

化 学 $\frac{1}{6}$

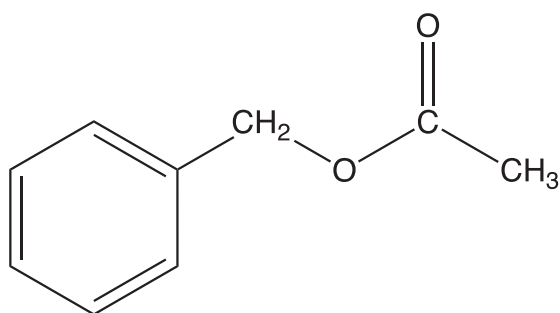
[問題を解くにあたっての注意事項]

必要があれば，次の値を用いること。

原子量：H 1.0, C 12, O 16, S 32, Pb 207

ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

構造式は次の例にならって描くこと。



化 学 $\frac{2}{6}$

I 次の文章を読んで、問1～5に答えよ。

私たちの身のまわりの物質は、その構成要素となる粒子である（ア）からできている。（ア）は中心にある（イ）と、そのまわりを取り巻くいくつかの（ウ）からできている。さらに（イ）は（エ）と（オ）からなる。（エ）は（カ）と絶対値の等しい正電荷、（ウ）はそれと同じ絶対値の負電荷を帯びる粒子である。（イ）に含まれる（エ）の数を（キ）といい、その値は元素ごとに決まっている。

（イ）に含まれる（エ）と（オ）の数の和を（ク）という。（エ）1個と（オ）1個の質量はほぼ等しく、（ウ）1個の質量はそれらに比べて非常に小さい。そのため、（ア）の質量は（イ）の質量にほぼ等しく、（ク）にほぼ比例する。（ア）には、（キ）が同じでも（ク）が異なるものが存在する。これらの（ア）どうしを互いに（ケ）であるという。

（ケ）の中には、（イ）が不安定で、（コ）と呼ばれる粒子や（サ）を放出して別の（イ）に変わるものがある。このような（ケ）が元の量の半分になるのに要する時間を（シ）と呼ぶ。

（ア）内の（ウ）は、（ス）と呼ばれる層に分かれて存在している。原子番号1～18の原子では、（ウ）は（イ）に近い（ス）から順に収容され、一番外側の（ス）にある（ウ）を（セ）という。（セ）のうち、（ア）がイオンになったり、（ア）どうしが結びついたりするとき重要なはたらきをするものを（ソ）と呼ぶ。

問1 空欄（ア）～（ソ）に最もふさわしい語句を入れよ。

問2 （イ）が次のように構成される（ア）を、それぞれ例にならって表せ。

例）（エ）の数6、（オ）の数6のとき： ^{12}C

	（エ）の数	（オ）の数
①	1	2
②	3	4
③	9	10
④	14	14
⑤	18	22
⑥	20	24

問3 （コ）は私たちの身のまわりでどのように利用されているか。例を2つ挙げよ。

問4 下線の理由を説明せよ。

問5 次の原子における電子配置、（ソ）の数を答えよ。

例）炭素の場合：電子配置 K2, L4

- | | | |
|-------|------|--------|
| ① ホウ素 | ② 酸素 | ③ ネオン |
| ④ リン | ⑤ 塩素 | ⑥ カリウム |

化 学 $\frac{3}{6}$

Ⅱ 亜鉛，アルミニウム，カリウム，カルシウム，銀，鉛(Ⅱ)，鉄(Ⅲ)，銅(Ⅱ)，ナトリウム，バリウムイオンのうち，いくつかを含む水溶液に対して以下の操作を行った。問1～7に答えよ。ただし，沈殿が生じる反応は完全に進行し，対応する金属イオンはろ液に残らないものとする。

操作1 試料の水溶液に希塩酸を加えると白色の沈殿Aが生じたので，ろ過により取り出した。

操作2 沈殿Aに熱水を加えると沈殿の一部が溶解したので再度ろ過し，ろ液にクロム酸カリウム水溶液を加えると黄色の沈殿Bが生じた。

操作3 操作1で得られたろ液に硫化水素を通じても，何も変化は起こらなかった。

操作4 操作3を行った後の溶液を加熱して硫化水素を除去した後に希硝酸を加え，次いで十分な量のアンモニア水を加えると白色の沈殿Cが生じたので，ろ過により取り出した。

操作5 操作4で得られたろ液に再度硫化水素を通じると白色の沈殿Dが生じたので，ろ過により取り出した。

操作6 操作5で得られたろ液に炭酸アンモニウム水溶液を加えると白色の沈殿Eが生じた。沈殿Eをろ過により集め，希硝酸に溶解して得た水溶液を白金線につけてバーナーの炎の中に入れてみると黄緑色の炎を呈した。一方，沈殿Eを除いたろ液を白金線につけてバーナーの炎の中に入れても，炎の色に変化はなかった。

問1 沈殿BおよびCに主として含まれる物質の組成式を答えよ。

問2 操作4において，希硝酸を加えた理由を説明せよ。

問3 沈殿Dは，同じく硫化水素を通じたにもかかわらず操作3のときには現れずに操作5ではじめて生じた。この理由をそれぞれ説明せよ。

問4 沈殿Dで取り出された金属イオンは，操作4が終了した段階ではどのような物質として存在しているか。名称を答えよ。

問5 操作6のように特定の元素を含む物質を炎の中に入れてその元素に特有の色を示す現象の名称を答えよ。

問6 元の試料水溶液に含まれていた金属イオンの元素記号を全て答えよ。

問7 元の試料水溶液にカドミウムイオンが含まれていた場合には，操作1～6のどの操作でどのような変化が起こって検出することができるか，説明せよ。

化 学 $\frac{4}{6}$

Ⅲ 下の表は実用電池の例をまとめたものである。問1～8に答えよ。

		電池の構成			起電力
		活物質①	電解質	活物質②	
一次電池	(ア) 乾電池	Zn	ZnCl ₂ , NH ₄ Cl	MnO ₂	1.5 V
	(イ) 電池	Li	Li 塩	MnO ₂	3.0 V
二次電池	(ウ) 電池	Pb	H ₂ SO ₄	PbO ₂	2.0 V
	(エ) 電池	C ₆ Li _x	Li 塩	Li _(1-x) CoO ₂	4.0 V
(オ) 電池		H ₂	H ₃ PO ₄	O ₂	1.2 V

- 問1 空欄 (ア)～(オ) に最もふさわしい語句を入れよ。
- 問2 一次電池と二次電池の違いは何か。説明せよ。
- 問3 活物質とはどのようなはたらきをする物質か。説明せよ。
- 問4 (ア) 乾電池よりも (イ) 電池の方が起電力は大きい。理由を説明せよ。
- 問5 (ウ) 電池が放電するときの正極および負極の反応式を示せ。また、Pb の酸化数の変化を示せ。
- 問6 (ウ) 電池は放電とともに徐々にその電圧の低下が見られる。理由を説明せよ。
- 問7 (ウ) 電池を 1.1 A で 5.0 時間稼働したとき、正極および負極の質量はどうか。あてはまるものを選べ。また、質量が増減する場合、それぞれ何 g 変化するか。有効数字 2 桁で答えよ。
- 問8 (オ) 電池を電圧 1.2 V、電流 160 A の出力で、 6.0×10^3 秒間稼働させた。反応した水素の総物質質量は何 mol か。有効数字 2 桁で答えよ。

IV 次の文章を読んで、問1～6に答えよ。

物質はそれぞれ固有の大きさのエネルギーを有しており、そのエネルギーはエンタルピー H という量で表せる。大気圧のような一定の圧力下で起こる化学反応では、生成物のもつエンタルピーと反応物のもつエンタルピーの差（エンタルピー変化 ΔH ）が、外界で観測される熱の出入りに対応している。発熱反応の場合、反応物から生成物へと変化する際に ΔH の値は（ア）の符号をもつ。(a)エンタルピー変化には「ヘスの法則」が成り立つことが知られている。

黒鉛、ダイヤモンド、フラーレン (C_{60}) はいずれも炭素原子のみを含む物質であり、炭素の（イ）としてよく知られている。それぞれを 1 mol 完全燃焼した際に生じる熱は、黒鉛で 3.94×10^2 kJ、ダイヤモンドで 3.96×10^2 kJ、 C_{60} で 2.61×10^4 kJ であった。そのため、(b)炭素原子 1 mol あたりに換算したエンタルピーの絶対値は、3つのうち（ウ）が最も大きい。また、溶解や昇華、中和など燃焼以外の化学変化でも熱の出入りが起こるため、エンタルピー変化を付して表すことができる。(c)黒鉛の昇華エンタルピーは 7.18×10^2 kJ/mol と知られている。

問1 空欄（ア）～（ウ）に最もふさわしい語句を入れよ。

問2 下線(a)の「ヘスの法則」とはどのようなものか。説明せよ。

問3 黒鉛、ダイヤモンド、 C_{60} の完全燃焼について、エンタルピー変化を付した反応式をそれぞれ示せ。エンタルピー変化の値は有効数字3桁で答えよ。

問4 黒鉛を原料として C_{60} を生成するときの生成エンタルピーは何 kJ/mol か。有効数字2桁で答えよ。

問5 下線(b)について、ダイヤモンドと C_{60} の炭素原子 1 mol あたりのエネルギーは何 kJ 異なるか。有効数字2桁で答えよ。

問6 下線(c)より、ダイヤモンドの昇華エンタルピーは何 kJ/mol か。有効数字3桁で答えよ。

V 次の文章を読んで、問1～7に答えよ。

アルケンとアルキンは(ア)反応を起こしやすい。白金を触媒として三重結合をもつアセチレンに水素を作用させると二重結合をもつエチレンを経て(イ)となる。二重結合と三重結合はそれぞれ不飽和結合ともいわれ、(a)この結合を含む化合物を褐色の臭素水に通すと、臭素が付加して溶液が無色になるため、その検出に使われる。(b)塩化水銀を触媒としてアセチレンに塩化水素を作用させると塩化ビニルが得られる。塩化ビニルの合成はエチレンに塩素を作用させて得られる(ウ)を熱分解することでも得られる。(c)塩化ビニルは同じ分子同士で次々と反応を起こし、分子量の大きいポリ塩化ビニルとなる。このように、分子量の小さい化合物が繰り返し反応して分子量の大きい化合物になる反応を(エ)という。「アルケンの二重結合を形成する炭素原子のうち、水素原子の少ない方に塩素が結合しやすい」ことはマルコフニコフ則と呼ばれている。そのため、(d)プロペンに対して塩化水素を(ア)させるとAとBの2つの構造異性体を得られ、Aが多く得られる。

問1 空欄(ア)～(エ)に最もふさわしい語句を入れよ。

問2 二重結合を含む2-ブテンは立体異性体が存在する。異性体の種類の名称とそれぞれの構造を答えよ。

問3 下線(a)について、シクロヘキセンを臭素水に通すことで生成する化合物の名称と構造を答えよ。

問4 下線(b)の反応を化学反応式で示せ。

問5 下線(c)の反応を化学反応式で示せ。

問6 ポリ塩化ビニルは加熱するとやわらかくなり冷却すると硬くなる。この性質を何と呼ぶか答えよ。

問7 下線(d)の反応で得られるAとBの名称と構造をそれぞれ答えよ。