

理科 I の化学分野と選択 化学における教材の関連

中原吉晴

はじめに

これまでの高校理科では、選択化学 I (3 単位) の履修者のうちさらに深く学習を希望する生徒は、化学 II (3 単位) を履修する方式がとられていた。これに対して、現在の理科では、まず、全員が理科 I (4 単位：物、化、生、地の総合教科型、このうち、中学理科の教材が約 30% 組みこまれている) を経たのち、選択化学 (4 単位) を履修する方式となっている。

つまり、従来の化学選択者は、初めに化学 I を履修し、さらに必要とする生徒が積みあげ方式によって化学 II を履修していた。従って、これは単一教科内での教材の組織の振り分けをどのようにするかということが問題であった。

ところが、いまの化学では 4 教科総合型である理科 I の性格の中での化学分野の役割と、選択化学との関連を検討し、そのうえにたって、理科 I での化学分野における教材はどうあるべきか、次に、理科 I の履修を終えて、選択化学を受講する生徒に対する教材の配列をうまく組織するには、どのようにしたらよいかなどの問題となる。

何度も述べたように、前回と今回との化学教材の展開の違いを一言で述べてみると、これまでの化学、つまり、積み上げ方式の I と II の場合、いくらかの重複があるにしても、要は、つながり、I の内容と II の内容との接点をどのようにするかが問題であった。ところが、今回の化学では、理科 I が総合教科型の性格をとっているため、化学的教材構造面でもかなりの無理が生じている。とくに、大項目〔物質の変化〕では、〈酸化と還元〉、〈酸と塩基〉、〈気体の発生〉、〈おもなイオンの変化〉など、いずれも化学的に重要な概念、変化であり、いずれの教科書でも、いろいろな所に取りあげられてあるが、その教材の位置づけが、前後の関連からみていまひとつ、すっきりしていないようである。

理科 I の学習が、それだけで終るものなら致しかたないとしても、あとにつづく選択化学は、理科 I の化学分野の延長となるから、理科 I と、選択化学のカリキュラムでは

① まず、理科 I のねらいと内容を踏まえておくこと、

② 理科 I にかかわりのない化学独自の教材配列の展開、つまり全体構造としての化学の教材体系をたててみること。

③ ②の中から①に必要な項目となるのはどれか。それを、どんな形で、どの程度繰り出していくかの教材選択の検討となる。

④ 次は補充の問題であろう。理科 I では、学習のおわりを〔自然と人間〕という大項目でしめくくっている。ここでは、項目として〈資源とエネルギー開発〉、〈自然界の平衡〉、〈環境と保全〉などが取り上げられている。これらの項目は、いずれも理科 4 教科の統合された知識や概念のうえになりたつ学習となるが、内容的には、化学分野の知識や概念に負うところが大きい。そこで、これらの項目の学習を補い、その理解を支えるための化学分野の教材が事前に用意されている必要がある。

⑤ 最後に、残されてくる問題は、②で示した全体構造としての化学の教材体系から、理

科Ⅰの化学分野の教材、つまりⅢが抽出されたあとに残る選択化学の教材の再構成である。

そこで、標題の趣旨をはっきりさせるために、上記のⅢからⅤのそれぞれについて、内容を要点的にまとめ、これを整理することにした。

Ⅲ 理科Ⅰの性格と内容

ア) 理科Ⅰの性格

指導要領に基いて、要点的にまとめてみると次ようになる。

まず、理科に関する基礎的な内容を、各領域（物、化、生、地）の特徴を生かしながら習得させること。

また、習得のあり方として自然現象に対して、これを分析する能力や、総合的な見方、考え方の育成を図り、自然環境についてもその理解を深めさせるように、はかられている。

このように、新しい理科Ⅰでは、自然科学に関する基礎的教養を習得させるとともに、現代の社会生活を営む上に必要な科学的配慮がなされているのも、その特徴の一つで、大項目に〔自然と人間〕がとりあげられているのは、このためである。

従って、理科Ⅰでのカリキュラムは、単に4教科の並列学習ではなく、科学的自然観を育成する総合理科の中での化学教材とは何かという点にまとを絞り、その中で必須のものを精選する必要がある。

またここでは、科学的自然観を育成するために幹となる基本的概念は何か。その中の化学分野で、主要な枝となる化学の主要概念とは何かを洗いだすことが必要となろう。

まず、理科Ⅰでの基本概念では〔時間〕、〔空間の概念〕、〔物質の概念〕、〔生命の概念〕〔エネルギーの概念〕などがあげられよう。これらの大概念のうち、化学分野でとりあげられるのは〔物質の概念〕である。

化学の役割りは物質の取扱であり、自然界の物質はすべて化学的粒子から成りたっている。それゆえ、物質の取扱や探究の化学ではまず、化学的粒子（原子やイオンなど）の概念と、物質の量的取扱におけるモル概念は、どうしても初期学習でおさえておきたい項目である。ここで、物質（化学的粒子）から、逆に他の大概念へのつながりをみてみたい。自然界の営みは、時間の流れからみると進化の概念が、また、現時点における空間的分布からみると平衡の概念が、さらに時間と空間の関係からみると運動の概念となる。そして、これらの変化を通して保存される量として「エネルギー」が重要な役割りをもつことになる。

それゆえ、理科Ⅰの化学分野の学習では、粒子概念やモル概念の徹底とともに「エネルギー」の変換と保存、「平衡」の概念も、化学教材（例、物質の三態と熱）の中に適宜取り入れるように配慮しておく必要があろう。

イ) 理科Ⅰの内容はどうか。

ここで、物、化、生、地の教科別に示される大項目と、化学分野の主項目とを、指導要領の中から洗い出してみることにする。

理科Ⅰで扱う学習の大きなまとまり（○大項目）は、次のように示されている。

物理分野	○物体の運動	（例、力とエネルギー）
化学分野	○物質の変化	（例、物質の構成と変化）
生物分野	○進化	（例、生命の連続と進化）
地学分野	○平衡	（例、自然界の平衡）
総合分野	○自然と人間生活との関連	（例、自然と人間）

また、化学分野で扱う学習の主項目には、次のような内容が示されている。

- 1 物質の構成単位（原子、分子、イオン、原子の構造、元素記号、化学式など）
- 2 物質の成分元素 元素固有の成分元素の調べかたとして燃焼、沈殿反応、呈色反応、炎色反応など、操作が簡単で反応が顕著なものが望ましいとし、弾力性をもたせている。
- 3 物質量（原子量、化学式量、モル）をあげモル概念の理解と適用をはかっている。
- 4 化学変化と、その量的関係（身近な物質の化学変化、化学反応式、変化の量的関係を示す法則、溶液の濃度、化学変化と熱の出入り）

このうち代表的で簡単なものについて、化学反応式で表わすことができ、その量的関係を調べることができる……程度としてある。

上記1～4の項目で示されているのは、いずれも、化学分野で取り扱う基本的教材の範囲を示したものであるが、その教材の順序や取り組み方についても、かなり自由なはばがもたせてあるのも特徴の一つにあげられよう。

㊦ 本校における化学教材構成の基本的態度と、そのカリキュラム

ア) 科学教育のねらいと、教科化学の性格

科学教育のねらいとは、情報（実験、観察、資料など）を根底とする論理的思考力と創造性の開発で、この基本目標は、学年を問わず、すべての理科教科にわたって普遍的なものと考えられる。

ただ、教科別による性格、あるいは生徒の素質、年齢差により、学習する内容の質と量、また指導の方法に差が生じることになる。そして、ここから、教材研究の第1歩が始まることになる。たとえば、教科としての化学は、「物質を素材として、その性質や変化を追求」する分野の科学といえよう。

このように物質を素材として、科学的なねらいを育成するには、まず、化学における物質の学習では、どんな観点で、どこから始めるかの問題がおこる。

イ) 化学の学習をつらぬく中心概念はなにか

どんな教科でも、何（教材内容）を、どのように（学習指導法）展開するかが、教育現場のテーマとなる。この場合、教科の学習をどんな立場（視点）から捉えていくか……で教材内容の構成や学習指導の形態が、かなり異質のものとなる。

化学教育の場合でも、まず、化学教育のねらいとは何か……という再認識を出発点とし、理科と教科化学との関連性、化学の学習をつらぬく中心概念、さらに各単元教材に対するねらいなど、目標に即した学習内容と指導の形態とが解明されることが望ましい。

まず、中心概念についてみよう。

物質（気体、液体、固体）はすべて粒子（原子、分子、イオン）で構成され、その集合状態（あるいは構造）と性質とは互いに関連性があり、また、化学（あるいは状態）変化にさいしては、必ずエネルギーの移動がともなう。それゆえ、物質の構造、性質、変化を調べる化学では、学習をつらぬく中心概念として、「粒子性とエネルギー」が挙げられよう。

この「粒子性とエネルギー」をとりあげる理由として、この概念が物質素材に対する探究の視点、構造、性質、反応を包括できるような広い概念であり、現代科学の立場からみても、「粒子性⇔エネルギー⇔波動性」という、きわめて重要な概念をも含んでいるからである。

現在、分子構造の決定が化学的方法から物理的方法におきかえられており、とくに、赤外線分析、マイクロ波分光法、核磁気共鳴など、物理的方法のみで分子構造を決定しようとする時代となっている。

高校化学教育という立場からみて、どんな観点から学習させるかは指導者により異なると考えられるが、これからの高校では、分子の構造とエネルギーが重要な位置を占めるとともに、理科教育の面では、物理と化学とが互いに教科的性格を生かしつつ、補いあった関連教科としてこの教材構成を必要とする時期に至ることが考えられる。

ウ) 本校での化学教材展開表 (58頁、表のⅢ)

このア)とイ)を踏まえて作製されたものが、〈表のⅢ〉全体化学のカリキュラムである。表の左は、指導する全項目の流れを、右には、単元ごとに、教材構成のねらいや、扱い方の要点が、また中の欄には、理科Ⅰで取りあげる教材の項目が○で示されている。

③ 理科Ⅰの化学分野における教材展開表 (68頁、表のⅣ)と指導資料

理科Ⅰの教材内容は、どんな観点から、どの教材を、どのように構築すればよいのであろうか。このうち、観点については、先に記述してある①の「理科Ⅰの性格」の中に、「粒子性とエネルギー」という化学概念が生じるよう配慮してみた。

また、その内容については、①のイ)〔理科の内容〕を踏まえて、綜合理科の立場から、望ましいと考えられる項目を②のウ)化学教材展開表(表のⅢの○印)の中から○の形で洗いだしてある。

しかし、この理科Ⅰでは、先にも述べてあるように、総合分野にわたる「自然と人間」のテーマでは「エネルギー資源」、「自然の物質の循環」、「環境の保全」など、放射性元素も含めて、自然界の物質系に関する事項があることから、これらの学習に備えて、いくらかの基礎的知識も補充しておけるような配慮が望まれる。

この③と④の補充と手順を経たのち、現在、本校で実施している理科Ⅰカリキュラム、が〈表のⅡ〉である。

なお、ここで、理科Ⅰの授業が、どんな形で進められているかを知ってもらうため、現在本校で用いている講義用の主プリント教材を例示し、簡単な説明を加えておきたい。

1・講義で用いるプリント教材 (52~55頁表のⅠ)

表Ⅱの化学分野における授業では、どのような教材を使用し、どんな形で指導しているのか。それを明らかにするために、用意されたのがこのプリント教材である。ここでは、紀要による研究発表のため、印刷された形になっているが、その内容や図表などは、ほぼ、本文のままである。この紀要の教材は〈表のⅣ〉大単元〔物質のたりたち〕の副単元①「粒子の概念」と②「近代における化学量論の開花」つまり化学分野における最も初期にあたる部分である。

本校のプリントは、他の教科でも用いられているように、すべてが手書きによるものでありその作製にあたって、特に留意した点は、次のとおりである。

① まず、プリントの1枚ごとに、副単元単位までまとめられるようにし、その項目ごとに、これから学習しようとする事項の〈要点〉を明記し授業における導入にも活用できるようにする。

② 生徒自身による書き込み形式を利用し、講義を聞いたり、考えさせる時間ができるだけ多くもたせられるようにする。

- ③ プリントでは、できるだけ図や表を入れ、生徒の興味や理解がえられるように工夫する。
- ④ 学習事項のうち、特に留意しなければならないところでは、着眼、注意、把握、確認、補説など、随所に入れて、生徒の関心を高めるように心掛けた。
- ⑤ 授業の途中や終末など、まとめの必要がある所では〈整理〉や〈まとめと整理〉の問題を提示し、正確な知識の定着と内容の理解が深められるよう配慮した。
- ⑥ 書きこみを終えれば、自分にとって、学習内容がよく整理され、その單元までの問題に対応できるようにプログラムしてみた。

2・実験で用いるプリント教材（56頁～表のII）

理科Iの化学分野における実験のための時配はどれほどになるのだろうか。

講義中での、教師による教卓上の小実験はのぞくとして、生徒自身による操作実験の時配は、せいぜい4～5時間程度のもとなる。いろいろの教科書でも、その実験項目が5～7種程度におさえてあるのもこのためであろう。

Ⅳ 理科I・化学分野における実験教材の検討

ところで、どの教科書も、実験内容はよく考えられているものの、実験項目の面では、各社多くのバラツキを示し、これらの実験をすべてこなすことは不可能である。しかし、各社の実験項目を、分類、整理してみると、その問題点は次の二つに絞ることができる。

第1点は、実験項目の多様さである。しかしこれらの項目は、先に述べてある理科Iの指導内容のイ)化学分野で扱う学習項目「化学変化と、その量的関係」の中から選ばれたものであって、その点からみて妥当な選択といえよう。

第2点は、実験の扱い方の問題である。各社で取りあげられている実験項目は、時間的にも内容的にも妥当なもので、時間配分もよく考えられているものが多い。

しかし、〈主なイオンの反応〉とか〈炎色反応〉のようなものは、講義の中でその都度行い、そのあと適当な所で一括学習させたほうが、時間的にも、有効な方法と考えられるがどうか。

次は、酸素やアンモニアのような〈気体の発生〉や〈中和反応〉のような1項目の実験が、50分を要するような独立項目となる実験の扱い方の問題である。これら独立項目の実験の扱い方を調べてみると、ほとんどの教科書が従来の方式を踏襲しており、理科I型ともいべき新しい工夫と改良とがなされていない。

例えば、アンモニアの発生では、アンモニアの性質と製法に終って内容を乏しいものにしていくようである。これまでの化学では、3～4単位あるからこそ、酸素でも塩素でも気体発生の実験では、その〔製法と性質〕が、そのまま妥当な取扱といえたのである。

理科Iの化学分野のところの〈気体の発生〉の項目で、扱われる気体の種類を考えると、水素、酸素、アンモニア、二酸化炭素、これに塩化水素などがあげられる。従来の方式を踏襲すれば、これら気体の実験だけで、それに要する時間はお手あげとなる。

何かよい方法はないか……。これに答える一つの試みとして、50分の実習の中で、一つの主題を設定し、この主題に関連するいくつかの小実験を組みこみ、全体として多目的な内容として学習させるといふ新しい工夫がありはしないか。

こうした試みにたち、実験教材プリントの参考として取りあげたのが〈表のII〉で、実験の

主題は〔酸と塩基の反応〕である。

実験①と②は生徒用のもので、酸と塩基の性質やその成分イオンを定性的に調べさせる。

実験③と④とは、教卓実験で、電流を用いて電離の強弱や、中和反応の過程でおこる指示薬の色と電球の明るさの変化、また、そのとき生成する沈殿量などを、やや定量的に取り扱う。

実験指導は、その都度、助言や誘導発問を挿入し、単なる観察記入に終らせないように心掛ける。

ここで掲げた〈表のⅣ〉理科Ⅰにおける化学分野の教材内容とその展開〈表のⅠ〉講義で用いるプリント教材、また〈表のⅡ〉見かたをかえた実験プリントは、いずれも本校生を対象として使われているものであり、至らないところや問題点も多くあると思われるが、その中で、少しでも参考にして戴けるものがあれば幸いである。

⑤ 選択化学の教材構成

これについては、次の①と～④の項目別とし、要点的にふれてみたい。

① 理科Ⅰと、選択化学との関連

まず、化学をつらぬく中心概念は「粒子性とエネルギー」であることは前述してある。

次に、選択化学の教材配列＝（全体化学としての教材構成〔表のⅢ〕－（理科Ⅰで扱う化学教材〔表Ⅲの中の○印〕）の形といえる。つまり、選択化学は理科Ⅰの化学分野の延長とみることができる。

しかし、実際の授業においては、たとえ理科Ⅰで取り上げられている項目のところでも教材の流れにそってその都度適切に再指導し、教材の全体構造が「粒子性とエネルギー」という中心概念で一つのまとまりを保ちながら深く根をはるように心掛けている。

② 大項目における単元設定の趣旨

本校における全体化学としての教材展開表（表のⅢ）には、左の欄に教材の流れ、右の欄には指導のねらい、取扱の要旨が示してある。また、単元の大項目①～④には、その項目で扱う内容に対する「ねらい」が要点的に述べてある。

しかし、ここで上の標題を取りあげたのは、大項目の位置づけに対して、そこに設定している理由づけ、つまり、単元設定の趣旨に触れておきたいからである。

化学教育において、教材の全体を構築するとき、いつも忘れてならないことは「まず、中心概念を踏まえているか。易から難へと組みたてられているか。教材が有機的に係り合いながらスパイラル的に深められているか」の3点にあると筆者は考えている。

この観点から、①～④の大項目の流れに添い、単元設定の趣旨を述べることにしたい。

大単元 ① 近代化学における化学的粒子、化学量、化学式概念がどのように定着されたかを科学史の過程で理解させ、初期学習における化学的粒子の知識を習得させる。

大単元 ② 理想気体 実在の気体、溶液、三態の変化にと進め、動く粒子の取扱の中で化学量、濃度、エネルギーの概念を少しずつおりこみながら学習させる。

大単元 ③ 原子、化学結合では、構造型をもつ粒子とその組みたてへと発展する。ここでは、いろいろな結晶や分子について、その構造と性質の係りを学習させる。

大単元 ④ 物質が変化するときの反応の速さやそのなりたち、反応のさい授受される因子

(H^+ , e^-)に注目させ⑤以下の各論化学の学習に備える基本事項を習得させる。

- 大単元 ⑤ まず、金属の学習は非金属より構造化学の面で簡単なこと、また、電化列の適用で、単体、化合物の一般的性質が総括できる。また、個々の金属では、その金属の特有反応に重点をおいて学習させたい。
- 大単元 ⑥ 配列が金属のあとになる。非金属における分子の性質は、分子の形、分子量、極性などに関連し、学習が深みをもつ。ここでは周期表を活用して分類学習し、最後の炭素族で⑦に関連させる。
- 大単元 ⑦ まず、構成元素と骨格に基づく分子の物理的性質の把握。鎖式炭化水素とその誘導体の性質と反応では、官能基を中心としてその働きを学習する。
- 大単元 ⑧ おもな芳香族化合物では、反応を軸とし、関連系統的に学習する。また、芳香族化合物が示す性質や反応の特異性は、ベンゼン環に基づくことに注目させる。
- 大単元 ⑨ 動物体を構成し、栄養素の役割りを果たしているタンパク質、油脂、炭水化物は縮合物であり、その構成成分との係りの中で性質と反応とを構造面から学習する。
- 大単元 ⑩ 合成高分子化合物。天然の高分子化合物の特性を生かし、これを改良した合成高分子化合物は、化学的にどんな観点からどのように合成されるかを学習する。

あとがき

以上が、標題「理科Ⅰの化学分野と選択化学における教材展開」の要旨である。全体的に端折った記述となったため、不備な点が多くあると思われるが意を汲んで戴ければ幸甚である。

表の I (1)

1 粒子の概念



要点 古代の物質観では、自然を構成している始原（もとになる）物質を観念的に捉えていた。17世紀後半になると自然科学も進歩し、実証的な方法により、原子、分子の概念が捉えられるようになったことを、科学的に学習する。

1 近代物質観のはじまり

(1)ボイルの科学観と元素観

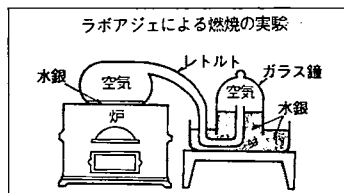
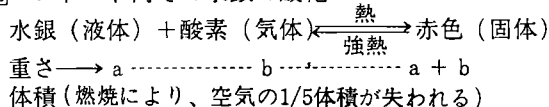
▶科学観 ボイルは、科学的概念とか仮説などは、すべて実験的事実を基礎とすることを強調した。

▶元素観 元素はそれ以上単純な物質に分解されない。すなわち、それ以上、軽くならない……と定義して、元素と化合物の区別を（ ）さの概念を用いて明らかにした。



(2)燃焼理論の確立 ラボアジエは、燃焼とは酸素と結合するという理論を、物質の重量変化と気体の体積変化の両面から捉え、元素と混合物を実験的に区別し、燃焼理論を確立した。

例 レトルト内での水銀の酸化



4 原子 (粒子) 説を支える基礎法則

(1)質量保存の法則 (実証的) -----1772 ラボアジエ

(2)定比例の法則 (実証的) -----1799 プルースト

例 水銀 (液体) : 酸素 (気体) = 20 g : 1.6 g の比となる



<整理の問題> 次の(1)、(2)の問いに答えよ。

- (1)水素 : 酸素 = 1 : 8 の重さで結合する。いま、水素と酸素を 4 g ずつまぜて完全に反応させると、水が () g でき () が () g あまる。
- (2)元素を粒子と仮定し、これを定比例の法則にあてはめるとき、(ア)~(ウ)のうち、正しいものはどれか。記号で答えよ。
 - (ア)同じ元素は同じ重さである。 (イ)元素は固有の結合手をもつ。
 - (ウ)元素の1粒は天秤ではかれないほど軽いといえる。
 - (エ)ある元素の結合手が1個か、2個など、何個であるかを推定できる。



(3)倍数比例の法則 (実証的) -----1803 ドルトン

2種の元素が結合して、2種または2種以上の結合物をつくるとき、一方の元素の一定量と結合する他方の元素の質量は、互いに簡単な()の比となる。

	炭素	酸素	重さの比
気体X(酸化物)	3.0(g)	4.0(g)	1
気体Y(酸化物)	3.0(g)	8.0(g)	2

<整理> 炭素を●、酸素を○として次の①と②を答えよ。

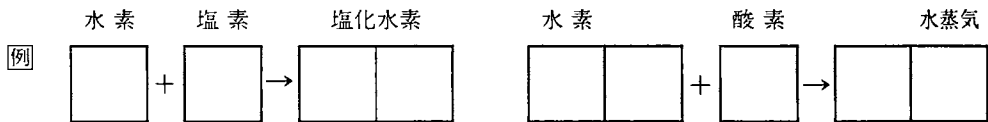
- ①気体Xを●○とすると、気体Yは(●○●、●○●)となる。
 ②気体Xを●○●とすると、気体Yは()となる。

(4)ドルトンの原子説 (図の(1)、(2)、(3)を説明するための仮説-----1003

- ①原子は、物質を構成する最小単位の粒子で、創造も細分もできない。
 ②同種の原子は同形、同質量で異なる原子は形も質量も異なる。
 ③原子間の結合は一定の整数比(例1:1、1:2、2:3など)で行われる。

回 分子(粒子)説を支える基礎法則

(1)気体反応の法則 (実証的) -----1808 ゲリユサクク



<整理の問題> (1)気体反応がなりたつ条件として、次の(ア)~(イ)のうち、適当と考えられるものを記号で選べ。

- (ア)同温、同圧、同体積なら、同じ種類の気体粒子は同数となるだろう。
 (イ)同温、同圧、同体積でも、同種の気体粒子が同数であるとはいえない。

(2)アボガドロの分子説 (初めは仮説、あと法則) -----1811 アボガドロ

<要点> まず、この分子仮説は、気体について適用された。

- ①分子は、原子が整数個ずつ結合してできていること。
 ②単体 同じ元素が整数個結合して実在している物質で、気体に限ると、水素(H₂)、窒素(N₂)、酸素(O₂)のように()原子分子が多い。
 ③化合物 化合物の分子は、異なる原子が()個ずつ結合した物質で、気体では、塩化水素(HCl)、アンモニア()などがこれにあたる。

<整理適用> 水素○、塩素●、酸素を○とし、分子仮説を適用すると、図の気体反応の法則が、うまく説明できることを確かめてみよ。

2 近代における化学量論



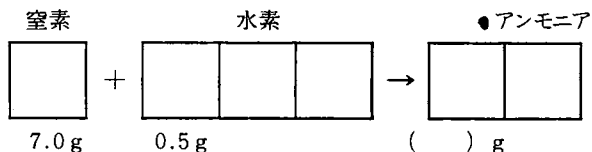
A. アボガドロ

要点 アボガドロの分子説は、()の法則を説明するために提出された仮説であるが、そればかりではなく、この分子説によって、原子量、分子量、原子価など、化学で重要な基礎的量論が解明されることになった。

<分子説から、化学量論への発展> 同温、同圧のもとで、窒素と水素を化合させアンモニアが生成するとき、体積比は、1 : 3 : 2となる。この事実から、原子量、分子量、原子価が明らかとなる過程を学習しよう。

A 化学量と分子説

- ①水素原子を○、窒素原子を⊙として、右の箱(同体積)に、水素、窒素、アンモニアの分子を図示しなさい。



- ②同温、同圧、同体積のもとで、窒素は7.0g、水素は0.5gであった。
 ア) 同じ条件のもとで、アンモニアは(x)gとなる。 x = ()g
 イ) この7.0g : 0.5g : xは、それぞれの気体分子1コあたりの重さの()を示しているといえる。
 ③原子量や分子量は量も軽い水素の原子量を1.0と仮定して算出された。

図説 水素分子：窒素分子 → ○○ : ⊙⊙, ○ : ⊙ → 水素の原子量：窒素の原子量
 重さの比 0.5 : 7.0 2.0 : 28 1.0 : 14.0 (1.0) (14.0)

- ④③より、水素、窒素、アンモニアの分子量は()となる。
 ⑤元素の原子価は、水素原子の原子価を1と仮定して求められた。

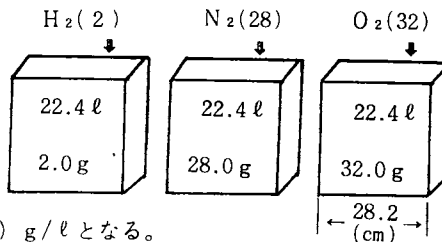
図説 水素分子 ○—○ アンモニア ⊙
 分子式 H₂ 分子式 NH₃ 分子式 N₂

⑥化学反応式での表示

<適用問題> 0℃、1気圧のもとで、6.0(l)ずつの水素と窒素を反応させた。
 (ア)反応が完全に行われたと仮定すると、N₂とH₂のうち()が失われる。
 (イ)反応によって生成したNH₃は()lとなる。
 (ウ)反応が完結したあとの混合気体の体積(0℃、1気圧)は()lとなっている。

B 気体の体積と分子量

22.4 l (0℃ 1気圧)の気体の重さは、すべて分子量gとなる！
 ことが実験的に確かめられた。



問 ⑥の(ウ)の混合気体の密度は()g/lとなる。

3 アボガドロ数と化学量

要点 現在用いられている化学量は、アボガドロ数個の粒子集団を適用することによって、原子量、分子量が求められていることを学習する。

<ポイント> 6.0×10^{23} 個 (アボガドロ数) の、粒子集団を () という。

A 原子量 原子 1 モル (6.0×10^{23} コ) よせあつめたときの原子の g 数値である。

例 炭素の原子量 炭素原子 1 モル (6×10^{23}) の重さ = 12.0 g 原子量 = 12.0

分子量 分子 1 モル (6.0×10^{23} コ) よせあつめたときの分子の g 数値である。

例 二酸化炭素 (CO_2) の分子 1 モルの重さ = 44.0 g CO_2 の分子量 = 44.0

<問> CO_2 1 モル中の C は () モル、O は () モル、ゆえに酸素の原子量 = ()

▶ 分子量の求め方 **例** 二酸化炭素の分子量 (C + 2 × O) = 12.0 + 32.0 = 44.0

すなわち…………… **分子量 = 分子式中の全原子量の代数和**

B 1 ファラディ (F) 電子 1 モル (6×10^{23} コ) ①電気量で 9.65×10^4 (クーロン)

▶ 電気量 (クーロン = アンペア × 秒) **例** $0.20(\text{A}) \times 10(\text{S}) = 2.0(\text{C} : \text{クーロン})$

▶ 電子 1 個の電気量 (有効数字 2 桁) $9.65 \times 10^4 / 6.02 \times 10^{23} = 1.6 \times 10^{-19}$
(クーロン/モル) (コ/モル) (クーロン/コ)

<補説> 電子 1 個の重さは 9.1×10^{-31} (kg) であるから、1 モルの重さは 5.5×10^{-4} g

<問> Na の原子量は 23.0 である $\text{Na} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{e}^-$ から、Na : e^- の重さの比を求めてみよ。

略解 $23.0 : 5.5 \times 10^{-4} = 1 : 2.4 \times 10^{-5}$ となる。

原子に対して電子の重さは無視できる イオンとなると重さ変わらず。

C 気体分子のモル体積 標準 (0°C 、1 気圧) の気体モル **22.4 (ℓ)** となる。
にんがし

<まとめと整理の問題>

(1) アボガドロ数を現在の 2 倍とし、これを 1 モルと定めると (ア) ~ (ク) の化学量の数値はどうか (不変、2 倍、半分、条件不足で不明)

(ア) 原子 1 個の重さ (イ) 電子 1 個の電気量 (クーロン) (ウ) 気体の密度 (g/ℓ) (エ) 原子量

(オ) 18 g の水のモル数 (カ) 水素の原子価 (キ) 気体 1 モルの体積 (0°C 、1 気圧) (ク) 22.4 ℓ (0°C 、1 気圧) 中の酸素分子の数。

(2) mg の気体 A がある。A の分子量を M アボガドロ数を N としたとき (ア) ~ (オ) のうち、誤っているのはどれか。

(ア) A の 1 モルは Mg となる。 (イ) A のモル数は (m/M) である。

(ウ) A 分子 1 コの質量は (M/N) g である。 (エ) V ℓ (0°C 、1 気圧) の気体 A のモル数は (V/22.4) となる。 (オ) A の分子数は $m \times N$ コである。

(カ) 気体 A の密度は 0°C 、1 気圧のもとで (M/22.4) g/ℓ となる。

(3) 次の数のうち、アボガドロ数と一致しないのはどれか。

(ア) 水素 1 g 中の水素原子の数 (イ) 二酸化炭素 1 モル中の酸素原子の数

(ウ) アンモニア 0.25 モル中の全原子数 (エ) 水 9 g 中の水素原子の数

表 の II

酸と塩基の反応

実験の目的 酸・塩基の性質、また、酸や塩基の成分イオンを調べる。中和反応では電流を用い酸の強弱や、なりたちを学習する。

- 〔生徒用器具〕 試験管台、試験管（6）、ビーカー（200ml、温水用1）、ピンセット（1）
 温度計（50℃、1）
 〔生徒用材料〕 酢酸（0.2モル/l）、硫酸（0.1モル/l）、水酸化バリウム（0.1モル/l）
 塩化バリウム溶液（0.1モル/l）、薬包紙（2）、リトマス試験紙（青と赤）、銅線
 マグネシウムリボン

実験① 酸・塩基の水溶液を用いて、臭い、液性、金属に対する作用を調べる。

No.	実験の操作と観察のポイント	酸 A	酸 B	塩基 C
①	温水で温めたとき、臭気を感じたか			
②	リトマス試験紙の色の変化は			
③	金属マグネシウムは変化するか			
④	銅線は溶液中で変化するか			

〈注意〉③と④の実験では、金属と溶液は反応するかしないか、また変化するとき、どちらの反応が激しく、どんな現象が、どのように起っているかよく観察すること。

実験② バリウムイオン（ ）と硫酸イオン（ ）の反応

2種の溶液をまぜあわせて、反応がおこったとき、その変化をイオン反応式で表わしたり、溶液の温度がどのように変化しているかを調べよう。

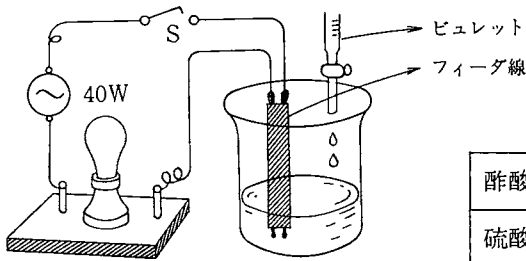
No.	実験の操作と観察のポイント	H ₂ SO ₄	温度	Ba(OH) ₂	温度
①	BaCl ₂ 溶液を加えたときの状態				
②	Ba(OH) ₂ 溶液を加えたときの状態			/	

〈注意〉1)②の実験では、赤ラベルが硫酸10ml、青ラベルが水酸化バリウム10ml、黄色のラベルが塩化バリウム10mlずつの2本となっている。

2) 温度の観察では、小数値をきりすてて、何度変化したかを記入しなさい。

教卓実験③ 電流を用いて、強弱の酸があることを確める。

〔実験の考察〕 水の中に、実験で用い酢酸と硫酸を少しずつ加えていくとき、電球の明るさがどのように変化するかを観察することによって、水溶液中での酢酸や硫酸の分子がどのように電離しているかを考える。



	水のみが 20ml	加えた酸 は()ml	加えた酸 は()ml
酢酸溶液			
硫酸溶液			

〈注意〉右表の空欄には、加えた酸の量に対して、電球の明るさを記入すること。

教卓実験④ 中和反応のなりたちを、電球の明るさから考えてみる。

〔実験の流れと観察〕上の図のビーカーに、濃度未知の水酸化バリウム20.0mlを入れ、これに、フェノールフタレインを数滴加えると、溶液の色は()になる。

②次にスイッチ(S)をとじると、電球は()

③目盛り付きの器具()には0.10モル/lの硫酸溶液がいらてある。これを滴下しつづけると、次のア)～エ)は、どうなるだろうか。

ア) 実験の化学反応式 _____

イ)、ウ)、エ)の考察

		中和点まで	中和点では	中和点すぎ
イ)	フェノールフタレインの色			
ウ)	電球の明るさの変化			
エ)	生成する沈殿の状態			

④この実験で、中和に要した硫酸の体積は() mlであった。

実験のまとめ
と、発展

- ① ①酸には、揮発しやすい酸と、揮発しにくい酸がある。
②酸性の因子は()で、アルカリ性の因子は()である。
③金属には、酸と反応するものと、しないものがある。

② ①と②溶液内で陰陽イオンの反応では、沈殿するものと、しないものがある。
また、この実験によると、反応するときには()のでいりがあるようである。

③ ()酸は、電離度が大きく、()酸は、電離度が小さいことがわかった。

④ イ) フェノールフタレインは、アルカリ性では()色、酸性のときは()色。
ウ) 電球が明るいときはイオンの()が()いときである。
エ) この実験のBa(OH)₂の濃度は()モル/lであり、また、生成した物質の化学式は()、沈殿物は()色で、その質量は、()gである。ただし、原子量はBa (137)、S (32)、O (16)とする。

2 物質の状態 図のねらい ここでは動く粒子をエネルギーの立場で物理的に捉えていく。気体⇔液体⇔固体の三態変化では、まず、実在の気体で分子間力を、希はく溶液では溶媒のエネルギー。三態の変化では潜熱へと、その概念を深めていきたい。

㊦ 気体の通性

- 1. 気体の法則
 - ア. 気体の圧力と温度
 - イ. 気体の圧力と体積
 - ウ. 気体の温度と体積
 - エ. ボイル・シャルルの法則
 - オ. 気体の状態方程式
- 2. 実在の気体
- 3. 気体の溶解度

㊦ 溶液の化学

- 1. 溶液の濃度、モル濃度濃度の変換、イオン濃度
- 2. 化学反応式の基礎知識
 - ア. 反応式のみ方、組み方
 - イ. 化学変化と物質の量
- 3. 希はく溶液の理論
 - ア. 溶液の蒸気圧、ラウールの法則
 - イ. 蒸気圧降下、沸点上昇
 - ウ. 溶液の浸透圧
- 4. コロイド溶液
 - ア. 微粒子性による性質
 - イ. 帯電性による特性
 - ウ. 凝析力と保護コロイド
- 5. 固体の溶解度
 - ア. 溶解平衡、溶解度曲線
 - イ. 無水物の溶解度、再結晶
 - ウ. 水和物の溶解度

㊦-1. 気体は、液体や固体と異なり、すべての方向に自由な拡がりを示す。また、温度、圧力、体積については、どんな気体でも一定の量的関係がなりたつ法則性を示す特性をもつ。

○ ここでは、まず、気体分子の熱運動を圧力の面から考察させ、ボイル・シャルルの法則を経て、気体の状態方程式に進め、その適用に発展させたい。

㊦-2. 実在の気体は、低温、高圧にすると、気体定数になりたなくなる事実から、分子間力や分子の体積がかかわってくることに気付かせる。

㊦-3. 溶けにくい気体の溶解度は、ヘンリーの法則に従うことを学習する。

㊦-1. ㊦の㊦で学習した化学量を適用し、溶液の濃度の基礎的な取扱いを習得させ、㊦の2、化学変化と物質量の取扱いへの足がかりとする。

○ ㊦-2. ここでは、固体の熱分解、気体間の反応、溶液の濃度変化、イオン反応など基本的なすべてのタイプを含む化学反応式の扱い方を学習する。

㊦-3. 不揮発物質を含む希はく溶液の蒸気圧降下、沸点上昇、凝固点降下、浸透圧の現象は、溶質の種類に関せず、すべて溶質粒子（電解質の場合はイオン）の濃度に比例すること、また、これらの現象は溶媒分子の働きによるものであることに気付かせたい。

㊦-4. ここでは、まず、コロイドのなりたち、また、コロイドの性質は、その微粒子性と帯電性に分けてその現象を把握させたい。

○ ㊦-5. 水への溶解現象、溶解平衡と飽和溶液、溶解度曲線の見方、扱い方。

無水物、水和物の溶質の析出、再結晶など。

<p>㉒ 物質の三態</p> <p>1. 原子、分子の熱運動</p> <p>2. 物質の三態と分子間力</p> <p>3. 三態変化と潜熱 ア. 融点と融解熱 イ. 蒸発と気化熱 ウ. 昇華と昇華熱</p> <p>4. 蒸気圧と沸とう ア. 蒸気圧と蒸発平衡 イ. 蒸気圧と温度、沸とう</p> <p>5. 物質の分離、精製 ア. 溶解度の差 (ろ過、再結晶) イ. 沸点の差 (蒸留、分留) ウ. 昇華法、分液ロートの利用</p>	<p>○</p> <p>○</p> <p>○</p> <p>○</p> <p>○</p>	<p>㉒ 物質は温度によって粒子 (原子、分子、イオン) の集合状態がかわり、気体↔液体↔固体と三態の状態が変化する。ここでは、状態変化にともなうエネルギーの出入りや、分子間力に着眼させる。</p> <p>㉒-3 潜熱は、温度に変化がなく物質の状態変化のために費される熱量。状態変化は一定温度で起こり、このときでいりするエネルギーは位置のエネルギー変化と関連することをエネルギー保存則から気付かせたい。</p> <p>㉒-4 密閉容器中での蒸発平衡は気化する液体分子と、液化する気体分子が動的釣合いであること。蒸気圧と温度との関係。沸とうとは何かを学習。</p> <p>㉒-5 混合物は物理的方法を用いて分離することができる。ここでは物質分離の典型例としてア)~ウ)をあげ、用いる器具や、その操作の方法を習得させる。</p>
---	--	--

㉓ 物質の性質 ㉓のねらい ここでの学習は、物質の構造と性質とのかかわりである。まず、原子の構造と結合のタイプをおさえ、これらの結合様式からなる物質の構造と、その物理的性質の間には、どのような関係がなりたつかを、資料に基づいて学習する。

<p>㉔ 原子の構造</p> <p>1. 原子説から有核原子モデル</p> <p>2. 原子、分子のエネルギー</p> <p>3. 核構造と原子量 ア. 原子核と核外電子 イ. 素粒子の物理的性質 ウ. 同位体と概略原子量</p> <p>4. 電子配置と周期表 ア. 周期表と元素の分類 イ. 電子配列と元素の性質 ウ. 元素のイオン化エネルギー</p> <p>5. 化学結合のタイプ ア. イオン結合、共有結合 イ. 配位結合、電子式と構造式 ウ. 元素の電気陰性度</p>	<p>○</p> <p>○</p> <p>○</p> <p>○</p> <p>○</p>	<p>㉔-1 原子説から有核原子モデルまでを実証の科学史の中で捉えていく。</p> <p>㉔-2 ある限られた条件下で運動する微粒子のエネルギーは、不連続の値をとりうることを知らせる。</p> <p>㉔-3 ボーアモデルを提示して原子の構造を学習する。まず、原子核と核外電子の構成、素粒子の物理量を明らかにし、同位体の存在比のもとでの概略原子量へと展開させる。</p> <p>㉔-4 ここでは、原子構造とくに核外電子の配列と周期表とのかかわりを明らかにし、周期表に基づく元素の分類と性質の比較。希ガス、イオン化エネルギーの学習が、次の5につながるように留意する。</p> <p>㉔-5 「すべての原子は希ガス型構造をとろうとする」という概念に(ア)とイ)を学習する。 ウ)の電気陰性度は、次の、㉒物質の構造と性質への適用に備えて学習させたい。</p>
---	--	---

<p>回 物質の構造と性質</p> <p>1. 固体の構造と性質 ア. 金属結合、金属結晶 イ. イオン結晶 ウ. 分子結晶 エ. 共有結合性結晶</p> <p>2. 分子の構造と性質 ア. 分子の形、結合の極性 イ. 無極性分子の構造と性質 ウ. 極性分子の構造と性質</p>		<p>図-1 固体は、化学的粒子（原子、分子、イオン、電子）が強い力で集合してできている物質といえる。ここでは、まず、金属を取りあげ、金属結晶、その典型的な結晶格子をおさえたのち、各結晶のタイプとその特性を、構成粒子の構造面から学習していく。</p> <p>図-2 分子の物理的性質（水に対する溶解性、沸点融点、潜熱など）は、分子の構造（分子の形、分子量分子の極性）と、深いかかわりがあることを、資料に基づいて学習する。</p>
<p>4 物質の変化 4のねらい 化学変化と反応熱、反応の速さと化学平衡、酸・塩基、酸化・還元など、物質の変化を扱うとき、その物質の構造とエネルギーの両面に注目することの重要性を知らせたい。</p>		
<p>回 化学反応と熱</p> <p>1. 熱化学方程式の基礎知識</p> <p>2. 物質の変化とエネルギー ア. 結合エネルギーと生成熱 イ. 燃焼熱、溶解熱と中和熱 ウ. ヘスの法則とその適用</p> <p>回 反応の速さと化学平衡</p> <p>1. 反応のしくみと速度の条件 ア. 活性化エネルギー イ. 反応の条件(温度、濃度、触媒)</p> <p>2. 化学平衡と移動の方向 ア. 可逆反応と化学平衡 イ. 質量作用の法則 ウ. 平衡移動の法則</p> <p>回 C酸と塩基</p> <p>1. 酸と塩基 ア. 電解質と電離平衡、電離度 イ. 電離定数、イオン濃度</p>	<p>○</p> <p>○</p> <p>○</p> <p>○</p> <p>○</p> <p>○</p> <p>○</p> <p>○</p> <p>○</p> <p>○</p>	<p>図-1 まず、熱化学方程式のみ方、表し方など、方程式にかかわる基礎的知識をおさえる。</p> <p>図-2 化学変化は原子の組み替えでおこる。ア)で結合エネルギーと生成熱を関連学習させる。イ)の燃焼熱、溶解熱、中和熱も構造と反応熱とのかわりに注目させる。ヘスの法則はエネルギー保存の原理から取扱う。</p> <p>図-1 化学反応のおこる条件（活性化エネルギー）反応速度を左右する条件を、温度、濃度、触媒のそれぞれについてボルツマン、マックスウェルの分布則と照らしあわせて学習する。</p> <p>図-2 化学平衡の状態とは何か。どんな条件のもとで平衡状態がなりたつかを学習する。質量作用の法則が成りたつ条件、その適用。また、平衡移動は、どんな条件で、どの方向に移動するかを学習する。</p> <p>図-1 ここでは、まず、酸・塩基を電解質として捉える。また質量作用の法則が弱酸に適用できることを利用し、電離定数と、水素イオン濃度や電離度との関連。水のイオン積も質量作用の法則を用いて展開させ水素イオン指数へと学習を進める。</p>

ウ. 水のイオン積と p H

回 中和と塩

1. 酸と塩基の中和

- ア. 共役の酸・塩基、中和
- イ. 酸、塩基の価数、段階電離
- ウ. グラム当量と規定濃度
- エ. いろいろな中和反応

2. 塩の化学

- ア. 塩の定義とその種類
- イ. イオン反応式のつくり方
- ウ. 塩の加水分解
- エ. 中和滴定と指示薬の選定

回 酸化還元反応

1. 酸化・還元の定義

- ア. 酸化・還元と酸素
- イ. 酸化・還元と電子
- ウ. 酸化・還元と酸化数

2. 電気分解

- ア. 電解析出物の見わけ方
- イ. 電気分解の法則と適用

3. 電池

- 1. 金属のイオン化傾向
- イ. 電池（ボルタ）の機構
- ウ. 乾電池・鉛蓄電池
- エ. ダニエル電池の働き

4. 酸化剤・還元剤

- ア. 半反応式での酸化剤・還元剤
- イ. 酸化・還元反応の定量

○ 回-1 酸と塩基は、互いに相反する性質をもつた化学種である。ここでは、酸・塩基の中和が、水素イオンの授受によって統一的に説明できること。また、グラム当量の概念を用いて、いろいろな中和の量的関係が求められるよう指導する。

○ 回-2 塩は化学式からみてどのように定義され、分類されているか。水溶液におけるイオン反応式のつくり方。塩の加水分解をふまえて、中和滴定における指示薬の選定に発展させ、中和滴定での酸や塩基の定量する場合の器具の扱い方も習得させる。

○ 回-1 酸化・還元反応を酸素のやりとりから、水素、電子へと発展させ、すべての酸化・還元反応が酸化数で統一的に理解できるようにする。これを回の2, 3, 4への足がかりとさせる。

回-2 ア) では、水溶液や熔融塩においてどの極でどんな析出物ができるかを、また、イ) 電気分解の法則は、モル概念を用いて説明できることを明らかにし、この法則の適用を学習させる。

○ 回-3 ここでは、目的を電池の理解に絞る。ア) のイオン化傾向は、金属と金属イオンの変化が中心となる。イ) のボルタ電池では、その原理を、ウ) の電池では減極剤の働き。エ) のダニエル電池では、濃淡電池の働きなど、半反応式で学習させ、次の回-4への足がかりとする。

回-4 酸化数や電子の授受から酸化剤・還元剤の反応が、半反応式を用いて求められるようにする。

回 金属の化学 回のねらい ここでは金属単体と化合物が示すいろいろな性質のうち、金属の電化列で一括できるものを先に学習させる。これにより、あとの金属各論の学習での無駄を省き、その金属特有の性質や反応に重点をおくことができる。

1. 金属の分類、おもな特質
2. 電化列と単体の化学的性質
 - ア. 金属と水との反応
 - イ. 金属と酸との反応
 - ウ. 両性元素と酸・塩基の反応

3. 電化列と金属化合物
 - ア. 酸化物、水酸化物の溶解性と酸・塩基性
 - イ. 金属イオンと塩基の反応
 - ウ. 両性元素の酸化物、水酸化物と強塩基の反応
 - エ. アンモニア水で溶解する金属化合物

4. 錯イオンの基礎知識
 - ア. 配位結合と錯イオン
 - イ. 配位子と錯イオンの価数
 - ウ. 主要な錯化合物と複塩
5. 電化列と硫化物の溶解性

回 周期表 3 周期の金属

1. アルカリ金属
 - ア. アルカリ金属の通性
 - イ. 水酸化ナトリウム
 - ウ. 炭酸ナトリウム
 - エ. 炭酸塩と炭酸水素塩

2. アルカリ土類金属
 - ア. 単体の化学的性質
 - イ. 主要な化合物の性質
 - ウ. 第 3 周期金属の比較化学

○
○

図-1 周期表上における金属の分類とともに、金属単体が示す物理的性質、また、金属特有の化学的性質をまとめておさえる。

図-2 電化列に位置づけられた金属が(ア)~(ウ)で起こす変化を反応式をふまえて学習させる。

図-3 まず、酸化物、水酸化物の水に対する溶解性や、酸に対する塩基としての働きを統一的に学習させ(イ)は、電化列に位置づけられた金属イオンと塩基の反応による沈殿生成の有無、

(ウ)は両性元素の酸化物、水酸化物の酸・塩基としての働き。最後の(エ)では、亜鉛、銅、銀の化合物とアンモニア水の反応による錯イオン生成の実験観察を経て、次の図-4における学習の導入とする。

図-4 特定の陽イオンが分子や陰イオンと配位結合して錯イオンを生成する機構は、核外電子の配列に関係するが、ここでは、代表的な錯イオン数種を例示しその化学式に基いて基本的な知識を学習し、複塩との違いを、電離式を提示して比較させる。

図-5 金属硫化物の沈殿の有無は、電化列の位置づけと液性によって左右され、金属イオンの検出や硫化水素の製法に活用される。

○

図-1 周期表 1 A 族の金属元素、価電子配列とイオン半径(大)から単体や化合物の性質を考察。(イ)と(ウ)は製法と性質。(エ)は、溶解度、加水分解、酸や熱に対する化学的性質を比較学習させる。

図-2 周期表 2 A 族の金属元素、単体、主要化合物(酸化物、水酸化物、塩)の性質は、同族でも、その位置づけで異なることに留意させる。

○

図-2の(ウ)、Al は、両性元素、単体、酸化物、水酸化物の性質は復習にとどめ、ミョウバン、テルミット法、不動態などが学習のポイントとなる。

(ウ)では Na, Mg, Al の主要化合物を比較学習させる。

<p>㊦ 主要な遷移元素</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 遷移元素の特性 2. 銀と銅、その化合物 3. 鉄とその化合物 4. クロム・マンガン <p>㊧ 主要なイオンの検出</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. おもな陽イオンの反応 2. おもな陰イオンの反応 3. 金属イオンの系統分離 4. 緩衝溶液のなりたちと働き 	<p>○</p> <p>○</p>	<p>㊦-1 周期表上における遷移元素の分類。典型元素と遷移元素との性質の比較を学習する。</p> <p>㊦-2 周期表上1B族の元素、単体、化合物、金属イオンの主反応など系統表により、復習の形でまとめ、これに銅の電気精練が加わる。</p> <p>㊦-3 周期表上8族の元素、学習の形は㊦-2になるが、これに鉄の精練が加わる。</p> <p>㊦-4 ここでは、主要な陰陽イオンの検出反応を経て、金属イオンの系統分離を学習。ここでは、緩衝溶液、溶解積など金属イオンの濃度、沈殿生成など、定量的な取扱いに触れることもありうる。</p>
<p>㊨ 非金属の化学 ㊨のねらい 周期表上、右上に位置する22種の典型元素。非金属の単体や化合物の学習は、分子の構造（形、分子量、極性）と性質との係りに注目することが大切である。</p>		
<p>㊩ 周期律と非金属元素</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 非金属の特性と分類、希ガス 2. 水素と酸素、酸化物 3. イオウと、その化合物 4. 窒素・リンとその化合物 5. ハロゲンとその化合物 6. 炭素、ケイ素とその化合物 <p>㊪ 無機化学工業</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 工業製品の系統的なまとめ 2. 冶金の原理とその適用 	<p>○</p>	<p>㊩-1 周期表上における非金属の分類。非金属の価電子配列と原子価、希ガスについて学習する。</p> <p>㊩-2 水素、酸素の性質と製法。酸性酸化物、塩基性酸化物のまとめ。オゾンなどを中心に学習する。</p> <p>㊩-3 硫黄の同素体、酸化物、硫酸、硫化水素</p> <p>㊩-4 単体、アンモニア、硝酸、リンの同素体、五酸化リン、リン酸。</p> <p>㊩-6 炭素の同素体。一酸化炭素と二酸化炭素の製法と性質。二酸化ケイ素、水ガラス。</p> <p>㊪-1 は系統表でまとめる。2は電化列の位置づけにどの冶金法が、なぜくるのかを学習する。</p>
<p>㊫ 鎖式有機化合物 ㊫のねらい 有機化合物の学習では、まず、分子の構造と物理的性質に重点をおく。次に、学習の順序は、反応のみちすじに添い関連系統的に進める。このため構造的に最もシンプルな鎖式炭化水素から学習を初める。</p>		
<p>㊬ 有機化合物の特性</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 有機化合物と無機化合物 2. 炭素化合物の特徴 <p>ア. 炭素化合物の骨格構造</p> <p>イ. 異性体（構造、幾何、光学）とその分子の物理的性質</p>		<p>㊬-1 有機化合物と無機化合物の性質の比較</p> <p>㊬-2 炭素は結合様式が多様で化合物の種類も多く全く性質の違う異性体を生じる。</p> <p>異性体では、そのタイプとともに、その構造の違いと、物理的性質との関連も学習する。</p>

㊦ 鎖式炭化水素

1. メタン系炭化水素(アルカン)

- ア. 炭化水素の一般的性質
- イ. アルカン、アルキル基の名称
- ウ. アルカンの製法と性質

2. エチレン系炭化水素(アルケン)

- ア. 不飽和炭化水素の特性
- イ. エチレンの製法と性質

3. アセチレン系炭化水素(アルキン)

- ア. アセチレンの製法と性質
- イ. ビニル基の付加反応

㊧ 有機化合物の構造

1. 官能基の構造と性質

- ア. 極性と物理的性質
- イ. 官能基の酸、塩基性

2. 有機化合物の化学式の決定

- ア. 成分元素の組成、実験式
- イ. 分子量の測定、分子式
- ウ. 官能基の推定、実験式

㊨ アルコールとエーテル

- 1. アルコールの種類と通性
- 2. アルコールの構造と酸化
- 3. 2価と3価のアルコール
- 4. エーテルの製法と性質

㊩ アルデヒドとケトン

- 1. アルデヒドの性質と製法
- 2. ケトンの性質と製法

㊪ 脂肪酸とエステル

- 1. 脂肪酸の性質と製法
- 2. エステルの性質と製法

㊦-1 ア)では、炭化水素の構造と性質(分子の極性。水への溶解性、沸点、比重、燃焼性など)や、イ)では有機化合物学習の土台となる基本用語や一般式。ウ)では、アルカンの化学的性質(置換、ラジカル)反応、クラッキングやメタン系炭化水素の実験室的製法などを学習する。

㊦-2 ア)では、2重結合や3重結合をもつ不飽和炭化水素の特性(付加、付加重合、検出)をふまえ、エチレンの主要な反応、実験室的製法などを学習する。

㊦-3 ここではアセチレンの製法と主要な反応(燃焼、重合、検出)とともに、工業的製品の中間物質として重要なビニール化合物に重点をおく。

㊧-1 ここでは主要な官能基の構造(空間的な形、極性)と物理的(水溶性、沸点など)化学的(酸・塩基性)性質との関連に重点をおいて学習し、2の化学式の決定への足がかりとする。

㊧-2 有機化合物の化学式決定では、その構造も含めて明らかにしなければならない。

ここでは、まず、有機化合物の分離、精製。次に官能基の検出。構造式の決定と、初期段階における学習として取りあげる

㊨-2 種類は、第1、2、3と1価、2価、3価。アルコールの通性。エチルアルコールの製法、性質。おもな反応。メチルアルコール

㊨-2 酸化されやすい第1,2アルコールの構造。

㊨-3 エチルグリコール、グリセリンの性質と用途。

㊨-4 エーテルの性質と一般的製法。

㊩-1 ホルムアルデヒドとアセトアルデヒドの性質製法、検出(フェーリング溶液の還元、銀鏡反応)

㊩-2 アセトンの製法と性質、検出

㊪-1 カルボン酸の性質、ギ酸の製法と特性(還元性)、酢酸と無水酢酸の製法、性質、主反応。

㊪-2 エステルの構造と通性、エステル化と加水分解、酢酸エチルの製法と性質

<p>㊦ 芳香族化合物 ㊦のねらい ベンゼン環が主骨格となる芳香族化合物は、その化学的挙動が、鎖状化合物と異なる性質を示す。ここでは、主要な芳香族化合物を取りあげ、典型的な反応のパターンを提示し、この化合物の特徴を把握させたい。</p>		
<p>㊦ 環式炭化水素</p> <p>1. 脂環式炭化水素 2. 芳香族炭化水素 ア. ベンゼンの性質と製法 イ. アルキルベンゼンと酸化 ウ. ナフタレン・アントラセン</p> <p>㊦ フェノール類</p> <p>1. 石炭酸の性質と製法 2. ナフトール、サリチル酸</p> <p>㊦ ニトロ化合物とアミン</p> <p>1. ニトロ化合物とアミンの性質の比較 2. アミンの一般的性質 3. アニリンとその誘導体</p>		<p>㊦-1 脂環式炭化水素の構造と一般的性質 ㊦-2 ベンゼン環に結合した水素原子は鎖式炭化水素と異なることを反応（ハロゲン化、ニトロ化、スルホン化など）の面から学習する。トルエン、キシレンではアルキルベンゼンの酸化など。ナフタリンの性質と酸化。アントラセンの構造と用途など。</p> <p>㊦ フェノールの一般的性質と特性。石炭酸のおもな性質と製法。 ㊦-2 ナフトール、サリチル酸のおもな反応。</p> <p>㊦ ニトロ基をもつニトロベンゼンとアミノ基をもつアニリンを中心に、その性質と製法を関連ずけて学習する。アミンの一般的では、アミンの構造と塩基性の強弱、中和、アセチル化など。3) では、塩化ベンゼゾアゾニウム、カップリングなどを学習。</p>
<p>㊦ 生体を構成する物質 ㊦のねらい 生体を構成し、エネルギー源となるタンパク質、油脂、炭水化物について、その化学的成分、性質、また働きについて学習する。</p>		
<p>㊦ アミノ酸とタンパク質</p> <p>1. アミノ酸とその性質 2. タンパク質とその性質 3. 酵素とその働き</p> <p>㊦ 油脂と洗剤</p> <p>1. 油脂の成分（エステル） 2. 油脂の分類、性質、用途 3. セッケンと合成洗剤</p> <p>㊦ 炭水化物の化学</p> <p>1. 糖の分類、加水分解 2. デンプン、麦芽糖、ブドウ糖 3. セルロースの用途</p>	<p>○</p> <p>○</p>	<p>㊦ アミノ酸は両性化合物で分子内塩をつくる極性分子。他の有機物と異なり、親水性で融点も高い。2) は、タンパク質の構造と性質、検出が重点。3) は、酵素の性質、種類その働きをまとめる。</p> <p>㊦ 油脂は高級脂肪酸とグリセリンからなるエステルであるから、化学的には加水分解とケン化に着目。また、油脂の性質は炭化水素部の構造で定まる。ヨウ素価。ケン価化。3は、セッケンの欠点を化学的に改良するため考えられた合成洗剤について学ぶ。</p> <p>㊦ 酵素による糖の加水分解、糖の分類を学習。 2) は、デンプン、麦芽糖、ブドウ糖の関連と性質を構造式で学習する。 3) は、βブドウ糖の縮合物であるセルロースが繊維状の高分子でアルコール性水酸基をもつことから、繊維に利用されていることに注目させる。</p>

㉒ 合成高分子化合物 ㉒のねらい 日常の生活物資としての㉒、㉓、㉔の学習では、それぞれの項目に該当する天然高分子の特徴と欠点を踏まえ、これを化学的に改良するため、どのような単量体で、どのように作りだされるのかを学習する。

㉒ 合成繊維

1. ナイロン
2. ビニロン
3. テトロン

㉓ ゴムの化学

1. 天然ゴムの構造
2. 合成ゴム
 - ア. ブナS、ブナN
 - イ. クロロpreneゴム

㉔ 合成樹脂とイオン交換樹脂

1. 熱可塑性型合成樹脂
2. 熱硬化型合成樹脂
3. イオン交換樹脂

㉒ いずれも分子内に極性をもつ繊維状高分子である。ナイロンは動物性繊維に類似したポリアミド系。ビニロンは、セルロースのように吸湿性のよいポリビニル系。また、テトロンは乾き易さに重点をおいたポリエステル系繊維であることを学習。

㉓ 天然のゴムは、イソプレンのような共役二重結合型分子の重合であるとの視点から、合成ゴムの製法を学習。合成ゴムは、無極性の天然ゴムに対して極性を持ち、耐熱、耐老化、耐油性に優れていることを構造、極性、補強剤の面から学習する。

㉔ 繊維、ゴム以外の合成高分子。合成樹脂の学習では、その単量体の骨格構造や極性、結合の様式（付加縮合）などにより、性質が異なるさまざまなプラスチックが合成されること。

3) は、その構造と働きとを学習する。

表のⅣ

理科(Ⅰ) 化学分野における教材展開表

大 単 元	学 期	理化Ⅰ(化) 教材の構成	教材項目に対する指導のねらい、取扱いの要旨
物 質 の な り た ち	1 学 期	Ⅰ 粒子の概念 <要点> 古代の物質観では、自然を構成している始源物質(元素)を観念的に捉えていた。17世紀後半になって自然科学も進歩し、実証的方法により原子、分子の概念が捉えられるようになったことを、科学的に学習する。	
		Ⅱ 近代物質観のはじまり 1. ボイルの科学観と元素観 2. 燃焼理論の確立 Ⅲ 原子説を支える基礎法則 1. 質量保存の法則 2. 定比例の法則 3. 倍数比例の法則 4. ドルトンの法則 Ⅳ 分子説を支える基礎法則 1. 気体反応の法則 2. アボガドロの分子説	Ⅱ-1 結合物は分解するが、元素はそれ以上軽くないという実証主義的の元素観が化学分野にもちこまれた。 Ⅱ-2 天秤による密閉容器中の実験から、焼燃とは可燃物と元素である酸素との結合であることが明らかにされた。 Ⅲ-1 この法則は、化学変化があっても元素の質量は変わらないということを実証的に明らかにした。 Ⅲ-2 結合にあずかる元素は固有の重さと結合手を持ち天秤で秤れないほど微量に分割されうると想定される。 Ⅲ-3 ある種の元素は2種以上の結合手を持ちうる。 Ⅲ-4 原子は固有の性質を持ち創造も消滅もされない。 Ⅳ この気体反応の法則を解決するために、アボガドロの分子仮説が提出された。これにより、単体、化合物における多原子分子の概念が導入され、近代化学における化学量論の開花へと発展する。
		Ⅴ 近代における化学量論の開花 <要点> アボガドロの分子説は、気体反応の法則を説明するために提出された仮説であるが、この分子説によって、分子量、原子量、原子価など化学で重要な基礎的の量論が解明されることを学習させる。	
		Ⅵ 化学量論と分子説 1. 気体の体積と分子説 2. 分子の比較質量 3. 原子量・分子量と分子説 4. 原子価と分子説 Ⅶ 分子量と気体の体積	Ⅵ-1 分子説を適用して、 $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$ の復習 Ⅵ-2 Ⅵの1を用いて $N_2:H_2:NH_3$ の分子の質量の比較値を求め、Ⅵの2で、水素の原子量を1とすると、窒素の原子量は14となり、 $N_2:H_2:NH_3=28:2:17$ この値がそれぞれの分子の分子量として求められることを学習する。 Ⅵ-3 Ⅵ-1を用いて窒素と水素の原子価が求められる。 Ⅶ 標準状態のもとで気体の分子量 g は $22.4(l)$ となる。
		Ⅷ アボガドロ数と化学量 <要点> 現在用いられている化学量は、アボガドロ数(6.0×10^{23} 個の化学的粒子集団)をモルとし、これを適用して原子量、分子量などが求められていることを学習する。	

物 質 の な り た ち		Ⓐ モルと原子、分子の質量 1. 原子量 2. 分子量 Ⓑ モルと粒子の電気量 1. ファラデー 2. 化学式量 Ⓒ 気体のモル体積	Ⓐ-1 原子量は原子 1 モルの g 数値という概念で学習。 Ⓐ-2 分子量も分子 1 モルの g 数値という概念から、分子量 = 分子式中の原子量の代数和へと導く。 Ⓑ-1 電子 1 モルの電気量 = 1 F (96500 クーロン) Ⓑ-2 イオン、イオン結合性物質の化学式から式量の求め方を学習する。 Ⓒ 気体は分子量 g 中にアボガドロ数の分子が存在。
		④ 化学式の基礎知識 <要点> 原子、分子、イオンを単位として物質の構成を考え、これを化学式で表すには、どんな知識が必要となるか。また、この単元で学習する事項が、あとで学習する溶液の濃度や反応式の取扱に生かされるよう学習させる。	
	1	Ⓐ 化学式の種類 1. 分子と分子式 2. 構造式 3. 実験式と分子式 Ⓑ 分子以外の化学式 1. 組成式で表示する物質 2. 結晶性物質の組成式 Ⓒ 化合物のよびかた 1. 金属と非金属の化合物 2. 2種の非金属の化合物 3. 酸と塩基の化合物 4. 塩・塩の名称 5. 電離式、イオンの価数と名称	Ⓐ-1 分子の定義。物質の状態や化学式から分子をみわけける方法。分子式の書き方。 Ⓐ-2 元素の原子価と価標、構造式の示しかた。 Ⓐ-3 成分元素の組成と実験式、分子式の求めかた。 Ⓑ 非金属の巨大分子、金属、金属化合物の結晶などに使われる化学式。金属や金属化合物の結晶格子から、組成式を求める方法を学習する。 Ⓒ 化学の学習では、まず、化学式をみて、その物質の名称や化学種の分類ができなければならない。ここでは、その主要な化合物 1～4 にわたる一般的な分類上の用語（酸化物・塩化物など）や、個々の物質のよび方を習得する。 Ⓒ-5 主要電解質を用いた電離式の取り扱いの中で、そのイオンの価数と名称、電荷保存則を習熟させ、のちの溶液の取扱方に備えられるようにする。
		⑤ 溶液と濃度 <要点> 化学では、実験、計算のさい濃度を扱うことが多い。ここでは計算も含めた溶液の濃度に関する基礎知識とその取扱の技法を学習し、次単元、化学反応式の取扱にそなえたい。	
	Ⓐ 溶液の濃度 1. 重量%濃度 2. モル濃度 Ⓑ 溶液の濃度の変換 Ⓒ 水和物の濃度 Ⓓ イオンの濃度	Ⓐ-1 溶液中の溶質の量を重量%で表した濃度 Ⓐ-2 溶液 1 l 中の溶質の量をモル単位で表した濃度 Ⓑ 重量%濃度とモル濃度の変換では、溶質の質量とモル数の変換、溶液の密度の取扱ができるよう留意する。 Ⓒ 無水物としてのモル数/溶液 1 l であることを確認。 Ⓓ イオンのモル数/溶液 1 l であることを徹底させる。	

	<p>⑥ 化学反応式の取扱 <要点> ここでの化学反応式の取扱は、与えてある反応式か、原系と生成系の物質提示による反応式の組み立てかた。また、完成された化学反応式の両辺のモル比を正しく読みとり、条件にそつ目的の化学量の求めかたを学習する。</p>	
<p>物質の学</p>	<p>㉑ 化学反応式とモル 1. 化学反応式の見方 2. 化学反応式の作り方</p> <p>㉒ 固体の熱分解 ㉓ 気体の体積変化 ㉔ 溶液内の化学変化 ㉕ 水和物の熱分解</p>	<p>㉑-1 反応式の左辺も右辺もモル単位として扱うこと。 ㉑-2 両辺の原子の種類と、その数が同じとなること。 2-㉑では、塩素酸カリウムの熱分解(固体と気体)、㉒では、酸素とオゾン(気体同志)、㉓では、過酸化水素水の分解(溶解の濃度)、㉔では、結晶硫酸銅の熱分解(結晶水)など、モルの視点で、いろいろな条件のもとで、目標となる化学量がどのようにして求められるかを学習していく。</p>
<p>状態</p>	<p>㉖ 物質の三態 1. 原子、分子の熱運動 2. 物質の三態と分子間力</p> <p>㉗ 三態変化と潜熱 1. 固体⇌液体の潜熱 2. 液体⇌気体の潜熱 3. 固体⇌気体の潜熱 4. 潜熱と分子間力</p> <p>㉘ 蒸気圧と沸騰 1. 蒸気圧と蒸発平衡 2. 蒸気圧曲線、沸騰</p>	<p>㉖ まず、粒子的モデルでの三態の特徴。気体の拡散、ブラウン運動の例示で、どの状態の分子も熱運動することを知る。熱による三態の変化を粒子の分子間力の面から学習する。 ㉗ 物質が熱を授受しても、状態の変化がおこっている時には、物質の温度はかわらない。このとき、物質を構成している粒子は、どんな形のエネルギーに変化しているのだろうか。ここでは、エネルギー保存則のたちばから、粒子の動きを考察させるよう働きかけていきたい。 ㉘ ㉗では、温度一定のもとでの粒子の動きについて考察した。ここでは、異なる種類の液体が異なる温度のもとで示す蒸発現象や沸騰について分子の挙動を学習していく。</p>
	<p>㉙ 物質の分離、精製 <要点> これまでに学習してきた物質の状態をふまえて、ここでは、純物質と混合物の見分け方、実験の目的と操作を主体として、固体の溶解度や、物質の分離と精製を学習する。</p>	
	<p>㉚ 純物質と混合物 1. 純物質と混合物 2. 固体の溶解度 ア. 溶解平衡と溶解度曲線 イ. 結晶の析出、再結晶</p>	<p>㉚-1 物理的性質の面から純物質と混合物を区分する。 ㉚-2 飽和溶液と溶解平衡、溶解度の定義、溶解度曲線による溶液の状態や結晶の析出、再結晶について学習する 溶解度の求め方では、溶質はすべて無水物の形で取扱えることを知る。</p>

物質の2状態

<p>㉔ 物質の分離、精製</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 溶解度の差を利用(ろ過、再結晶) 2. 沸点の差を利用(蒸留分留) 3. 分液ロート法、昇華法 	<p>㉔ 混合物から目的とする成分物質をとりだすには、まず、成分物質の物理的性質(溶解度、沸点など)を利用して、その目的物質を分離しなければならない。そのさい、どんな器具を用いて、どのように操作しなければならないか、その基本的な事項を理解するために、1~3の項目を実験装置に基づいて学習する。</p>
<p>㉕ 原子の構造と周期律 <要点> 原子の性質は、その核外電子で定まり、これによって化学結合のタイプも明らかとなること、また、原子核と原子量との関連や、周期表を用いて元素の性質や分類ができることを学習する。</p>	
<p>㉖ 原子の科学史</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 原子説から有核モデル 2. 微粒子の世界のエネルギー <p>㉗ 原子の構造と原子量</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 原子の構造 2. 核構造と原子量 3. 同位体と原子量 <p>㉘ 周期表と核外電子</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 周期表と元素の分類 2. 周期表と電子配列 3. 希ガスと原子の安定度 <p>㉙ 化学結合のタイプ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 価電子配置と原子価 2. イオン結合 3. 共有結合 <p>㉚ 周期表と元素の性質</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 希ガス 2. アルカリ金属 3. ハロゲン元素 	<p>㉖-1 原子説にはじまり、陰極線の研究をへて、α線散乱による原子核の確認など、有核原子モデルまでに辿りついてきた過程を科学的に学習していく。</p> <p>㉖-2 ボーアモデルで示される電子のエネルギーが、どうして多重の輪になるのかを、三つの条件から説明する。</p> <p>㉗-1 ボーアモデルによる原子核と電子の配列を学習する。</p> <p>㉗-2 核子の物理量と原子量との関連を考察する。</p> <p>㉗-3 同位体の存在比のもとでの概略原子量を求める。</p> <p>㉘-1 周期表による元素の周期性や元素の分類を学ぶ。</p> <p>㉘-2 元素の電子配置と周期表の位置づけを学習する。</p> <p>㉘-3 希ガスの電子配置をとる元素が安定である事実を学習することから、次の㉙への導入とする。</p> <p>㉙-1 元素の陰陽性や原子価は、価電子の配列で定まる。</p> <p>㉙-2,3 すべての元素は閉殻構造をとるように働く。ここでは、イオン結合や共有結合のしくみが、両原子の価電子配列によって定まることを学習する。</p> <p>㉚ ここでは、周期表の同族元素が類似の化学的性質を示すこと。同族でも、その上下の位置により、物理的、化学的性質がどのように変わるかを、希ガス、アルカリ金属、ハロゲン元素について比較学習をさせる。</p>
<p>㉛ いろいろな化学変化 <要点> 自然界における物質の変化のうち、化学的に重要な変化として酸化・還元反応と酸・塩基反応が挙げられる。ここでは、ほかに、元素やイオンの検出、気体発生のしくみなども取りあげ、反応式を組みこんで学習していく。</p>	
<p>㉜ 酸化と還元</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 酸素、水素と酸化還元 	<p>㉜-1 水素や酸素が授受される化学反応式を事例にして、酸化・還元のしくみや、定義を学習する。</p>

物質の 変化 の 期	2 化学変化と熱の出入り ㊦ 酸と塩基 1 酸と塩基の性質 2 電離と中和 ㊧ 塩の化学 1 塩の組成、種類 2 塩の組成と溶解性 ㊨ 酸・塩基として働く酸化物 1 酸化 1 酸性酸化物 2 塩基性酸化物 ㊩ 気体の発生 1 酸素と水素 2 二酸化炭素と塩化水素 3 アンモニア ㊪ おもなイオンの検出 1 主要な陽イオンの反応 2 主要な陰イオンの反応 3 金属の炎色反応	㊦-2 燃焼を例にとり、熱化学方程式の見方を学習する。 ㊦-1 H^+ と OH^- をなかだちとし、主要な酸と塩基の基本的な性質をおさえる。 ㊦-2 酸の強弱と電離度、中和反応を化学式で学習する ㊧-1 組成式から塩の定義や、種類の区分方を知る ㊧-2 化学式から塩が水に溶ける溶けないを判別できるように学習させ、イオン反応式が表せるように指導する。 ㊨ 酸化物には、酸や塩基として働くことのできる酸化物があることを知る。 ㊨-1 酸として働くことのできる非金属酸化物 ㊨-2 塩基として働くことのできる金属酸化物 ㊩ 気体の発生では、その発生装置と熱条件、捕集方法のすべてを含むもの。また気体の性質（水に対する溶解性、酸性、アルカリ性、可燃性）、検出法など多目的学習のできる重要な5種の気体を取り扱う。 ㊪ 既習のものも含めて、主要なイオンの化学変化をイオン反応式で表せるように指導する。 できれば、イオン濃度や沈でん量の求め方、3の炎色反応も含めての元素の検出にまでもっていきたい。
	3 ㊫ 自然を構成する元素 〈要点〉自然界に存在する元素はどのようにしてできたのであろうか。宇宙の中で星の元素はどんな営みをしているのだろうか。また、地殻や生物を構成している元素や物質について基礎的な知識を学び、地学分野における「資源とエネルギー」「生態系と物質循環」などへの関連を図る。	
㊬ こわれゆく元素 1 元素の変換と放射線 2 核反応とエネルギー ㊭ 宇宙の元素と星 1 宇宙を構成する元素 2 星の誕生と死 ㊮ 地球にかかわる元素 1 地殻を構成する元素 2 生物を構成する物質	㊬ 元素の中には、自然に壊れて他の元素に移り変わるものがある。どんな元素がどのように壊れ、どんな形でエネルギーを放出していくのかを要点的に学ぶ。 ㊭ 宇宙全体としての元素の分布。また、星の中の元素は、どんな状態で存在しているかなど、星の誕生と、その移り変わりについて物語りのように学習する。 ㊮ 地球の核やマントル、とくに地殻を構成する主要な元素や岩石の成分。また、生物を構成している主要な元素や有機物には、どんな物質が存在するかを要点的に学習する。	

理科 I (化学分野の総括と演習)