4 下線部②のような構造をとることを何というか答えなさい。

問5 下線部③の操作により安息香酸が水層に移る理由を60字以内で答えなさい。

問6 下線部③の操作により水層に移動した安息香酸を再びベンゼン層に移動させるにはどうしたらよいか、30字以内で答えなさい。

3 次の文章を読み、下の問い(問1～3)に答えなさい。

下の表は、分圧  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、温度  $0^\circ\text{C}$  および  $20^\circ\text{C}$  において、水  $1.00 \text{ l}$  に溶解する二酸化炭素と窒素の物質量を表している。

表 分圧  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  における二酸化炭素と窒素の水  $1.00 \text{ l}$  への溶解量

	二酸化炭素	窒素
$0^\circ\text{C}$	$7.7 \times 10^{-2} \text{ mol}$	$1.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$
$20^\circ\text{C}$	$3.9 \times 10^{-2} \text{ mol}$	$6.8 \times 10^{-4} \text{ mol}$

温度、圧力、体積を変えられる容器を用意し、次の操作(1)～(3)を順に続けて行った。以下では、ヘンリーの法則が成り立つとし、水の体積変化および蒸気圧は無視できるとする。

操作(1) この容器に水  $1.00 \text{ l}$  を入れ、圧力  $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  の二酸化炭素と  $20^\circ\text{C}$  において平衡状態にした後、密閉した。このとき、容器中の気体の二酸化炭素の体積は  $0.20 \text{ l}$  であった。

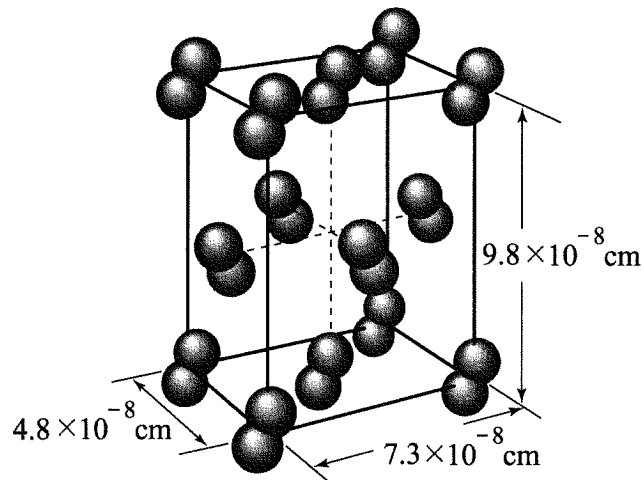
操作(2) 次に、密閉状態を保ち、体積一定のまま、全体の温度を  $0^\circ\text{C}$  に冷却し、平衡状態にした。

操作(3) さらに、容器の体積を変えずに、温度を  $0^\circ\text{C}$  に保ちながら、二酸化炭素を逃がさないように容器に気体の窒素を注入し、全圧  $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  において平衡状態にした。

- 問 1 操作(1)の後、水に溶けている二酸化炭素の質量を有効数字 2 けたで求めなさい。計算過程も示しなさい。
- 問 2 操作(2)を行った後の、気体の圧力および水に溶けている二酸化炭素の質量を有効数字 2 けたで求めなさい。ただし、水は液体の状態を保っていたとする。計算過程も示しなさい。
- 問 3 操作(3)の後、水に溶けている二酸化炭素の質量を有効数字 2 けたで、水に溶けている窒素の質量を有効数字 1 けたで求めなさい。計算過程も示しなさい。

- 4 次の文章を読み、下の問い(問1～4)に答えなさい。ただし、問2～4の解答の数値は有効数字2けたで答えなさい。

ヨウ素分子は図のような直方体の単位格子をもつ結晶を形成する。ヨウ素分子の昇華熱は25℃で62 kJ/molである。



図

- 問1 単位格子に含まれるヨウ素原子の数を求めなさい。計算過程も示しなさい。
- 問2 ヨウ素の結晶の密度を  $\text{g/cm}^3$  の単位で求めなさい。計算過程も示しなさい。
- 問3 結晶のヨウ素 25.4 g が 25℃ で昇華するとき、何 kJ の熱の出入りがあるか求めなさい。また、この変化が吸熱か発熱かを答えなさい。計算過程も示しなさい。
- 問4 問3の昇華で生じた気体のヨウ素の体積は 27℃、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  で何 l になるかを答えなさい。計算過程も示しなさい。

5 次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えなさい。

エチレンと塩素の反応では **A** が生成し、鉄粉を触媒としたベンゼンと塩素の反応では **B** が生成する。これは、芳香族炭化水素のベンゼンがアルケン類と同じ **ア** 化合物であるものの、アルケン類と異なり **イ** 反応より **ウ** 反応をおこしやすいことを示している。しかし、**エ** 線をあててベンゼンと塩素を反応させた場合には **イ** 反応がおり、**C** が生成する。

ベンゼンに濃硫酸と濃硝酸の混合物を作用させるとニトロベンゼンが生成し、これを還元するとアニリンになる。一方、ベンゼンを濃硫酸とともに加熱するとベンゼンスルホン酸が得られる。これに水酸化ナトリウムを加えて生成した **D** をさらに水酸化ナトリウムと融解すると **E** が生成する。その水溶液に二酸化炭素を通じることで **F** が得られる。また、**E** を高温高压下で二酸化炭素と反応させて **G** とした後に希硫酸を作用させると **H** が得られる。

問1 文中の **ア** ～ **エ** に適切な語句をかきなさい。

問2 文中の化合物 **A** ～ **H** の構造式をかきなさい。

問3 ニトロベンゼン、アニリンは、それぞれ酸性、中性、塩基性のいずれか答えなさい。

問4 ニトロベンゼンからアニリンを合成する反応において、反応が完全に進行した場合、ニトロベンゼン 3.69 g から得られるアニリンは何 g になるか、有効数字3けたで求めなさい。また、計算過程も示しなさい。

問5 分子式  $C_8H_8O_3$  をもつ芳香族化合物 **I** は、塩化鉄(Ⅲ)水溶液によって赤紫色を呈し、酸を触媒として化合物 **I** を加水分解すると化合物 **H** が得られる。化合物 **I** の構造式をかきなさい。また、化合物 **I** を化合物 **H** から合成する反応の化学反応式を構造式を用いてかきなさい。

6 次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えなさい。

分子式  $C_3H_6O$  の互いに構造異性体である鎖状構造の化合物 A～D と環状構造の化合物 E～G がある。ただし、不安定な化合物 ( $CH_3CH=CHOH$  と  $CH_2=C(OH)CH_3$ ) は、化合物 A～D に含まれないものとする。

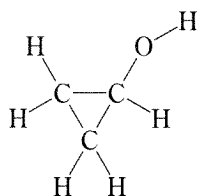
化合物 A を水酸化ナトリウム水溶液中でヨウ素と反応させると黄色の固体を生じた。また、化合物 A は工業的には W の直接酸化や W に水を付加させた X の酸化でつくられる。

化合物 B は還元作用をもつ。化合物 B にフェーリング液を加え加熱すると赤色の固体が析出した。また、化合物 B はアンモニア性硝酸銀水溶液と反応し、銀が析出した。

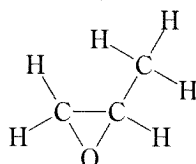
化合物 C と D に臭素を反応させたところ、臭素の色が消えた。化合物 C は金属ナトリウムと反応し気体を発生したが、化合物 D は反応しなかった。

化合物 E～G はそれぞれ次の化合物である。

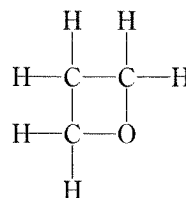
(E)



(F)



(G)



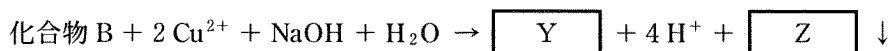
問 1 下線部①の黄色の固体の名称をかき、化学反応式が完成するように(ア)～(カ)に適切な整数をかきなさい。

(ア)化合物 A + (イ)  $I_2$  + (ウ)  $NaOH$



問 2 下線部②の  $\boxed{\text{W}}$  と  $\boxed{\text{X}}$  に適切な化合物の名称をかきなさい。  
ただし、 $\boxed{\text{W}}$  はアルケンである。

問 3 下線部③の化学反応式が完成するように、下の  $\boxed{\text{Y}}$  と  $\boxed{\text{Z}}$  を  
かきなさい。ただし、析出した赤色の固体を  $\boxed{\text{Z}}$  とする。



問 4 下線部④の反応を化学反応式で示しなさい。ただし、化合物 C は示性式  
でかきなさい。

問 5 環状構造の化合物 E ~ G のうちで光学異性体が存在する化合物はどれか、  
記号で答えなさい。また、構造式をかいて、不斉炭素原子を丸で囲みなさい。

7 次の文章 I および II を読み、下の問い(問 1 ~ 4)に答えなさい。

I アミノ酸の立体的な構造を紙面に表示するにはいくつかの表現法がある。図 1 に示すグリシンの表現 A において、くさび形結合は紙面手前方向に向かう結合であり、破線形結合は紙面奥方向へ向かう結合を示している。B の表現では十字線の交点には炭素原子が存在することを表し、横向きの結合はいずれも交点より紙面手前方向に向かう結合を示す。一方、縦向きの結合はいずれも交点より紙面奥方向へ向かう結合を示している。L-アラニン表現 A で表示すると図 2 のようになる。

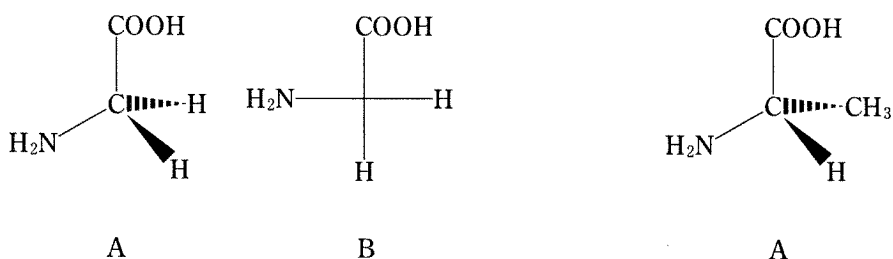


図 1 グリシンの立体表示

図 2 L-アラニンの立体表示

II L-アラニンを出発物として以下の操作(1)~(4)を行った。

操 作

- (1) L-アラニンをメタノールに溶解し、酸を触媒として反応させ、W(分子量 103)を得た。
- (2) W をグリシンと反応させ、脱水縮合体 X(分子量 160)を得た。
- (3) X の含水メタノール溶液に水酸化ナトリウムを加え、加水分解した。反応液を中和後、ジペプチド Y を得た。
- (4) L-アラニンとグリシンを脱水縮合し、同じ分子量のジペプチド Y と Z を得た。

問 1 L-アラニンを表現 B で表した場合、図 3 中の 1 , 2 にあてはまる原子または原子団をかきなさい。

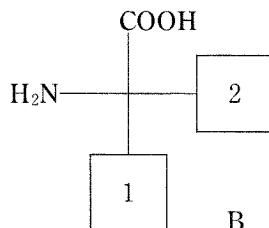
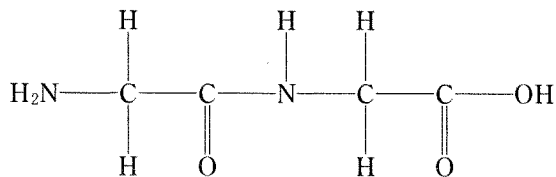


図 3

問 2 L-アラニンの光学異性体 D-アラニンの構造を A および B の表現方法を用いて表しなさい。

問 3 X, Y, Z の構造式を例にしたがってかきなさい。ただし、立体異性体は無視する。



例 グリシルグリシン

問 4 (ア)~(オ)で示される化合物の組み合わせのうち、ジペプチド Y および Z と同様な関係にある化合物の組み合わせを二つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) L-アラニンと D-アラニン
- (イ) シス-2-ブテンとトランス-2-ブテン
- (ウ) エタノールとジメチルエーテル
- (エ) プロパンとブタン
- (オ) オルト-キシレンとパラ-キシレン

8 次の文章を読み、下の問い(問1～7)に答えなさい。

グルコースは、水溶液中で3種類の異性体A、B、Cの  状態として存在する。異性体Bは、構造中に  基をもつため、還元性を示す。

グルコース(異性体A)が脱水縮合した多糖がデンプンである。デンプンは、  
①  とよばれる直鎖状のものと、  とよばれる枝分かれをしたものからなる。通常、デンプンには、  が20～25%含まれ、残りは  である。もち米では、デンプンのほぼ100%が  である。

日本酒醸造の過程では、コウジカビが生産する酵素によって、米のデンプンがグルコースにまで変換される。この過程を糖化という。さらに、グルコースは酵母の生産する酵素群チマーゼによって  と二酸化炭素<sup>②</sup>と変換される。  
この過程をアルコール発酵という。

最近では、資源の有効利用方法の1つとして、廃木材から  を製造する技術が実用化されつつある。この場合、次のような方法が知られている。まず、廃木材に希酸を加えて長時間加熱することで、セルロースや他の多糖をグルコースおよびその他の単糖にまで糖化する。その後、反応液を中和し、これに微生物を作用させて  を得る。

問1 文中の  と  に適切な語句をかきなさい。

問2 文中の  ～  にあてはまる物質名をかきなさい。

問3 図に示した下線部①の構造に従って、異性体BとCの構造式をかきなさい。

問4 下線部②の反応式をかきなさい。

問5 デンプンとセルロースの構造の違いを60字以内で説明しなさい。また、デンプンとセルロースを区別するための反応の名称をかきなさい。

問 6 分子量が  $5.67 \times 10^5$  のセルロースは、何分子のグルコースが脱水縮合してできたものか。有効数字 3 けたで求めなさい。また、計算過程も示しなさい。

問 7 分子量  $5.67 \times 10^5$  のセルロース 405 g がすべてグルコースに加水分解され、さらに、そのすべてがアルコール発酵によって F と二酸化炭素になったとすると、何 g の F が得られるか。有効数字 3 けたで求めなさい。また、計算過程も示しなさい。

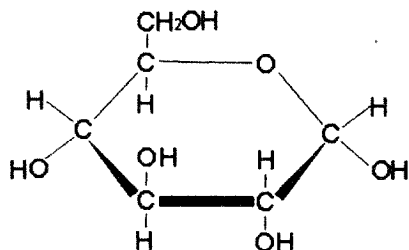


図 グルコース(異性体 A)