

平成 20 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 50 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	1～11 ページ、	化	学	12～31 ページ
生	物	32～42 ページ、	地	学	43～50 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 of 受験者は、180 分。
 - (4) 農学部 of 受験者は、次のとおりである。
 - ① 理科 1 科目 of 受験者は、90 分。
 - ② 理科 2 科目 of 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。

問題番号	1	2	3	4	5
志望学部(学科)					
教育学部	○	○	○	○	
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、選択問題 I と II が出題されている。

I は「生活と物質」から、II 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。

I と II 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。

同じ元素からなる単体で性質の異なる物質を、互いに (1) であるという。炭素の (1) には、無色透明な物質である (2) や電気伝導性の大きい (3) などがある。また近年 (4) やカーボンナノチューブなどのような特異的な構造をもつ物質も合成されている。酸素には O_2 のほか、(1) として (5) がある。 O_2 中で放電を行うか、 O_2 に (6) を当てると、 O_2 から (5) が生成する。(7) の単体には (8) や (9) などの (1) がある。(8) は有毒であり、空气中に放置すると自然発火するので、水中で保存する。(9) は毒性が低く、マッチの摩擦面に使われている。

化合物は2種類以上の元素からなる物質である。臭化リチウムの水溶液は電気を通す。これは、臭化リチウムが水溶液中では陽イオンである (10) イオンと、陰イオンである (11) イオンとに分かれるためである。物質が水に溶けてイオンに分かれる現象を (12) といい、このような物質を (13) という。臭化リチウムの水溶液を白金線の先につけ、バーナーの外炎に入れると炎の色は (14) になる。このような反応を (15) という。臭化リチウムの水溶液に塩素を通じると溶液の色は褐色になる。

問 1 文中の空欄 (1) ~ (15) に最も適当な語を入れて，文章を完成せよ。ただし，化学式や元素記号は用いないこと。

問 2 下線部(a)および(b)の反応を化学反応式で書け。

II 次の文章を読んで、問3～問6に答えよ。

垂直方向に動く蓋^{ふた}のついた密閉容器がある。蓋はなめらかに動き、その重さは無視できる。この容器には1.2 molの物質Xのみが入っている。この物質Xを温度 T_A [K]から T_D [K]まで加熱する実験を行った。蓋の上には重りをのせることができ、重りを一つのせると容器内の圧力は 1.0×10^5 Pa、二つのせると 2.0×10^5 Paに保たれるようになっている。

まず、蓋に重りを一つのせて実験を行った。最初の温度 T_A では物質Xはすべて液体であり、この状態を模式的に図1に示した。また、最後の温度 T_D では物質Xはすべて気体であることがわかっている。物質Xの液体の体積膨張は気体の体積膨張に対して無視できる。物質Xの温度 T [K]と体積 V [l]の関係を模式的に示すと図2のようになった。 1.0×10^5 Paの定圧下における沸点での物質Xの蒸発熱は 40.0 kJ/molである。^(a) 気体は理想気体として扱い、気体定数は $R = 8.3 \times 10^3$ Pa·l/(K·mol)とする。

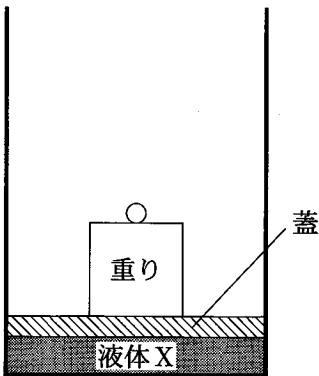


図1

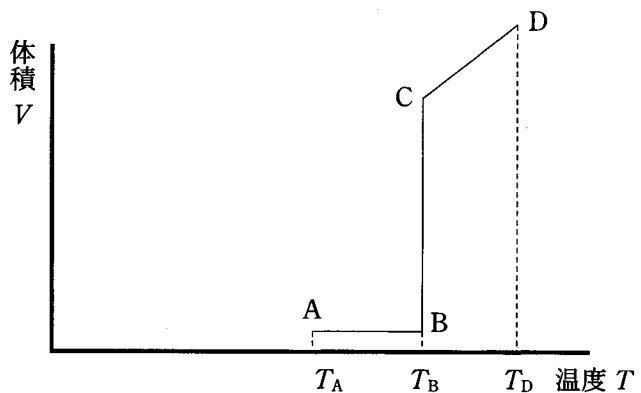


図2

問 3 図 2 で C → D は直線となった。この直線の式を $V = kT$ と書いたときの k の値を求めよ。計算の過程も書き、解答用紙の(答)の欄には単位も書くこと。有効数字 2 桁で求めよ。

問 4 下線部(a)の蒸発熱はどの過程で必要となるか。下記の(ア)~(オ)の中から最も適当なものを一つ選び、記号で答えよ。

- (ア) A から B までの過程
- (イ) A から B までと B から C までの両方の過程
- (ウ) B から C までの過程
- (エ) B から C までと C から D までの両方の過程
- (オ) C から D までの過程

問 5 $T_A = 300 \text{ K}$, $T_B = 400 \text{ K}$, $T_D = 500 \text{ K}$ とすると A から D までの全過程で物質 X が必要とする熱量はいくらか求めよ。ただし、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ の定圧下で、物質 X の液体 1 mol の温度を 1 K 上げるには 75.0 J, 気体 1 mol の温度を 1 K 上げるには 35.0 J が必要である。計算の過程も書き、解答用紙の(答)の欄には単位も書くこと。有効数字 2 桁で求めよ。

問 6 今度は、蓋に 2 つ重りをのせて物質 X を温度 T_A から T_D まで加熱した。物質 X は最初の温度 T_A ではすべて液体で、最後の温度 T_D ではすべて気体であることがわかっている。この場合に観測される物質 X の沸点について、下記の(ア)~(ウ)の中から最も適当なものを一つ選び、記号で答えよ。

- (ア) 重りを一つのせた場合と比べて沸点が高くなった。
- (イ) 重りを一つのせた場合と比べて沸点が低くなった。
- (ウ) 重りを一つのせた場合と沸点は同じであった。

次の文章を読んで、問1～問7に答えよ。

一般家庭で殺菌剤、漂白剤として使われているさらし粉は、〔1〕の化合物が主成分である。さらし粉に酸、例えば塩酸を加えると、刺激臭を持つ有毒な①気体が発生するので、漂白剤と酸性の洗剤を混ぜて使用すると危険な場合がある。

〔2〕と水素の化合物である〔ア〕は、火山帯で噴出するガスや温泉水に含まれ、有毒な、腐卵臭をもつ気体である。また、金属イオンの水溶液に〔ア〕を吹き込むと難溶性の沈殿を生成することが多く、金属イオンの検出に使われる。〔2〕の化合物は、石油や石炭にも含まれているので、石油や石炭を燃焼させると、大気中に〔イ〕が放出される。〔イ〕は、刺激臭のある有毒な気体で、水に溶かすと弱酸性を示す。また〔イ〕は、雨水中で酸素により酸化され強酸の〔ウ〕を生成するので、酸性雨の原因物質の一つとなっている。

〔3〕は、地殻を構成する主な元素である。〔3〕の単体は、太陽電池やICチップなどの電子材料として用いられている。〔3〕と酸素の化合物である〔エ〕は、天然には石英、水晶として存在する。〔エ〕を水酸化ナトリウムとともに加熱して得られる物質を水に溶かして加熱し、塩酸を加えて生じた沈殿をろ過し乾燥させたものは、シリカゲルと呼ばれ、乾燥剤に用いられる。

Ca, Ba, 〔4〕, 〔5〕の4種の元素は、アルカリ土類金属と呼ばれ、お互いに似た性質を持っている。これらの中でもCaは、石灰岩の主成分である〔オ〕として地殻中に多く存在する。〔オ〕は、塩酸と反応して溶解する。また〔オ〕を強熱すると、〔カ〕となる。〔カ〕は水と反応し〔キ〕となる。〔キ〕の飽和水溶液に二酸化炭素を吹き込むと白色沈殿を生じ、さらに二酸化炭素を過剰に吹き込むとその沈殿は溶解する。この溶液を加熱もしくは長時間放置すると、再び沈殿を生じる。

Alの単体は、希塩酸には水素を発生して溶解するが、濃硝酸および熱濃硫酸^(d)には溶けない。Alイオンの水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えていくと、はじめは白色の沈殿を生じるが、さらに水酸化ナトリウム水溶液を加えると沈殿^⑥は溶ける。しかし、白色沈殿に過剰のアンモニア水を加えても沈殿は溶けない。

の単体はAlの単体と異なり、希塩酸には溶けず、熱濃硫酸に気体を発生して溶ける。の二価イオンの水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、青白色の沈殿を生じる。この沈殿にアンモニア水を加え^⑦ると沈殿は溶解し、溶液は深青色となる。

問 1 空欄 ~ に入る元素を元素記号で書け。

問 2 空欄 ~ に入る物質名を書け。

問 3 下線部①~⑦で起こっている反応を化学反応式で書け。

問 4 下線部(a)は、さらし粉のどのような化学的性質を利用しているのか答えよ。

問 5 下線部(b)は、の単体のある電気的性質を利用している。このような性質を持つ物質を何と呼ぶか書け。

問 6 下線部(c)は、シリカゲルのどのような性質を利用しているのか書け。

問 7 下線部(d)で、Alの単体が熱濃硫酸に溶けない理由を書け。

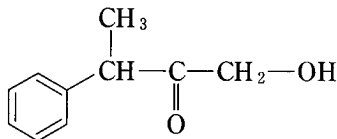
I 次の文章を読んで、問1～問3に答えよ。

化合物A～Fは炭素、水素、酸素の元素から構成されている有機化合物である。これらの化合物について、以下の(1)～(7)の実験結果が得られている。

- (1) 化合物Aと化合物Bの分子式はいずれも C_2H_6O であった。
- (2) 25℃、大気圧の条件では、化合物Aは気体であるが、化合物Bは液体であった。
- (3) 化合物Cはアセトアルデヒドを酸化することによって得られた。
- (4) 化合物Cの水溶液に炭酸水素ナトリウムを加えると二酸化炭素を発生した。
- (5) 化合物Bと化合物Cの混合物に、濃硫酸を加えて反応させると化合物Dが生成した。
- (6) 化合物Cの2分子から水1分子が取れて結合すると、化合物Eが1分子生成した。
- (7) 化合物Eとサリチル酸の混合物に、濃硫酸を加えて加熱すると化合物Fが生成した。

問1 化合物A～Gの構造式と名称を書け。構造式は(例)にならって簡略に示せ。

(例)



問 2 実験結果(4)の性質から分かる、化合物 C がもつ官能基の名称を書け。

問 3 実験結果(5)で生成した化合物 D を分離するためには、次のどの操作を行えばよいか。下記の(ア)~(ウ)の中から最も適当なものを一つ選び、記号で答えよ。また、その操作で化合物 D が分離できる理由を説明せよ。

(ア) 水を加えて混合した後、静置し、上澄みを取る。

(イ) 液体成分を蒸発させて除去する。

(ウ) 塩化ナトリウム水溶液を加えて、生成した沈殿を回収する。

II 次の文章を読んで、問5～問8に答えよ。

ベンゼンに濃硝酸と濃硫酸の混合物を加えて反応させると (1) が得られ
(a) る。 (1) を還元して得られる (2) にさらし粉水溶液を加えると赤紫色になる。ベンゼンと濃硫酸を混合して加熱すると (3) が生成する。
(3) のナトリウム塩と水酸化ナトリウムの混合物を融解して反応させ、その生成物を水に溶かして二酸化炭素を通すと (4) が得られる。 (4) はベンゼンと (5) から得られるイソプロピルベンゼン(クメン)を原料とするクメン法によっても合成できる。このクメン法は (4) および (6) の工業的製法である。

多くの有機化合物は塩素と反応してハロゲン化合物を生ずる。例えば、
(5) は塩素と混合すると塩素の付加反応により (7) を与える。一
(b) 方、ベンゼンとその2倍の物質量の塩素に鉄粉などの適当な触媒を加えると、水素原子が塩素原子で (ア) されたジクロロベンゼン(分子式 $C_6H_4Cl_2$) を与える。この生成物には塩素原子の位置によって (イ) 種類の異性体が存在する。

ベンゼンやアセチレンのように炭素の含有率の高い有機化合物は目に見える多量の (ウ) を出しながら燃えるが、加熱した酸化銅(II)をつめた管に通すと
(c) すべての炭素を二酸化炭素に変えることができる。

問5 空欄 (1) ~ (7) に最も適当な化合物名を入れ、また、空欄 (ア) ~ (ウ) に最も適当な語または数を入れて、文章を完成せよ。

問6 下線部(a)の反応を化学反応式で示せ。ただし、触媒は化学反応式に含めないこと。

問7 化合物 (3) , (4) および H_2CO_3 の示す酸性の程度が強い順に並べ、その順序を示性式で示せ。

問 8 下線部(b)の塩素化反応と下線部(c)の完全燃焼反応を用いて、プロパン、1-ブテン、アセチレンの混合気体の組成比を調べることができる。ある混合気体が下記の条件(i)および(ii)を満たすとき、混合気体中のプロパンの体積百分率を有効数字2桁で求めよ。計算の過程も示せ。ただし、体積はすべて同温・同圧で計ったものとする。

(i) この混合気体 10 ml は塩素 11 ml で完全に塩素化される。

(ii) この混合気体 10 ml の完全燃焼で二酸化炭素 29 ml が生成する。

4

注意1 教育学部, 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, 「生活と物質」から, II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。

IとII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 〈選択問題(生活と物質)〉

(i) 次の文章を読んで, 問1～問6に答えよ。

油脂は常温で液体や固体である。この違いは, 油脂を構成する脂肪酸の相違に由来する。一例をあげれば, ある脂肪油中の脂肪酸に, (1) を触媒として (2) を付加すると, 脂肪油は固まり, マーガリンの原料になる。油脂をアルカリで加水分解すると, 脂肪酸の塩とグリセリンが生じる。この反応は (3) といわれている。セッケンはこれを利用して作られたものであり, その洗浄作用は, セッケンの (4) 剤としての化学的性質による。しかし海水^(b)やある種の天然水では, そのはたらきが弱まることもあって, 後に合成洗剤が開発された。

人体に入った食物中の油脂は, 胃を通過して十二指腸に来ると, 胆汁酸の作用を受けて表面張力を低下させ, 水と混じり合う。そこに, すい液のリパーゼがはたらき, グリセリンや脂肪酸などに分解される。グリセリンはそのままの形で, 脂肪酸は胆汁酸などと球状の複合体を作り, 腸壁まで運ばれ吸収される。^(e)

問1 空欄 (1) ～ (4) に最も適当な語を入れよ。

問2 下線部(a)について, このような種類の脂肪酸は何と呼ばれているか。

問3 下線部(b)について, セッケンのはたらきが弱まる理由を50字以内で記せ。

問4 下線部(c)について, このような作用を何と呼ぶか。また, その作用によって油脂はどのように変わるのがを記せ。

問 5 下線部(d)について、油脂 1 分子が完全に分解されると、脂肪酸とグリセリンはそれぞれ何分子ずつ生じるかを記せ。

問 6 下線部(e)について、球状の複合体を一般に何と呼ぶか。

(ii) 次の問 7～問 9 に答えよ。

問 7 機能性高分子化合物の一種であるイオン交換樹脂について、次の(1)および(2)に答えよ。

(1) あるイオン交換樹脂をつめた円筒に、上から純水を流すと下から流出する溶液は中性であった。次に、同じ円筒に上から塩化ナトリウム水溶液を流したところ、下から酸性の溶液が流出した。このようなイオン交換樹脂がもつ官能基にはどのようなものがあるか。その例一つを名称で書け。

(2) このイオン交換樹脂で起こっている化学反応について 50 字以内で説明せよ。

問 8 金、鉄、銅、アルミニウムの単体の性質と精錬法に関して、次の(1)および(2)に答えよ。

(1) 金属元素の単体が水溶液中で電子を放出し、陽イオンになろうとする性質の順番の呼び方を書け。さらに、金、鉄、銅、アルミニウムについての性質の大きい順番に元素記号で並べよ。

(2) 金、鉄、銅、アルミニウムのうち精錬が困難なために金属単体としての生産、利用が最も遅れた金属名を書け。また、その金属単体の生産を初めて可能にした精錬法名を書け。

問 9 分子式 $C_3H_6O_3$ で表される、アルデヒド基をもつ炭水化物について、次の(1)および(2)に答えよ。

(1) この炭水化物には光学異性体が存在した。この炭水化物の構造式を書け。

(2) この炭水化物に光学異性体が存在する原因となる炭素原子の名称を書け。また、この炭素原子の特徴を簡潔に説明せよ。

II 〈選択問題(生命と物質)〉

(i) 次の文章を読んで、問 1～問 6 に答えよ。

アメリカの研究者ミラーらは 1953 年原始大気モデルとしての簡単な無機物質の混合物に放電し、アミノ酸、アルデヒド化合物、シアン化合物などの有機化合物が生じることを示した。この実験をきっかけとして、生命の起源に関する研究が大きく進展した。

アミノ酸はアミド結合を形成しながら重合し、タンパク質となり、生命体の構造を作ったり、体内のさまざまな機能に関わるようになった。たとえば、タンパク質の一種である酵素は、生化学反応の大きなエネルギー障壁を小さなエネルギー障壁に変えるはたらきをしている。

問 1 下線部(a)について、アミノ酸を検出するのに用いられる代表的な反応の名称を一つ書け。

問 2 ミラーらの実験のような反応においては、簡単な構造のアミノ酸が合成されることが多い。アミノ酸の中で最も簡単な構造をもつものの名称を書け。

問 3 下線部(b)について、アルデヒド基の検出に用いられる代表的な反応の名称を一つ書け。

問 4 鎖状構造中にアルデヒド基をもつ単糖の総称を書け。

問 5 下線部(c)の結合を構造式で記せ。

問 6 下線部(d)中のエネルギー障壁に相当する化学的用語を記せ。

(ii) 次の文章を読んで、問7および問8に答えよ。

生命の誕生を可能にした水は現在も生命活動にとって重要な物質である。人体の構成要素のうち最大重量を占めるのは水であり、成人では約60%である。水は広範囲の化合物に対して優れた溶媒であり、化学反応の場であり、反応の基質であり、かつ生成物である。水が生成する反応の一例として、グルコースその他の栄養素を酸化し、ATPと水が生じる反応をあげることができる。そこではTCA回路(クエン酸回路)と呼ばれる反応系を通して、いくつかの基質から取り出された (1) から、電子が奪われ、これが酸化還元酵素の間を次々に伝達される過程で発生するエネルギーを使ってATPが生じるとともに、電子は最終的に水を作る反応に利用される。このような酸化還元反応では、微量に存在し、生化学反応をなめらかに行わせる有機化合物がはたらく。その中で人体でほとんど合成できない化合物は (2) と呼ばれる。

水は (3) が大きいので、外界の急激な温度変化の影響が体温に及ぶのを防ぐ熱緩衝剤になる。また (4) が大きいので、汗は体温調節に効力を発揮することになる。さらに水は (5) が大きいので、多量の熱が奪われない限り、凍結する温度以下になっても短時間では細胞は容易に凍結しない。水の特異的な性質は、その分子の形状が折れ線形であるため電気的にかたよりが生じている (6) 分子であることや、水分子の酸素ともう一つの水分子の水素との間で生じる静電的引力で形成される (7) が存在することなどが要因である。

問7 下記の語群から最も適当な語句を選び、文中の空欄 (1) ~ (7) の中に入れ、文章を完成せよ。記号で記せ。

- | | | | |
|-----------|---------|-----------|----------|
| (ア) グリセリン | (イ) 水素 | (ウ) 比熱 | (エ) 共有結合 |
| (オ) ビタミン | (カ) 酸素 | (キ) 水素結合 | (ク) 極性 |
| (ケ) ホルモン | (コ) 凝固熱 | (サ) イオン結合 | (シ) 無極性 |
| (ス) 蒸発熱 | | | |

問 8 ATP の正式名および ATP 分子に含まれる糖の名称を書け。

(iii) 次の文章を読んで、問 9 および問 10 に答えよ。

植物に与える肥料の中で、必要とする量が多い元素は肥料の三要素と呼ばれるが、それらは、窒素、リン、および (8) である。植物中では窒素はタンパク質や核酸、葉緑素などの成分元素として存在して重要な役割を果たしている。枯れた植物などに含まれる窒素化合物は微生物により分解され、(9) イオンとなる。(9) イオンは微生物により、亜硝酸イオンや (10) イオンに酸化される。植物は (9) イオンや (10) イオンを根から吸収する。一方、大気中に大量に存在する窒素ガスは、そのままではほとんどの植物は利用できない。しかし、20 世紀初頭に、窒素ガスと (11) ガスから (12) 法によって、工業的にアンモニアが合成されるようになり、窒素肥料が大量に使われるようになった。

問 9 空欄 (8) ~ (12) に最も適当な語を入れて文章を完成せよ。

問 10 尿素も窒素肥料として用いられている。尿素分子の示性式を示せ。

5 は次ページ

5

注意 理学部(化学科), 医学部および歯学部受験者用

I 次の文章を読んで、問1～問5に答えよ。必要ならば、次の数値を用いよ。

原子量：H = 1.0, O = 16.0, S = 32.1, I = 127, Na = 23.0

ファラデー定数：96500 C/mol

0.2 mol/l の KI 水溶液 500 ml をビーカーに入れ、この水溶液に炭素棒電極二本を入れた。電極の一方に電池の正極を、もう一方に負極を接続して電気分解した。このとき、一方の炭素棒電極では気体 A が発生した。また、もう一方の炭素棒電極では物質 B が生成し、これが溶解して水溶液が (1) 色に変色した。炭素棒電極に 0.20 A の電流を 10 分間流した後に電池の接続を切った。

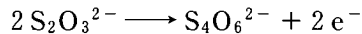
次にこの水溶液をかくはんしながら、チオ硫酸ナトリウム (Na₂S₂O₃) 水溶液を加えていくと、酸化還元反応が起こって水溶液の色は薄くなった。この水溶液にデンプンを加えると水溶液は (2) 色に変色した。これにさらにチオ硫酸ナトリウム水溶液を加えていくと、全量 11.2 ml のチオ硫酸ナトリウム水溶液を加えたところで水溶液は完全に無色になった。

問 1 空欄 (1) および (2) に当てはまる色を書け。

問 2 下線部(a)の変化について、陽極、陰極で起こっているそれぞれの反応を電子 e⁻ を含むイオン反応式で書け。

問 3 下線部(b)の電気分解において、生成した物質 B の質量は何 g になるか。答は有効数字 2 桁で求め、計算の過程も示せ。

問 4 チオ硫酸ナトリウムは還元剤としてはたらき、その電子 e⁻ を含むイオン反応式は次のようになる。

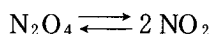


下線部(c)の酸化還元反応のイオン反応式を書け。

問 5 下線部(d)の実験結果からチオ硫酸ナトリウム水溶液の濃度を mol/l 単位で求めよ。答は有効数字 2 桁で求め、計算の過程も示せ。

II 次の文章を読んで、問6～問11に答えよ。

低温で液体状態にある1 molの N_2O_4 をピストン付の密閉容器に入れた。容器の温度を $T[\text{K}]$ にしたところ、 N_2O_4 はすべて気体となり、さらに下記の分解反応が進行して容器内に N_2O_4 と NO_2 の混合気体が生成した。



容器の体積が $V[\text{l}]$ になるようにピストンを固定し、反応が完全に平衡に達するまで容器を放置した。容器内の気体の温度は常に T で一定であった。平衡に達したときの N_2O_4 の分解した割合を α (ただし、 $0 \leq \alpha \leq 1$)とすると、平衡時の N_2O_4 と NO_2 の物質量は、それぞれ $(1 - \alpha)\text{mol}$ 、 $2\alpha\text{mol}$ と表せる。また、この反応の平衡定数 K_c は平衡時の N_2O_4 と NO_2 のモル濃度 $[\text{mol}/\text{l}]$ をそれぞれ $[\text{N}_2\text{O}_4]$ 、 $[\text{NO}_2]$ として、

$$K_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]}$$

と書ける。気体はすべて理想気体として扱ってよく、容器内には N_2O_4 と NO_2 の混合気体しかないものとする。また、混合気体の全圧は $P[\text{Pa}]$ で表すものとする。

問6 平衡定数 K_c を、 α および V を用いて表せ。

問7 平衡に達したときの混合気体の N_2O_4 と NO_2 の分圧を、それぞれ $P_{\text{N}_2\text{O}_4}$ [Pa]、 P_{NO_2} [Pa]とする。 $P_{\text{N}_2\text{O}_4}$ 、 P_{NO_2} を、それぞれ α および P を用いて表せ。

問8 気体反応の平衡定数は、混合気体中の各気体のモル濃度の代わりに、それぞれの気体の分圧を用いることが多い。この分圧を用いて表した平衡定数を圧平衡定数といい、 K_p で表す。 K_p を、 α および P を用いて表せ。

問 9 K_c を, K_p , 気体定数 $R[\text{Pa}\cdot\text{l}/(\text{K}\cdot\text{mol})]$ と反応温度 T を用いて表せ。

問10 反応が平衡状態にあるとき, ピストンの固定を解いて, 温度一定のまま, 混合気体の体積が半分 ($\frac{1}{2}V$) になるまでピストンを押して再びピストンを固定した。反応が新たな平衡に達したときの N_2O_4 の分解した割合 α の値は, 体積を半分にする前の値に比べてどのように変わったか。下記の(ア)~(ウ)の中から最も適当なものを一つ選び, 記号で答えよ。

- (ア) 体積を半分にする前と比べて α の値は大きくなった。
- (イ) 体積を半分にする前と比べて α の値は小さくなった。
- (ウ) 体積を半分にする前と比べて α の値は変わらなかった。

問11 最初に入れる液体の N_2O_4 の量を 2 mol にして同様に反応を行った。すなわち容器の温度, 体積は, 1 mol の N_2O_4 を入れた場合と同じ T, V にしてピストンを固定した。 N_2O_4 はすべて気体となり, さらに N_2O_4 の分解反応が進行して平衡に達した。気体の温度は常に T で一定であった。このとき観測される平衡定数 K_c の値は, 1 mol の N_2O_4 を入れて反応を行った場合と比べてどのように変わったか。下記の(ア)~(ウ)の中から最も適当なものを一つ選び, 記号で答えよ。

- (ア) 1 mol の場合と比べて平衡定数 K_c の値は大きくなった。
- (イ) 1 mol の場合と比べて平衡定数 K_c の値は小さくなった。
- (ウ) 1 mol の場合と比べて平衡定数 K_c の値は変わらなかった。