

# 平成 19 年度入学試験問題

## 理 科

### 注 意 事 項

- 1 この問題冊子は、試験開始の合図があるまで開いてはならない。
- 2 問題冊子は、全部で 49 ページある。(落丁・乱丁、印刷不鮮明の箇所などがあつた場合は申し出ること。)問題冊子の中に下書き用紙が 1 枚入っている。

物	理	1～13 ページ、	化	学	14～30 ページ
生	物	31～41 ページ、	地	学	42～49 ページ
- 3 解答用紙は、問題冊子とは別になっている。解答は、すべて解答用紙の指定された箇所に記入すること。
- 4 受験番号は、各解答用紙の指定された 2 箇所に必ず記入すること。
- 5 解答時間は、次のとおりである。
  - (1) 教育人間科学部及び工学部の受験者は、90 分。
  - (2) 理学部の受験者は、次のとおりである。
    - ① 数学科及び化学科の受験者は、90 分。
    - ② 物理学科の受験者は、120 分。
    - ③ 生物学科及び自然環境科学科で理科 1 科目の受験者は、90 分。
    - ④ 生物学科及び自然環境科学科で理科 2 科目の受験者並びに地質科学科の受験者は、180 分。
  - (3) 医学部及び歯学部の受験者は、180 分。
  - (4) 農学部の受験者は、次のとおりである。
    - ① 理科 1 科目の受験者は、90 分。
    - ② 理科 2 科目の受験者は、180 分。
- 6 物理と化学は、学部、学科によって解答する問題が異なるので、物理と化学の問題の前に記した注意をよく読んで解答すること。
- 7 化学及び生物には、選択問題があるので、化学及び生物の問題の前に記した注意をよく読んで解答すること。
- 8 問題冊子及び下書き用紙は、持ち帰ること。

# 化 学

**注意**

1 化学選択の受験者は、下の表を見て○印の問題を解答せよ。

志望学部(学科)	問題番号				
	1	2	3	4	5
教育人間科学部	○	○	○	○	
理学部(化学科)		○	○	○	○
理学部(数学科・生物学科・ 地質科学科・自然環境科学科)	○	○	○		
医学部		○	○	○	○
歯学部		○	○	○	○
工学部	○	○	○	○	
農学部	○	○	○	○	

2 問題 4 には、共通問題 I および選択問題 II—①と II—②が出題される。

II—①は「生活と物質」から、II—②は「生命と物質」からの出題である。いずれか一つを選択し、解答すること。

II—①と II—②の両方の問題を解答した場合は、両方とも採点の対象としないので、注意すること。

1

注意 教育人間科学部, 理学部(数学科・生物学科・地質科学科・自然環境科学科), 工学部および農学部受験者用

I 次の文章を読んで, 問1および問2に答えよ。

水素原子が, 酸素, フッ素, 窒素のような (1) の大きい原子と結合し,  $H_2O$ ,  $HF$ ,  $NH_3$  のような分子を生成するとき, その水素原子は他の分子中の (1) の大きい原子と結合することができる。このような, 水素原子を介した分子間の結合を (2) という。また, 分子全体で電荷のかたよりのある分子を (3) といひ, 分子全体で電荷のかたよりのない分子を (4) という。一般に,  $HF$ ,  $HCl$  のように異なる原子からなる二原子分子は (3) の例であり,  $H_2$ ,  $Cl_2$ ,  $N_2$  のように同じ原子からなる二原子分子は (4) の例である。一方,  $CO_2$  は異なる原子からなる三原子分子であるが, その構造は (5) であるため (4) である。それに対して  $H_2O$  は, (6) 構造をとるため (3) である。分子間に (2) をつくる分子からなる物質は, つくらない分子からなる物質に比べ, その融点や沸点が (7) 。これは, 分子どうしが互いに引き合う力が強いためである。氷は水分子が集まってできた結晶で, 構成粒子が分子であるので (8) という。

問1 文中の空欄 (1) ~ (8) に適切な語を入れて, 文章を完成せよ。

問2 下記の(ア)~(キ)の分子を, 下線部(a)の (3) と (4) の定義にしたがって分類し, その記号を解答欄に書け。

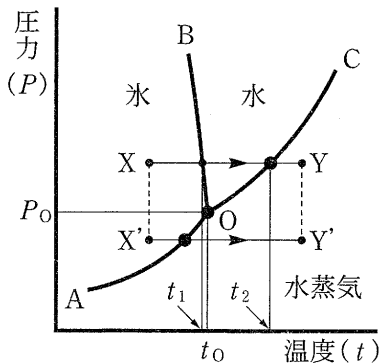
(ア) クロロベンゼン (イ) アセトン (ウ) 酢酸 (エ) 四塩化炭素  
(オ) ナフタレン (カ) メタン (キ) メタノール

II 次の文章を読んで, 問3および問4に答えよ。

水蒸気のように室温付近で液化または凝縮しやすい気体は, 室温付近で理想気体の状態方程式に従わなくなる。たとえば, 水蒸気のみが入った一定体積の容器の温度を下げると, 容器の圧力は (1) の法則にしたがって, 温度に比例して低下するが, 液化し始めると直線的に低下せず, (2) に沿って低下す

る。このように理想気体から外れる気体を (3) といい、一般に、(4) の条件ほど (5) や (6) が影響し、理想気体からのずれが大きくなる。しかし、多くの気体は (7) の条件では理想気体とみなして良い場合が多い。

水の圧力と温度の状態図をみると、O 点は水蒸気、水、氷が共存する (8) で、この点の温度( $t_0$ )は  $0.01^\circ\text{C}$ 、圧力( $P_0$ )は  $610.6\text{ Pa}$  である。曲線 OA、曲線 OC をそれぞれ (9)、(2) といい、いずれも曲線の傾きは正で、温度の上昇とともに圧力は増加する。曲線 OB は (10) で、その傾きは負であり、温度の低下とともに圧力は増加する。



状態図

問 3 下記の語群の中から適切な語句を選び、文中の空欄 (1) ~ (10) の中に入れ、文章を完成せよ。記号で答えよ。

- |              |           |           |           |
|--------------|-----------|-----------|-----------|
| (ア) 大気圧      | (イ) 高温・低圧 | (ウ) 静電的引力 | (エ) 分子間力  |
| (オ) 蒸気圧曲線    | (カ) シャルル  | (キ) 低温・高圧 | (ク) 実在気体  |
| (ケ) 分子の大きさ   | (コ) 融解曲線  | (サ) 三重点   | (シ) 溶解度曲線 |
| (ス) 融点       | (セ) 水     | (ソ) 水蒸気   | (タ) 沸点    |
| (ツ) 不活性ガス    | (テ) 体積    | (ト) 昇華圧曲線 | (チ) 質量    |
| (ニ) ボイル・シャルル |           |           |           |

問 4 図中の点 X, Y, X', Y' にある  $\text{H}_2\text{O}$  の状態について、次の(i)~(iii)に答えよ。

- (i) 直線 XY の圧力が大気圧のとき、直線 XY と曲線 OB および曲線 OC との交点の温度  $t_1$ ,  $t_2$  をそれぞれ何というか書け。
- (ii) 状態が X から Y へ大気圧下で変化するとき、曲線 OB と曲線 OC との交点で大きな熱の吸収を伴う。同様に状態が O 点の近くで X' から Y' へ変化するときも、直線 X' Y' と曲線 OA との交点で大きな熱の吸収を伴う。これら 3 種類の熱の名称を書け。
- (iii) 上記の 3 種類の吸収熱量が、最も大きいものと最も小さいものの名称を書け。

2

注意 全学部受験者用

I 次の文章を読んで、問1～6に答えよ。

鉄は (1) を主原料として製造される。溶鉱炉に (1) と共にコークスおよび石灰石を入れ高温の空気を吹き込むと、コークスおよびその燃焼で生じた気体によって還元され (2) が得られる。 (2) を転炉に移し、酸素<sup>(b)</sup>によって燃焼して不純物を除去し、 (3) を得る。

室温における鉄の結晶構造は体心立方格子である。各単位格子には、その立方体の (4) 個の頂点にそれぞれ (5) 個の鉄原子が存在し、また立方体の中心に (6) 個の鉄原子が存在するので、単位格子中には合計 (7) 個の鉄原子が含まれる。

鉄はイオン化傾向が比較的大きくさびやすいが、濃硝酸中では (8) を形成する。鉄の表面に亜鉛をめっきしたものが (9) である。金属亜鉛の表面にできる酸化亜鉛の層が酸素の侵入を防いでいるが、金属亜鉛層が傷ついて鉄が露出しても金属亜鉛層が鉄がさびるのを防ぐ役割を果たす。一方、鉄に (10)<sup>(c)</sup> をめっきしたものがブリキである。ステンレス鋼は鉄を主成分とした (11) であり、 (12) や (13) を添加したものでさびにくい。鉄の酸化物には、 (14) 色の酸化鉄(II)、 (15) 色の酸化鉄(III)、黒色の四酸化三鉄などがある。鉄イオンには鉄(II)イオンと鉄(III)イオンがある。鉄(II)イオンを含む水溶液にヘキサシアノ鉄(III)酸カリウム水溶液を加えると (16)<sup>(e)</sup> 色の沈殿を、また鉄(III)イオンを含む水溶液にヘキサシアノ鉄(II)酸カリウム水溶液を加えると (17) 色の沈殿をそれぞれ生じる。

問1 空欄 (1) ～ (17) に最も適切な語、物質名または数字を入れて文章を完成せよ。

問2 下線部(a)の物質の主成分を元素記号で書け。

問 3 下線部(b)の物質の化学式を書け。

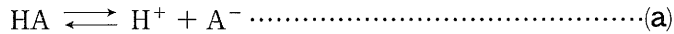
問 4 室温における鉄の密度は  $7.9 \text{ g/cm}^3$  である。鉄の結晶の単位格子の体積を、四捨五入により  $10^{-24} \text{ cm}^3$  単位の整数値で求めよ。計算の過程も示せ。ただし、原子量は  $\text{Fe} = 56$  とする。また、アボガドロ定数は  $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$  とする。

問 5 下線部(c)について、その理由を簡潔に説明せよ。

問 6 下線部(d)と(e)の物質の化学式をそれぞれ書け。

II 次の文章を読んで、問7および問8に答えよ。

次の(a)式に示すような、1価の弱酸 HA の水溶液中での電離平衡について考える。



濃度  $c$  [mol/l] の弱酸 HA の水溶液の電離度を  $\alpha$  とし、平衡状態での水溶液中の HA,  $\text{H}^+$  および  $\text{A}^-$  の濃度は、それぞれ  $c$  および  $\alpha$  を用いて、

$$\begin{aligned} [\text{HA}] &= \boxed{\text{(1)}} \\ [\text{H}^+] &= \boxed{\text{(2)}} \cdots \cdots \cdots \text{(b)} \\ [\text{A}^-] &= \boxed{\text{(3)}} \end{aligned}$$

と表せる。ここで(a)式の電離定数  $K$  は、 $[\text{HA}]$ ,  $[\text{H}^+]$  および  $[\text{A}^-]$  を用いて、

$$K = \frac{\boxed{\text{(4)}}}{\boxed{\text{(5)}}$$

と表せるので、 $c$  と  $\alpha$  を用いると、

$$K = \frac{\boxed{\text{(6)}}}{\boxed{\text{(7)}}$$

と表せる。電離度  $\alpha$  が 1 より十分に小さい場合、 $\boxed{\text{(7)}}$  は 1 とみなせるので、電離定数  $K$  は

$$K = \boxed{\text{(8)}}$$

と表せる。これより、電離度  $\alpha$  は  $K$  と  $c$  を用いて、

$$\alpha = \boxed{\text{(9)}}$$

と表せる。(b)式で表された  $[\text{H}^+]$  は  $K$  と  $c$  を用いて、

$$[\text{H}^+] = \boxed{\text{(10)}}$$

と表せる。水素イオン指数 pH の定義は

$$\text{pH} = \boxed{\text{(11)}}$$

であるから、この酸の水溶液の pH は  $K$  と  $c$  を用いて

$$\text{pH} = \boxed{\text{(12)}}$$

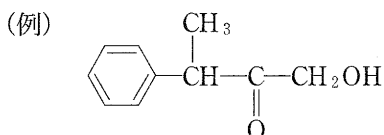
と表せる。

問 7 空欄 (1) ~ (12) に最も適切な式を入れて、文章を完成せよ。

問 8 ある 1 価の弱酸の電離定数  $K$  は  $4.0 \times 10^{-8} \text{ mol/l}$  である。この酸の  $1.0 \text{ mol/l}$  水溶液の電離度と水素イオン濃度および pH を求めよ。計算の過程も示せ。ただし、 $\log 2 = 0.30$  とする。

I 次の文章を読んで、問1～4に答えよ。

7種の芳香族化合物A～Gについて、以下の実験(1)～(8)を行った。ただし、化合物A～Gの分子式はそれぞれ異なり、 $C_6H_5NO_2$ 、 $C_6H_7N$ 、 $C_6H_6O_3S$ 、 $C_7H_8$ 、 $C_8H_{10}$ 、 $C_6H_6O$ 、 $C_7H_6O_2$ 、 $C_8H_6O_4$ の8種の中に含まれている。構造式は例にならって簡略に示せ。



- (1) 化合物Aを希塩酸と反応させると、塩酸塩が生成した。
- (2) 化合物B, C, Dを希水酸化ナトリウム水溶液と反応させると、それぞれのナトリウム塩が生成した。
- (3) 化合物Eを過マンガン酸カリウムで酸化したところ、化合物Dが生成した。
- (4) 化合物Fをスズおよび塩酸と反応させたところ、化合物Aが生成した。
- (5) 化合物Gを過マンガン酸カリウムで酸化したところ、化合物Cが生成した。
- (6) 化合物Aを $0^\circ\text{C}$ で塩酸および亜硝酸ナトリウムと反応させたところ、化合物(a)が生成した。次に、化合物(a)の水溶液と化合物Bの水酸化ナトリウム水溶液を反応させたところ、化合物(i)が生成した。一方、化合物(a)の水溶液を加熱したところ、気体(u)の発生をともないながら化合物Bが生成した。
- (7) 化合物Bに対して十分な量の臭素水を反応させたところ、置換反応が起こり白色結晶(e)が生成した。
- (8) 化合物Dを融点付近まで加熱したところ、脱水反応を起こした。

問1 化合物A～Gの構造式と名称を書け。

問2 (a)～(e)の物質の名称を書け。

問3 下線部(a)の反応を化学反応式で示せ。

問4 下線部(b)の反応を化学反応式で示せ。

II 次の文章を読んで、問5および問6に答えよ。

化合物を構成する元素の種類と割合を調べ、組成式を求めることを (1) という。炭素・水素・酸素の元素から構成されている有機化合物の組成式を求める場合、次の手順によって行われる。

まず試料の質量を正確にはかる。次に酸化銅(II)などの (2) を加え、乾燥した酸素によって完全燃焼させる。生じた水を (ア) で吸収し、また二酸化炭素をソーダ石灰で吸収して、それぞれの増加した質量から生じた水と二酸化炭素の質量を求める。

一方、有機化合物を構成する元素には、炭素・水素・酸素のほか、窒素・硫黄・塩素などがある。これらの元素が有機化合物に含まれているかを知りたい場合、以下のような実験を行うと、その元素の存在が確認できる。

「窒素」

試料とソーダ石灰を混合して加熱する。試料に窒素が含まれている場合、(イ) が発生し、濃塩酸と反応して白煙が発生する。

「塩素」

黒く焼いた銅線の先に試料をつけてバーナーで加熱する。試料に塩素が含まれている場合、(ウ) ができるため、(3) 色の炎色反応が起こる。

「硫黄」

ナトリウムの小片を加えて加熱する。試料に硫黄が含まれている場合、(エ) が生成し、水に溶かして鉛(II)イオンを加えると、(4) 色の硫化鉛(II)が沈殿する。

問5 空欄 (1) ~ (4) に最も適切な語を入れ、また、空欄 (ア) ~ (エ) に最も適切な化学式を入れて、文章を完成せよ。

問6 炭素・水素・酸素の元素から構成されている有機化合物を天秤で計量した後、完全燃焼させた。生じた二酸化炭素と水の質量を測定したところ、以下の表の結果を得た。組成式を求めよ。また、計算の過程も示せ。ただし、原子量は、 $H = 1.0$ 、 $C = 12.0$ 、 $O = 16.0$  とする。

試料の質量(mg)	二酸化炭素の質量(mg)	水の質量(mg)
42.8	112.5	47.0

4

注意 1 教育人間科学部, 理学部(化学科), 医学部, 歯学部, 工学部および  
農学部受験者用

注意 2 Iは必答せよ。

II—①は, 「生活と物質」から, II—②は, 「生命と物質」からの出題  
である。いずれか一つを選択し, 解答すること。

II—①とII—②の両方の問題を解答した場合は, 両方とも採点の対  
象としないので, 注意すること。

### I <共通問題>

(i) グリコーゲンとアミロペクチン分子に共通する構造的な特徴を 50~80 字程  
度で書け。

(ii) 次の文章を読んで, 問 1 および問 2 に答えよ。

グルコース, マルトース, スクロース, ラクトース, セロビオース, フルクト  
トースの 6 種類の糖の 1% 水溶液が 10 ml ずつある。これらの溶液を 2 種  
類, 10 ml ずつ混ぜ合わせて(ア), (イ), (ウ)の 3 種類の試料を 20 ml ずつ得た。これ  
らの試料を 2 ml ずつ試験管に取り分け, 実験 1~4 を行って次のような結果を  
得た。なお, フェーリング反応は, フェーリング液を十分量加えて反応を完全に  
進行させ, 反応性の糖の物質質量[mol]に比例した量の生成物が生じるものとす  
る。

実験 1 それぞれの試験管にフェーリング液を加えて加熱すると, (ア), (イ), (ウ)は  
およそ 2 : 1 : 0.5 の重量比で赤色沈殿を生じた。

実験 2 それぞれの試験管に, サトウキビから精製される二糖を加水分解するイ  
ンベルターゼを加えて十分に酵素反応をさせた後, 実験 1 と同じように  
フェーリング反応を行ったところ, (ウ)の試験管だけ実験 1 より多い量の,  
(ア)と(イ)は実験 1 と同じ量の赤色沈殿を生じた。

実験 3 それぞれの試験管にマルターゼを加えて十分に酵素反応をさせた後、実験 1 と同じようにフェーリング反応を行ったところ、(イ)だけ実験 1 より多い量の、(ア)と(ウ)は実験 1 と同じ量の赤色沈殿を生じた。

実験 4 それぞれの試験管に希硫酸を加えて加熱し、グリコシド結合を完全に加水分解した。この加水分解物に含まれる糖を分析したところ、(ア)、(イ)、(ウ)のいずれからも 2 種類の単糖が検出された。

問 1 (ア)～(ウ)に含まれる糖の名称を答えよ。

問 2 実験 1 で生じた赤色沈殿の化学式を書け。

II—① <選択問題(生活と物質)>

(i) 次の文章を読んで、問3～7に答えよ。

ゴムの木に傷を付けると  と呼ばれる白い粘性のある液体が得られ、酸処理をした後に得られるのが  である。 の構造は  が付加重合した高分子化合物であり、この高分子化合物を空气中に放置すると、弾性が無くなり劣化する。 は弾性が小さく、耐熱性、耐寒性、耐久性に乏しい。しかし  に硫黄を3～5%加え、約140℃で加熱すると、適度な強度と弾性が得られる。

問3 空欄  ～  に最も適切な物質名、あるいは化合物名を入れて、文章を完成せよ。

問4 下線部(a)の高分子化合物の構造式を書け。ただし、重合度を  $n$  とせよ。

問5 下線部(b)の劣化はどのような化学変化が原因か、説明せよ。

問6 下線部(c)の操作の名称を書け。

問7 下線部(c)の操作によって適度な強度と弾性が得られる理由を説明せよ。

(ii) 次の文章を読んで、問8～10に答えよ。

衣料に用いられる繊維には天然繊維と化学繊維がある。天然繊維は植物繊維と動物繊維に、化学繊維は  繊維、 繊維および合成繊維に分類できる。

問8 植物繊維と動物繊維について、身のまわりに存在する例をそれぞれ一つずつあげよ。また、その主成分の名称を書け。

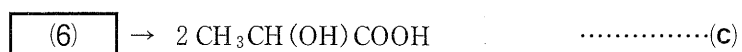
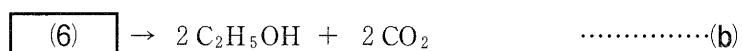
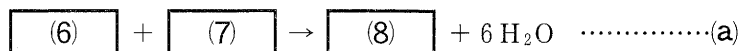
問9 空欄  および  に最も適切な語を入れて、文章を完成せよ。また、下線部(d)～(f)は、それぞれどのような方法で作られたものか、簡潔に説明せよ。

問10 合成繊維のうち、ポリアミド系合成繊維の例を一つ示し、その名称と構造式を書け。ただし、重合度を  $n$  とせよ。

II—② <選択問題(生命と物質)>

(i) 次の文章を読んで、問 11 および問 12 に答えよ。

多糖である [ (1) ] が食事によってヒトの消化器官にとりこまれると、消化酵素によりその構成単位に分解され、 [ (2) ] として吸収される。 [ (2) ] は生体が活動エネルギーを得るための呼吸基質として利用される。呼吸には、 [ (3) ] 呼吸と [ (4) ] 呼吸があり、このうち [ (3) ] 呼吸は酸素を必要とする呼吸であり、その反応式は、中間生成物を除くと、次式(a)で示される。この際、多くのエネルギーが引き出され、その一部は [ (5) ] として蓄えられ、 [ (3) ] 呼吸では、1分子の [ (2) ] から38分子の [ (5) ] を生成する。一方、 [ (4) ] 呼吸は酸素を必要としない呼吸である。微生物が行う [ (4) ] 呼吸には腐敗や発酵があり、発酵には次式(b)および(c)のような例がある。



問11 空欄 [ (1) ] ~ [ (5) ] に適切な語または化合物名を、空欄 [ (6) ] ~ [ (8) ] には分子式を入れて(係数を含む)、文章と化学反応式を完成せよ。

問12 化学反応式(b)および(c)で示される発酵の名称を書け。

(ii) 次の文章を読んで、問 13～16 に答えよ。

アミノ酸とは、1分子中に (1) 性基であるアミノ基と (2) 性基であるカルボキシル基を持つ (3) 化合物である。結晶中では両性(双性)イオンの構造をとる。図に示すように、アミノ基、カルボキシル基が同じ炭素に結合

したものを $\alpha$ -アミノ酸とよぶ。 $\alpha$ -アミノ酸は図

に示す側鎖 R の種類によってその名称、物性および化学的性質が異なる。側鎖 R にカルボキシル基を含むものを (4) とよび、pH = 3 以上では (5) 電荷を持ち、アスパラギン酸

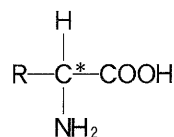


図  $\alpha$ -アミノ酸の構造

やグルタミン酸などが該当する。一方、側鎖 R にアミノ基を含むアミノ酸を (6) とよび、中性付近では (7) 電荷をもち、リシン、アルギニンなどが該当する。

また、側鎖 R がメチル基である (8) においては、図の C\* で示される炭素は 4 種類の異なる置換基を有する不斉炭素原子となり、平面偏光に対する性質が互いに異なる一对の (9) 異性体が存在する。この一对を (10) 型、(11) 型と区別するが、生体タンパク質中に含まれるのは (10) 型である。

問13 空欄 (1) ～ (11) に適切な語およびアルファベットを入れ、文章を完成せよ。

問14 下線部(a)について、図の $\alpha$ -アミノ酸が両性(双性)イオンになった時の構造を書け。

問15 不斉炭素原子を持たない $\alpha$ -アミノ酸の名称と構造を図にならって書け。

問16 天然には、不斉炭素原子を持った化合物が多数存在する。その一例として、二価カルボン酸である酒石酸(分子式  $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$ )がある。図にならって酒石酸の構造を書け。また不斉炭素原子を\*印で示せ。

5 は次ページ

I 次の文章を読んで、問1および問2に答えよ。

内部の温度を任意に調整でき、なめらかに動くピストン付きの密閉容器がある。最初、容器には2.0 molの酸素と1.0 molの水素が封入されていた。容器内の温度を127℃に設定した後、容器内の酸素で水素を完全燃焼させた。この後、容器全体を徐々に冷却して内部の温度を57℃に設定し、十分に時間が経過した後に容器内を観察したところ、容器の内壁に水滴が見られた。

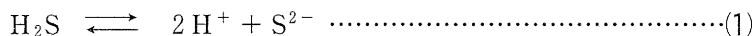
なお、容器内部の圧力は常に $1.0 \times 10^5$  Paであり、容器から気体がもれ出すことはないものとする。また、気体はすべて理想気体であるとし、混合気体の全圧と各成分気体の分圧の間にはドルトンの分圧の法則が成立するものとする。また、気体定数は $8.3 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 / (\text{K} \cdot \text{mol})$ 、水の57℃における蒸気圧を $1.7 \times 10^4$  Paとする。

問1 下線部(a)について、燃焼後に容器内に含まれるすべての気体の名称を答えよ。また、それぞれの気体の分圧は何Paになるか、有効数字2桁で求めよ。計算の過程も示し、解答用紙の(答)の欄には単位も明確に示せ。

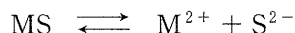
問2 下線部(b)について、容器内の気体の体積は何lになるか、有効数字2桁で求めよ。計算の過程も示せ。ただし、水への酸素の溶解は無視できるものとする。

II 次の文章を読んで、問3～6に答えよ。

硫化水素は水に溶けると



のように電離して弱酸性を示す。このとき生じる硫化物イオン $\text{S}^{2-}$ は $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Cd}^{2+}$ 、 $\text{Hg}^{2+}$ 、 $\text{Pb}^{2+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$ 、 $\text{Ni}^{2+}$ 、 $\text{Co}^{2+}$ などの金属イオンと沈殿を生成し、これらの金属イオンの系統分析に利用される。このため、種々の金属の硫化物の溶解平衡



に対する平衡定数(溶解度積) $K_{\text{MS}}$ が調べられている。

ここに $\text{Zn}^{2+}$ イオンと $\text{Pb}^{2+}$ イオンをそれぞれ $0.010 \text{ mol/l}$ 含む硫化水素飽和混合溶液がある。この溶液の水素イオン濃度を調整することによって、溶液から<sup>(a)</sup> $\text{Zn}^{2+}$ イオンを沈殿させずに $\text{Pb}^{2+}$ イオン濃度が $1.0 \times 10^{-6} \text{ mol/l}$ 以下になるまで沈殿させることを考える。

問3 化学反応式(1)の電離平衡に対する平衡定数 $K_{\text{H}_2\text{S}}$ を、関係する各イオンまたは分子の濃度を用いて表わせ。

問4  $\text{ZnS}$ が析出しない条件を満たす硫化物イオンの濃度 $[\text{S}^{2-}]$ の最大値を有効数字2桁で求めよ。計算の過程も示せ。ただし、 $\text{ZnS}$ の溶解度積 $K_{\text{ZnS}}$ は $1.0 \times 10^{-22} (\text{mol/l})^2$ とする。

問5  $\text{Pb}^{2+}$ イオンの濃度 $[\text{Pb}^{2+}]$ が $1.0 \times 10^{-6} \text{ mol/l}$ 以下になる条件を満たす硫化物イオンの濃度 $[\text{S}^{2-}]$ の最小値を有効数字2桁で求めよ。計算の過程も示せ。ただし、 $\text{PbS}$ の溶解度積 $K_{\text{PbS}}$ は $1.0 \times 10^{-28} (\text{mol/l})^2$ とする。

問6 下線部(a)について、水素イオン濃度 $[\text{H}^+]$ をどのような範囲の値に設定すればよいか、不等式を用いて有効数字2桁で答えよ。計算の過程も示し、解答用紙の(答)の欄には単位も明確に示せ。ただし、硫化水素の電離定数 $K_{\text{H}_2\text{S}}$ を $1.0 \times 10^{-21} (\text{mol/l})^2$ とし、その溶解度は水素イオン濃度にかかわらず $0.10 \text{ mol/l}$ であるとする。