

I 次の文章を読み、問1～問8に答えよ。

酸・塩基について、古くはアレニウス説のように、酸は水溶液中で水素イオンを放つ物質、塩基は水溶液中で水酸化物イオンを放つ物質と考えられた。しかし、この説ではアンモニアが塩基であることを説明できず、20世紀になってブレンステッドらによって、酸は水素イオンを [ア] 物質であり、塩基は水素イオンを [イ] 物質であるという考えが提唱された。アンモニアと塩化水素が空気中で出会うと白煙が生じる。ブレンステッド説では、アンモニアは塩基であり塩化水素は酸とみなされる。ここで生じた白煙は、物質の三態のうち [ウ] であり、正電荷を帯びた [A] と負電荷を帯びた [B] が静電気力によって引き合う [エ] 結合により形成されている。アンモニアと水素イオンとの間の結合は、アンモニア分子のもつ [オ] が水素イオンに与えられてできる共有結合で、特に [カ] 結合と呼ぶ。この場合の4つのN—H結合は全く同じ性質をもっており、もとからある共有結合と [カ] 結合は区別することはできない。ルイスは、ブレンステッドと同時代にさらに包括的な酸・塩基の理論を提出し、酸塩基反応を [オ] の授受という立場で定義した。この定義によれば、亜鉛(II)イオンとアンモニアから錯イオンが形成される反応^(a)も酸塩基反応と理解される。このようにして酸・塩基に関する理論はアレニウス、ブレンステッド、ルイスの順に拡張されてきた。

他方、酸化と還元という化学反応は、マグネシウムが空気中で燃焼する反応や一酸化炭素によって赤鉄鉱(Fe₂O₃)が鉄に変化する反応にみられるように、はじめは酸素の授受という立場で理解されていた。その後20世紀になって、アルミニウムが塩酸に溶ける反応なども含めて統一的に理解するため、酸化還元反応は の授受として説明されている。

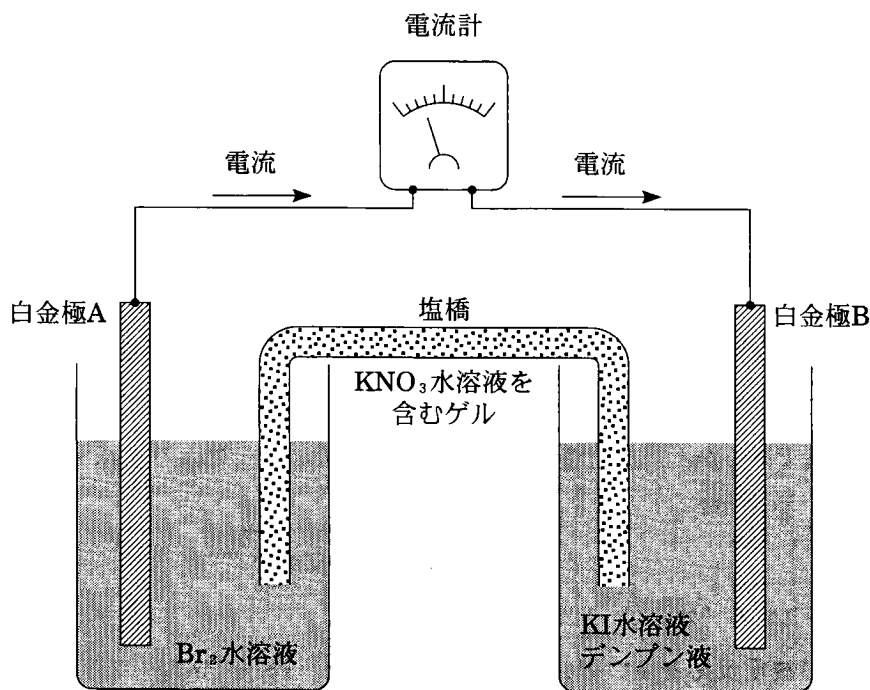
このように、酸塩基反応および酸化還元反応がいずれも の授受で理解されたのは、化学理論がより一般化された例として考えることができる。

酸化還元反応は物質間で の授受をともなうものであるから、この反応を利用することにより電流をとり出すことができる。酸化還元反応にともなって放出されるエネルギーを電気エネルギーに変換する装置を電池という。電池には、(i)電極の化学変化をともなうもの、(ii)電極は変化せず電解液中に含まれる物質が化学変化するものがある。

(i)の例としては自動車用のバッテリーとして使われている鉛蓄電池があり、電極として鉛と酸化鉛(IV)が用いられる。鉛は 結合からできた結晶であり、原子どうしを結びつけている自由電子があるため電気の である。酸化鉛(IV)は金属元素と非金属元素との化合物であるが、同様に であり電極として用いることができる。両電極の表面は、放電がすすむにつれて電極が難溶性の硫酸鉛で覆われるために、 色に変化する。自動車のバッテリーは、完全に放電させてしまうと、この硫酸鉛が電気の であるため、充電しにくくなる。電池は外部に電気エネルギーをとり出す装置であるから、放電時に外部に流れる電流の向きにより正極・負極が定義される。正極では , 負極では の反応が起きる。電解液(希硫酸)中では、主に水素イオンが 極に移動することによって電荷が運ばれる。鉛蓄電池の放電反応を1つの化学反応式で示すと、 $\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ になる。この式からわかるように、放電にともない硫酸が消費されて同時に水が生じるので希硫酸の比重が減少する。したがって、希硫酸の比重を測定すると電池の充電、放電の状態がわかり、自動車用のバッテリーの点検などに利用されている。

また、(ii)の例として臭素水溶液とデンプンを含むヨウ化カリウム水溶液を用いて、図のような電池を作ることができる。左右両槽をつなぐ部分は塩橋と呼ばれる。これは硝酸カリウム水溶液をゲルで固めたもので、両溶液を混合させないで、かつイオンの移動により電氣的に連結する「橋」のことをいう。この電池では、電流が白金極Aから白金極Bへ流れ、約0.5Vの起電力が得られる。放電とともに臭素水溶液の ス 色がうすくなり、同時に白金極Bの周囲が青色を帯びてくる。臭素水溶液中では E、ヨウ化カリウム水溶液中では F の反応が起きている。

このように電池は、電極や電解液中に含まれる物質の酸化・還元作用の強弱を利用して、化学エネルギーを電気エネルギーに変換するための装置である。



問 1 ア ~ ス にあてはまる最も適切な語句を下の語群から選び、数字で答えよ。

- (語群) (1) 分子間力 (2) 極 性 (3) クーロン
(4) ファンデルワールス (5) 水 素
(6) 配 位 (7) イオン (8) 金 属
(9) 共 有 (10) 固 体 (11) 液 体
(12) 気 体 (13) 与える (14) 受けとる
(15) 非共有電子対 (16) 不對電子 (17) 陽 子
(18) 中性子 (19) 電 子 (20) 分 子
(21) 良導体 (22) 絶縁体 (23) 正
(24) 負 (25) 紫 (26) 青
(27) 黄 褐 (28) 緑 (29) 白

問 2 A ~ F にあてはまるイオン式あるいはイオン反応式を示せ。

問 3 下線部(a)で生成する錯イオンの立体的な構造を示せ。

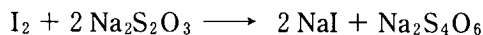
問 4 下線部(b)~(d)の化学反応式を示せ。

問 5 下線部(e)の反応で、 $1 F$ の電気量が放電すると消費される硫酸は何 mol になるか答えよ。

問 6 鉛蓄電池の中に質量パーセント濃度 32.8% の希硫酸 360 g がはいっていた。この鉛蓄電池から $0.360 F$ の電気量を流したとき、希硫酸の質量パーセント濃度は何%になるか。有効数字 3 桁で答えよ。

問 7 (ii)の実験結果から、臭素とヨウ素の酸化作用の強弱についてわかることを 20 字以内で述べよ。

問 8 (ii)の電池で、 $0.020 F$ の電気量が流れたところで放電を止め、デンプンを含む青色のヨウ化カリウム水溶液をかくはんして均一にした。全量 250 ml のこの溶液から 10 ml をとり出して、 0.10 mol/l チオ硫酸ナトリウム ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 水溶液を少しずつ加えた。ヨウ素が消費されて溶液の青色が消えるのに必要なチオ硫酸ナトリウム水溶液は何 ml か。有効数字 2 桁で答えよ。なお、この反応は次式で表される。



II 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

有機化合物は、炭素を中心として水素、酸素、窒素、硫黄、ハロゲンなどの元素からなり、これらの元素が主に共有結合することによってできている。1つの炭素原子は最大4つの共有結合をつくることができる。このため炭素原子どうしが次々につながり、これによって生成した炭素鎖が他の元素と結合することで、様々な分子式の有機化合物ができる。また、有機化合物には、分子式は同じであるが、物理的・化学的性質が異なる異性体が存在する場合が多く、これも有機化合物の多様性を増す原因となっている。異性体は、大別して **ア** 異性体と **イ** 異性体の2種類に分類できる。**イ** 異性体にはシーストランス異性体や光学異性体などが含まれる。

たとえば、分子式が $C_4H_{10}O$ の有機化合物について考えると、この場合には **ウ** 種類の **ア** 異性体が存在する。これらの異性体は、**A** と **B** の2つの化合物群に分類することができる。ここで **A** に属する化合物群をグループ1、**B** に属する化合物群をグループ2とすると、グループ1の化合物はグループ2の化合物に比べて沸点が高く、金属ナトリウムと
(a) 反応して **エ** を発生し、強い塩基性を示す **C** になる。グループ1の化合物のうち、**オ** には **カ** 炭素原子があり、そのため光学異性体が存在する。また、グループ1には、酸化反応により **D** になる化合物が含まれている。**D** はフェーリング液と反応して、赤色沈殿を生じる。グループ2の化合物の1つである^(b) **キ** は、エタノールと硫酸を $130^{\circ}C$ で加熱することで合成できる。

問1 **ア** から **キ** にあてはまる最も適切な語句、数字、化合物名を記せ。

問2 **A** から **D** にあてはまる最も適切な化合物の一般名を記せ。

問3 下線部(a)の現象を示す理由を20字以内で述べよ。

問4 グループ2のすべての化合物の構造式を示せ。

問5 分子式 $C_4H_{10}O$ で示される化合物の中で、**オ** のみを検出できる呈色反応の名称を記せ。

問6 下線部(b)で生成する赤色沈殿の組成式を示せ。