

[解答にあたっての注意]

必要があれば，次の値を用いること。

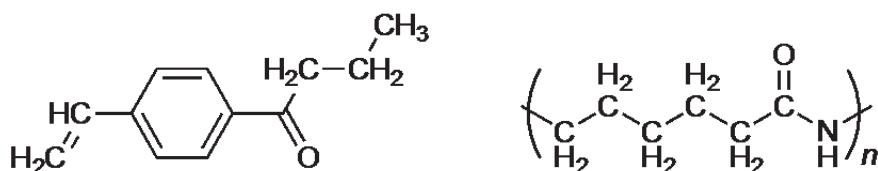
原子量：H 1.0, C 12, O 16, Na 23, Cl 35.5

水溶液の比熱：4.2 J/(g・K)

水および水溶液の密度：1.0 g/cm³

塩化銀の溶解度積： 1.8×10^{-10} (mol/L)²

構造式は次の例にならって描くこと。



化 学 $\frac{2}{7}$

I 次の文章を読んで、問 1 ～ 5 に答えよ。

(ア) は周期表において、3 族から 11 族までの元素であり、全て金属である。原子番号が増加しても、内側の電子殻に電子が配置されるため、周期表で横に並んだ元素の性質はよく似ている。他のイオンや分子と^(a)配位結合して錯イオンを作るものも多い。その 1 つである銀は古くから貨幣や装飾品などに用いられてきた。

銀の単体は銀白色の美しい光沢があり、金に次ぐ^(b)展性と延性を示す。塩酸とは反応しないが、硝酸などの(イ)のある酸とは^(c)反応して溶ける。この反応で得られた硝酸銀は無色の板状結晶で水によく溶ける。また、光によって分解して銀を遊離する性質があり、この性質を(ウ)という。

硝酸銀の水溶液に少量のアンモニア水を加えると褐色沈殿が生じる。さらにアンモニア水を加え続けると、^(d)沈殿が溶解して無色の溶液に変化する。

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)の配位結合とはどのような結合か。説明せよ。

問 3 下線(b)に示した展性と延性とは何か。それぞれ説明せよ。

問 4 下線(c)における濃硝酸との反応と下線(d)の反応をそれぞれ化学反応式で示せ。

問 5 $2.0 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$ の硝酸銀水溶液 1.0 mL に $2.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ の塩化ナトリウム水溶液 1.0 mL を加えた。混合直後に得られた溶液の銀イオンと塩化物イオンの濃度の積を有効数字 2 桁で求めよ。また、このときに塩化銀の沈殿が生じるかどうかを判断せよ。

Ⅱ 次の文章を読んで、問 1～6 に答えよ。

アニリン、安息香酸、ニトロベンゼン、フェノールが溶解したジエチルエーテル溶液がある。この溶液に希塩酸を加えた。(a)よく振った後、水層とエーテル層をそれぞれ取り出した。(b)水層に水酸化ナトリウム水溶液を加えて塩基性になると、化合物 A が遊離した。一方、エーテル層に炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると(c)気体の発生が観察された。この混合物に対して下線(a)の操作を行い、水層に塩酸を加えて酸性にすると化合物 B が遊離した。さらに、残ったエーテル層に水酸化ナトリウム水溶液を加えて、下線(a)の操作を行い、水層に塩酸を加えて酸性にすると化合物 C が遊離した。最後に残ったエーテル層から溶媒を取り除くと化合物 D が得られた。

酸性条件下、ニトロベンゼンに金属試薬 E を作用させたところ、アニリンが生成した。また、酸性条件下、(d)0～5℃でアニリンに亜硝酸ナトリウムを作用させたところ、化合物 F が生成した。さらに、化合物 F の水溶液にナトリウムフェノキシドの水溶液を加えたところ、有機化合物 G が生成した。

問 1 化合物 A～D の構造式を描け。

問 2 下線(b)において、水酸化ナトリウムを加えて化合物 A を遊離する前の構造 H を描け。また、H と塩酸と水を比較して酸の強さの順番に並べよ。

問 3 下線(c)で発生した気体を捕集すると標準状態で 112 mL であった。溶液中には化合物 B が何 mg 存在するかを求めよ。ただし、化合物 B は完全に反応し、発生した気体は水に溶解することなく、全て捕集されたものとする。

問 4 金属試薬 E は何か。名称で答えよ。

問 5 下線(d)において、5℃以上のときには何が生成するか。物質名を全て答えよ。

問 6 化合物 F および G の構造式を描け。

Ⅲ 次の文章を読んで、問 1～5 に答えよ。

物質は固有の化学エネルギーをもっている。化学反応では反応物と生成物のそれぞれがもつエネルギーの差が、熱などの出入りとしてあらわれる。この熱エネルギーの量を反応熱と呼び、表 1 のようになる。反応物のもつエネルギーの総和が、生成物のもつエネルギーの総和よりも大きい場合は（ ア ）反応となり、小さい場合は（ イ ）反応となる。反応熱は反応の種類によってさまざまな名称で呼ばれる。物質 1 mol が完全燃焼するときに発生する熱量を燃焼熱という。また、1 mol の化合物がその成分元素の単体からできるときに反応熱を生成熱という。(a)表 1 の反応熱を用いて、常温常圧でのメタン（気）の生成熱を求めることができる。同様に、(b)炭素の燃焼による一酸化炭素の生成熱は実験により直接測定することが難しいが、ヘスの法則を利用することで計算により求めることができる。この法則では、物質が変化するときの反応熱の総和は、変化前後の物質の種類と状態により決まり、変化の（ ウ ）や方法に関係しない。この法則は、以下の実験 1～3 によって検証できた。

[実験 1] 断熱性コップに水 100 mL を入れて温度を測った。水酸化ナトリウム(固) 2.0 g を加え、よくかき混ぜ、液温を測った。このときの上昇温度は 5.0 K であった。

[実験 2] 液温が等しい 1.0 mol/L の塩酸 50 mL と 1.0 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 50 mL を混ぜ、液温を測った。このときの上昇温度は 6.3 K であった。

[実験 3] 液温が等しい 1.0 mol/L の塩酸 50 mL に水 50 mL を加え、さらに水酸化ナトリウム(固) 2.0 g を加え、液温を測った。このときの上昇温度は 11.3 K であった。

表 1

化学反応		反応熱 (kJ/mol) *
反応 1	炭素(固)の燃焼反応	394
反応 2	水(液)の生成反応	286
反応 3	水(気)の生成反応	242
反応 4	メタン(気)の燃焼反応	891**

*常温常圧 (25℃, 1.013×10^5 Pa) **反応により生じる水が液体の場合の値。

問 1 空欄（ ア ）～（ ウ ）に最もふさわしい語句を入れよ。

問 2 表 1 を用いて、常温常圧での水の蒸発の熱化学方程式を示せ。

問 3 下線(a)より、メタン（気）の生成熱を求めよ。

化 学 $\frac{5}{7}$

- 問 4 下線(b)のように，直接測定することが難しい理由を説明せよ。
- 問 5 実験 1 ～ 3 について，それぞれ熱化学方程式を示せ。ただし，熱量 (kJ/mol) は水酸化ナトリウム 1 mol あたりとし，整数値で求めよ。

Ⅳ 次の文章を読んで、問1～6に答えよ。

ビニル基 ($\text{CH}_2=\text{CH}-$) をもつ化合物を (ア) して得られる合成樹脂は、鎖状の分子構造をもつ。多くは_(a)熱を加えると軟化し、冷却すると硬化する性質をもつため、成形材料として用いられる。酢酸ビニルを (ア) させると、ポリ酢酸ビニルが得られる。これを_(b)けん化するとポリビニルアルコールになる。ポリビニルアルコールは水に分散して (イ) コロイドとなる。ホルムアルデヒド水溶液をポリビニルアルコールに作用させて、(ウ) 化することでビニロンを得ることができる。ビニロンは_(c)適度な吸湿性を保持する。

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)の性質を何と呼ぶか答えよ。

問3 酢酸ビニルとポリ酢酸ビニル、ポリビニルアルコールの構造式を描け。

問4 下線(b)のけん化とは何か答えよ。

問5 ポリビニルアルコールを酢酸ビニルから合成する理由を説明せよ。

問6 下線(c)の理由を説明せよ。

化 学 7/7

V 次の文章を読んで、問1～6に答えよ。

身の回りの化学反応は、混ぜ合わせると瞬時に起こるものや、長い時間をかけてゆっくりと進行するものなど、さまざまである。反応速度は、(ア)あたりの反応物の濃度の(イ)、または(ア)あたりの生成物の濃度の(ウ)で表すことができる。反応速度を反応物の濃度と(エ)の積で表す式を反応速度式と呼ぶ。気体状態の水素(H_2)とヨウ素(I_2)を一定体積の容器に封じて加熱し、ヨウ化水素(HI)を生じる反応では(エ)を k とすると、[式1]のように表す。また、この反応はヨウ化水素から水素とヨウ素に戻るようにも進む(オ)反応であり、元に戻る反応の反応速度式は(エ)を k' とすると、[式2]のように表される。(a)これらの反応は一定時間経過すると濃度が変化しなくなり、見かけ上反応が止まったように見える。(b)二酸化窒素から四酸化二窒素が生じる反応もこれと同様である。気体の化学反応の場合、反応速度は(c)圧力や温度の影響も強く受ける。また、反応を効率よく進めるために(d)触媒を利用する場合もある。

問1 空欄(ア)～(オ)に最もふさわしい語句を入れよ。

問2 式1と式2を示せ。

問3 下線(a)のような状態を何と呼ぶか答えよ。また、反応が止まったように見える理由を説明せよ。

問4 下線(b)について、一定の温度で保存していた二酸化窒素と四酸化二窒素の混合気体を温度一定のまま、より大きな体積の容器に移した。混合気体の濃度または成分比はどのように変化するか。また、その理由を説明せよ。

問5 下線(c)について、圧力と温度が反応速度に影響する理由をそれぞれ説明せよ。

問6 下線(d)の触媒が反応速度に影響を与える理由を説明せよ。また、次のうち触媒を用いた例としてあてはまるものを全て選び記号で示せ。

- (A) 水素と一酸化炭素の混合物に酸化亜鉛を加えて加熱し、メタノールを得る。
- (B) エチレンと水素の混合物に白金を加え、エタンを生成する。
- (C) 濃硝酸に銅を加え、二酸化窒素を発生させる。
- (D) 酢酸エチルに希硫酸を加え、酢酸とエタノールを得る。
- (E) 天然ゴムに硫黄を加えて長時間加熱し、弾性ゴムを得る。