

## 平成 20 年度入学試験問題(前期)

# 理 科

物 理 1～12ページ      化 学 13～24ページ  
生 物 25～40ページ      地 学 41～49ページ

### 注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いて見てはならない。
2. あらかじめ選択を届け出た科目について解答すること。それ以外の科目について解答しても無効である。
3. 各科目のページは上記のとおりである。落丁、乱丁、印刷の不鮮明な箇所等がある場合には、申し出ること。
4. 解答用紙を別に配付している。解答は、問題と同じ科目、同じ番号の解答用紙に記入すること。指定の箇所以外に記入したものは無効である。
5. 各科目の問題は、学部・学科・専攻等によって異なる点があるから下に表示する。
  - (1) 物理を選択した受験者  
教育学部       
医学部医学科       
医学部保健学科       
理工学部        
農学生命科学部
  - (2) 化学を選択した受験者  
教育学部       
医学部医学科       
医学部保健学科、看護学専攻及び理学療法学専攻及び作業療法学専攻       
医学部保健学科、放射線技術科学専攻及び検査技術科学専攻       
理工学部        
農学生命科学部
  - (3) 生物を選択した受験者  
教育学部      ならびに  または  の 4 問  
医学部医学科       
医学部保健学科       
理工学部       ならびに  または  の 5 問  
農学生命科学部       ならびに  または  の 4 問  
 と  は選択問題である。教育学部、理工学部、農学生命科学部の受験者は  または  のいずれかを選択のこと。
  - (4) 地学を選択した受験者  
理工学部        
農学生命科学部
6. 解答用紙の指定された欄に、学部名及び受験番号を記入すること。
7. 配付された解答用紙は、持ち帰らないこと。
8. 配布された問題冊子は、持ち帰ること。

# 化 学

必要があれば、原子量及び定数は次の値を使うこと。

H = 1.00    C = 12.0    N = 14.0    O = 16.0    Cl = 35.5

Ar = 40.0    I = 127

気体定数  $R = 83.1 \text{ hPa}\cdot\text{l}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

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

1 以下の文章を読み、各問いに答えよ。

図1のように、炭素棒を電極に用いて電気分解の実験を行った。ヨウ化カリウム水溶液に2.50 Aの電流を流したところ、電極(ア)にヨウ素1.27 gが析出した。また、電極(イ)から気体Xが発生した。

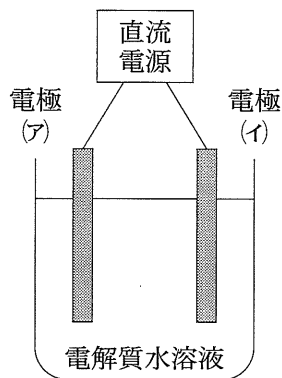


図1

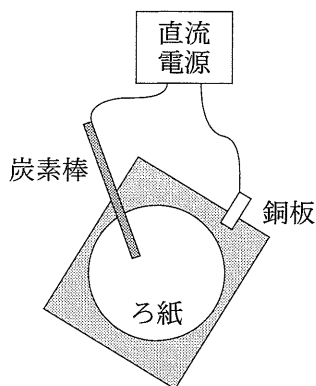


図2

- 問 1 電極(ア)は陽極，陰極のどちらか答えよ。
- 問 2 電極(ア)で起こった変化を化学反応式で表せ。
- 問 3 電流を流した時間を求めよ。有効数字を 3 桁とし，計算の過程も示せ。
- 問 4 電極(イ)で発生した気体 X を化学式で書け。
- 問 5 発生した気体 X の物質量を求めよ。有効数字を 3 桁とし，計算の過程も示せ。
- 問 6 発生した気体 X の 27 °C，1013 hPa での体積を求めよ。有効数字を 3 桁とし，計算の過程も示せ。
- 問 7 同様の電気分解の実験を塩化銅(Ⅱ)水溶液で行ったところ，電極(イ)では気体 X ではなく，物質 Y が析出した。析出した物質 Y は何か。また，反応が異なる理由を簡潔に述べよ。
- 問 8 ヨウ化カリウム水溶液にデンプン水溶液少量とフェノールフタレイン溶液数滴を加え，混合溶液を調製した。ろ紙をこれに浸した後，図 2 のように銅板の上へのせ，銅板を直流電源の負極に，炭素棒を正極に，それぞれ接続して炭素棒で絵を描いた。何色の絵が描けるか。その理由も述べよ。

2 [I], [II]の各問いに答えよ。

[I] 化学結合のひとつである共有結合では、それぞれの原子がお互いの最外殻電子を共有して電子対となることによって結合が形成されている。共有されている電子対を共有電子対という。分子内の電子配置は希ガスの電子配置となっていることが多いが、<sup>①</sup>電子対が片方の原子に引きつけられると電荷の偏りが生じる。このような場合には結合に極性があるといい、極性の大きさは<sup>②</sup>原子の組み合わせにより異なる。また、分子の極性の有無は分子内の結合によって決まる。水分子のように分子内の結合に極性があり、分子全体で正負の電荷に偏りがある分子を極性分子という。一方、結合に極性があっても、<sup>③</sup>それが全体として打ち消されている場合には無極性分子<sup>④</sup>という。<sup>⑤</sup>結合に極性がない分子も無極性分子である。

共有結合の中には一方の原子のみから電子対が提供されて形成されているものもある。この結合を配位結合という。例えば、アンモニウムイオンはアンモニアの非共有電子対が水素イオンに提供されて形成される<sup>⑥</sup>。また、錯イオンも金属イオンと配位子の配位結合でできている。

問 1 下線①に関し、ヘリウムを除く希ガスの電子配置では何個の最外殻電子があるか。また、分子内の電子配置の例として水分子の電子式を書け。

問 2 下線②に関し、HF と HCl ではどちらの結合の極性が大きいか。その理由も述べよ。

問 3 以下に示した分子から下線③から⑤にあてはまるものを全て選べ。

アンモニア、塩素、水素、二酸化炭素、メタン、硫化水素

問 4 下線④について、結合の極性が打ち消される理由を、問 3 で選んだ分子の構造式を示して説明せよ。なお、複数の分子を選んだ場合には、そのうちの 1 つについて説明せよ。

問 5 下線⑥について、アンモニウムイオンが生成する化学反応式を電子式を用いて書け。

〔Ⅱ〕 石灰石はサンゴなどに由来し、その主成分は〔ア〕である。<sup>しょうにゅうどう</sup>鍾乳洞は① 二酸化炭素を含んだ水により石灰石が溶かされることにより形成される。また、鍾乳石はこの溶液から再び沈殿物が現れた結果形成される。〔ア〕は② 実験室では〔イ〕に〔ウ〕を吹き込むことにより白色の沈殿として回収できる。石灰石を高熱で焼くことにより〔エ〕(固体)と〔オ〕(気体)が工業的に産生される。〔エ〕は〔カ〕や〔キ〕などとして主に利用されている。〔オ〕は実験室では石灰石に希塩酸を加えることでも生じるが、③ 希硫酸を用いると発生しにくくなる。

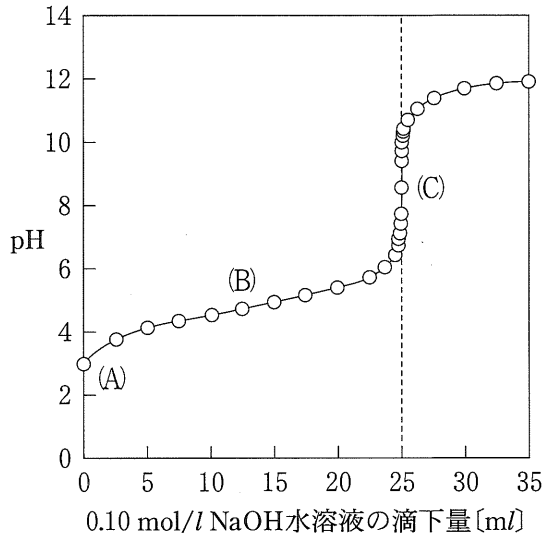
問 1 〔 〕内のアからキにあてはまる語句を入れよ。

問 2 下線①の反応は可逆反応である。その反応式を書け。また、このことから鍾乳石が形成されるためにはどのような条件が必要であると考えられるか、述べよ。

問 3 下線②の反応式を書け。

問 4 下線③の理由を簡潔に述べよ。

- 3 以下の文章を読み、次に示す各問いに答えよ。計算問題については計算過程を示し、特にことわらない限り有効数字を2桁とする。ただし、 $\log 2 = 0.301$ ,  $\log 3 = 0.477$ ,  $\log 5 = 0.699$ ,  $\log 7 = 0.845$ ,  $\sqrt{10} = 3.16$  とする。



上図は 50 ml の酢酸水溶液を 0.10 mol/l の NaOH 水溶液で滴定したときの滴定曲線である。中和点は 25 ml であった。

図中の(A)は NaOH 水溶液を添加する前で、酢酸水溶液である。酢酸は〔ア〕なので、水溶液中では〔イ〕により一部の酢酸から〔ウ〕が放出されている。〔イ〕の割合  $\alpha$  を〔イ〕度という。また、この平衡の平衡定数  $K_a$  を〔イ〕定数という。酸の濃度が同じならば  $\alpha$  は強い酸ほど〔エ〕に近づく。図中の(B)は中和点の半分付近で、(A)直後や図中の(C)前後に比べて pH の変化が緩やかである。これはこの付近では十分な量の酢酸と〔オ〕がともに存在し、加えた酸や塩基の効果を打ち消す〔カ〕作用があるためである。(C)は中和点で、すべての酢酸が中和され、アルカリ性の〔キ〕水溶液となっている。これは〔ク〕のためである。(C)付近では大きな pH 変化があるので、pH によって色の変化が起こるような物質を添加しておくことで中和点を検出することができる。このような物質を〔ケ〕といい、色の変化が起こる pH 範囲を〔コ〕という。

問 1 [            ]内のアからコに適切な語句または数字を入れよ。

問 2 下線部①について、酸の濃度を変えた時、 $\alpha$ はどのように変化するか、述べよ。

問 3 下線部②について[ カ ]作用によって加えた酸や塩基の効果が打ち消される理由を、化学反応式を用いて説明せよ。

問 4 この酢酸水溶液の濃度  $c$  を求めよ。

問 5 (A)における水溶液の水素イオン指数は  $\text{pH} = -\log(\sqrt{cK_a})$  と表すことができる。この式を導け。

問 6 (A)における酢酸の  $\alpha$  を計算により求めよ。ただし、 $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$  mol/l とする。

問 7 ここで滴定した酢酸水溶液のかわりに、同濃度・同体積の塩酸を滴定したときに得られる滴定曲線の概略を所定の解答欄に書け(なお、解答欄には既に上図と同じ酢酸水溶液の滴定曲線が記載されている)。ただし、滴定の最初の pH は計算により求め、小数点第一位まで示せ。

4

〔I〕, 〔II〕の各問いに答えよ。

〔I〕 次の各問いに答えよ。なお、気体は全て理想気体として考え、その溶解度は無視してよい。また、必要ならば  $27^{\circ}\text{C}$  での飽和水蒸気圧  $4\text{ kPa}$  を用いよ。

問 1 次の 5 つの気体を標準状態に保った。密度の大きいものから順番に記号で並べよ。

- (ア) 二酸化炭素, (イ) 塩素, (ウ) メタン,  
(エ) 酸素, (オ) アルゴン

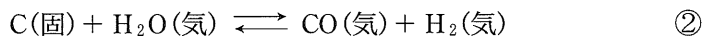
問 2 容積一定の容器 A と B をコック付きのガラス管で連結し、コックを閉めたまま A にはメタン  $3.0\text{ mol}$  を、B には酸素  $8.0\text{ mol}$  をそれぞれ入れた。その後、コックを開けてしばらく置いてから容器内の圧力を測ったところ、 $275\text{ kPa}$  であった。ただし、容器内の温度は  $27^{\circ}\text{C}$  で一定に保たれているものとする。

- (1) メタンと酸素のそれぞれの分圧を求めよ。計算の過程も示せ。
- (2) これにアルゴンを加えてしばらく放置したとき、アルゴンの分圧は  $25\text{ kPa}$  であった。加えたアルゴンの物質量はいくらか。また、放置後のメタンと酸素のそれぞれの分圧および容器内の全圧を求めよ。計算の過程も示せ。
- (3) (2)の操作の後、メタンを完全燃焼させて、 $27^{\circ}\text{C}$  でしばらく放置した。このとき容器内に存在するすべての気体の分圧を求めよ。また、このときの容器内の全圧も求めよ。計算の過程も示せ。

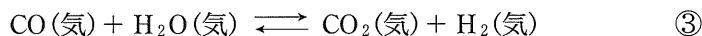
〔Ⅱ〕 天然ガスの主成分であるメタンを、触媒を用いて水蒸気と反応させると、次の反応により水素と一酸化炭素が生成する(式①)。



赤熱した黒鉛と水蒸気の反応からも水素と一酸化炭素が生成する(式②)。



式①と②の反応により生じた一酸化炭素は、水蒸気と反応し、水素と二酸化炭素をもたらす(式③)。



問 1 表 1 を用いて、式①、②および③の熱化学方程式を書け。

表 1 生成熱データ

化合物(状態)	生成熱[kJ/mol]
H <sub>2</sub> O(気)	242
CO(気)	111
CO <sub>2</sub> (気)	394
CH <sub>4</sub> (気)	75

問 2 次に与える条件のときに、それぞれの反応の平衡は左辺に傾くか、右辺に傾くか、または変わらないかを答えよ。

- (ア) 式①の反応において、圧力を一定として、温度を上昇させる。
- (イ) 式②の反応において、圧力を一定として、温度を上昇させる。
- (ウ) 式①の反応において、温度を一定として、圧力を上昇させる。
- (エ) 式②の反応において、温度を一定として、圧力を上昇させる。
- (オ) 式①の反応において、温度と体積を一定として、水蒸気と等しい物質量のヘリウムを加える。
- (カ) 式③の反応において、温度と体積を一定として、水蒸気と等しい物質量のヘリウムを加える。

5 [I], [II]の各問いに答えよ。

[I] 有機化合物は、炭素原子のつながり方により〔ア〕と〔イ〕に分類される。炭素原子同士の結合に二重結合や三重結合を含む化合物は〔ウ〕に分類される。〔ウ〕の中でベンゼン環を含む化合物は〔エ〕と呼ばれ、アルケンやシクロアルケンとは違った特有の性質を持つ。〔エ〕は〔ウ〕であるにもかかわらず、付加反応を受けにくく、〔オ〕反応を受けやすい性質を持つ。

- (1) アニリンは、ベンゼンの水素原子を〔カ〕基で〔オ〕した代表的な〔キ〕である。アニリンは水に溶けにくい、〔ク〕としての性質を持つため、酸の水溶液には〔ケ〕を作り溶解する。この水溶液に〔コ〕水溶液を加えると再びアニリンが遊離する。
- (2) アニリンの希塩酸溶液に亜硝酸ナトリウム水溶液を氷冷しながら加え、生成する化合物を水中で加熱すると気体の〔サ〕を発生して化合物Aが生成する。化合物Aは〔シ〕の水溶液により紫色を呈する。
- (3) 化合物Aにナトリウムを作用させると気体を発生して化合物Bが生成する。化合物Bの水溶液に二酸化炭素を吹き込むと化合物Aが遊離する。これは化合物Aが弱い〔ス〕としての性質を持つからである。
- (4) 化合物Aは濃硝酸と濃硫酸の混合物を作用させると、3つの水素原子が〔オ〕された化合物Cを生じる。
- (5) また、化合物Aは臭素水との反応により、3つの水素原子が〔オ〕された化合物Dを生じる。このような臭素化物や塩素化物ができる反応は〔セ〕化と呼ばれる。

問 1 [        ]内のアからセに最も適切な語句を入れよ。

問 2 化合物 A の構造式と名称をそれぞれ示せ。

問 3 化合物 B の生成と二酸化炭素により化合物 A が再生する 2 つの反応を化学反応式で表せ。

問 4 化合物 C および D の構造式と名称をそれぞれ示せ。

問 5 (2)および(4)の反応を利用して、アニリンより化合物 C を合成した場合、アニリン 27.9 g より何 g の化合物 C が得られるか。有効数字を 3 桁とし、計算の過程も示せ。ただし、各反応はいずれも 100 % 進行するものとする。

〔Ⅱ〕 何種類かの成分物質がいろいろな割合で混じり合った物質を〔ア〕という。これに対して、ただ1種類の成分物質からなるものを〔イ〕という。〔ア〕から目的とする成分を取り出す操作を〔ウ〕という。また、取り出した物質から不純物を取り除き、より高純度の物質を得る操作は〔エ〕と呼ばれる。植物成分であるカフェインは茶葉より(1)から(6)の操作により〔ウ〕・〔エ〕される。

- (1) 茶葉に熱湯を加え数分間よく振りまぜて、目的とする成分物質を溶かし出す。このような操作を〔オ〕という。
- (2) 次に、熱湯に溶けない成分物質をこし分ける。このような操作は〔カ〕と呼ばれる。
- (3) (2)で得られた液体に塩化ナトリウムを加えた後に、有機溶媒のジクロロメタンを加えよく振り混ぜた後、ジクロロメタン層を分け取る。
- (4) 次に、シリカゲルをガラス管に詰め、(3)の操作で得られたジクロロメタン層を上から注いだ後、適切な有機溶媒を加えてこの中を流すと物質の〔キ〕の違いによって、溶液中の物質が〔ウ〕される。このような操作は〔ク〕と呼ばれる。
- (5) 物質の沸点差を利用して〔ウ〕を行う操作を〔ケ〕という。(4)の操作で流出した液体から、〔ケ〕により有機溶媒を除くと茶葉の成分であるカフェインが得られる。
- (6) 固体のカフェインを加熱していくと液体の状態を経ずに直接気体になる。この気体を冷却することにより、カフェインが〔エ〕される。このような現象は〔コ〕と呼ばれる。

問 1 [            ]内のアからコに最も適切な語句を入れよ。

問 2 (3)のような操作に一般的に用いられるガラス器具の名称を記せ。

問 3 ガスバーナー，水浴，枝付きフラスコ，温度計，リービッヒ冷却器，アダプター，受け器よりなる一般的な(5)の操作を行うための装置の概略図を示せ。