

平成19年度 個別学力試験問題

理 科 (120分)

生命環境学群 (生物学類, 生物資源学類, 地球学類)
(地球学類)※地理歴史を選択する者は, 理科1科目と合わせて
120分

理工学群 (数学類, 物理学類, 化学類, 応用理工学類, 工学システム学類)
情報学群 (情報科学類)
(知識情報・図書館学類)※1科目選択で60分

医学群 (医学類, 医療科学類)
(看護学類)※1科目選択で60分

目 次

物	理	1
化	学	9
生	物	15
地	学	27

注 意

1. 問題冊子は1ページから36ページまでである。
2. 受験者は下表の志望する学群の出題科目を解答すること。

学 類	出 題 科 目				備 考
	物理	化学	生物	地学	
生物学類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
生物資源学類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
地球学類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答 又は地理歴史を選択する者は○ 印の中から1科目選択
数学類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
物理学類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
化学類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
応用理工学類	◎	○	○	○	◎印の物理は必須, ○印の中 から1科目を選択解答
工学システム学類	◎	○	○	○	◎印の物理は必須, ○印の中 から1科目を選択解答
情報科学類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
知識情報・図書館学類	○	○	○	○	○印の中から1科目を選択解答
医学類	○	○	○		○印の中から2科目を選択解答
看護学類	○	○	○		○印の中から1科目を選択解答
医療科学類	○	○	○		○印の中から2科目を選択解答

化 学

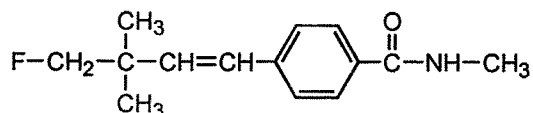
問題Ⅰ～Ⅲについて解答せよ。なお、計算に必要なならば、次の数値を用いよ。

原子量：H = 1.00, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, Cl = 35.5,
Ca = 40.0

常用対数： $\log_{10} 2 = 0.301$, $\log_{10} 3 = 0.477$, $\log_{10} 5 = 0.699$, $\log_{10} 7 = 0.845$

平方根： $\sqrt{2} = 1.41$, $\sqrt{3} = 1.73$, $\sqrt{5} = 2.24$, $\sqrt{7} = 2.65$

有機化合物の構造式は次の記入例にならって示せ。



Ⅰ 次の文章を読み、問1～問8に答えよ。

周期表の17族に属するフッ素、塩素、臭素、ヨウ素などの元素を ア とよぶ。ア の原子は イ 個の価電子をもつため、1個の電子を受けとって1価の陰イオンになりやすい。例えば、塩素は、塩化物イオンとして海水中に広く存在し、また、^(a)塩化ナトリウムなどの塩として地殻中に含まれている。

フッ素、塩素、臭素、ヨウ素の単体はいずれも二原子分子であり、2個の原子は不対電子を1個ずつ出しあって、ウ 結合をつくる。これらの単体のうち、単体Aは常温・常圧で赤褐色の液体である。単体が常温・常圧で液体である元素は、周期表の中で2つしかなく、それらの元素からなる単体は、単体Aとエ である。単体Bは常温・常圧で黄緑色の気体であり、その水溶液は、^(b)漂白・殺菌効果をもつ。常温・常圧で黒紫色の固体である単体Cは、分子間力が小さい分子結晶であり、固体から直接気体になる。^(c)

代表的な塩素化合物として塩化水素があり，その水溶液を塩酸とよぶ。塩酸を水酸化カルシウム水溶液に加えると中和反応が起こる。また，塩酸を硝酸銀水溶液に加えると化合物Dが沈殿するが，この沈殿はアンモニア水を過剰に加えると溶ける。これらの反応は，銀イオンを確認する反応として用いられている。

問 1 ～ にあてはまる最も適切な語句，物質名，数を記せ。

問 2 単体 A，単体 C の物質名を記せ。

問 3 下線部(a)に関して，以下の問に答えよ。

(i) 塩化ナトリウム水溶液から純粋な水を得るための分離・精製法を1つ記せ。

(ii) 塩化ナトリウムの結晶の単位格子に含まれる塩化物イオンの数を記せ。

問 4 下線部(b)に関して，単体 B と水の反応を化学反応式で表せ。

問 5 下線部(c)に関して，この現象の名称を記せ。

問 6 下線部(d)に関して，以下の問に答えよ。

(i) この反応を化学反応式で表せ。

(ii) 濃度不明の水酸化カルシウム水溶液を過不足なく中和するのに 0.100 mol/l の塩酸 25.00 ml を要した。塩酸を加える前の水溶液中に含まれていた水酸化カルシウムの質量を有効数字 3 桁で求めよ。

問 7 下線部(e)に関して，化合物 D の化学式とその沈殿の色を記せ。

問 8 下線部(f)に関して，その理由を溶解平衡の立場から 40 字以内で述べよ。

II 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

(a) 物質Aと物質Bから物質Cが生成する反応がある。この反応の進行に伴うエネルギー変化を図1に示す(生成物、反応物、活性化状態のエネルギーをそれぞれ E_1 、 E_2 、 E_3 とする)。物質A、物質B、物質Cのモル濃度をそれぞれ[A]、[B]、[C]とし、物質Cの生成する反応速度を v とする。モル濃度[A]だけを2倍に

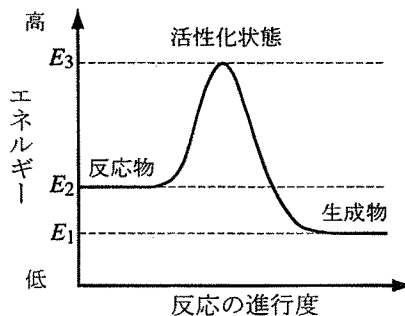
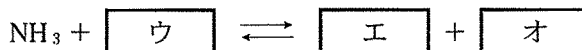


図1

すると、反応速度 v は2倍になった。モル濃度[B]だけを2倍にすると、反応速度 v は4倍になった。反応速度 v は、反応速度定数を k とすると、 $v = \boxed{\text{ア}}$ と表せる。反応速度は、濃度のほか、温度、触媒などの影響を受けて変化する。反応速度が変化する原因として、反応物の衝突頻度や活性化エネルギーは重要である。

触媒を用いる反応として、水素と窒素からアンモニアを合成する $\boxed{\text{イ}}$ 法がある。この反応は、四酸化三鉄 Fe_3O_4 を加えて行われる。加熱された四酸化三鉄は、水素で還元されて鉄を生じ、それが触媒としてはたらく。

アンモニアは水によく溶け、その水溶液(アンモニア水)では次の電離平衡が成り立つ。



このとき、 $\boxed{\text{オ}}$ が生じるため、アンモニア水は弱い塩基性を示す。平衡時の NH_3 、 $\boxed{\text{ウ}}$ 、 $\boxed{\text{エ}}$ 、 $\boxed{\text{オ}}$ のモル濃度をそれぞれ w 、 x 、 y 、 z とすると、アンモニア水の電離平衡の平衡定数 K は、

$$K = \boxed{\text{カ}}$$

と表せる。水溶液中の水のモル濃度はほぼ一定とみなせるので、 K と水のモル濃度の積を K_b と表すと、式1が得られる。

$$K_b = \boxed{\text{キ}} \dots\dots\dots(1)$$

この K_b をアンモニアの電離定数という。溶解したアンモニアのモル濃度を c 、電離度を α とすると、式 1 は

$$K_b = \boxed{\text{ク}}$$

と表せる。

問 1 $\boxed{\text{ア}}$ ~ $\boxed{\text{ク}}$ にあてはまる適切な式、語句、化学式を記せ。

問 2 下線部(a)に関して、次の問に答えよ。

- (i) この反応は、発熱反応、吸熱反応のいずれであることを記せ。
- (ii) この反応の活性化エネルギー、反応熱を、図 1 の E_1 、 E_2 、 E_3 を用いて表せ。

問 3 下線部(b)に関して、次の問に答えよ。

- (i) $[A] = 3.0 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$ 、 $[B] = 2.0 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$ のとき、温度 25°C で $v = 6.0 \times 10^{-5} \text{ mol/(l}\cdot\text{s)}$ であった。 $[A] = 5.0 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$ 、 $[B] = 4.0 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$ のとき、温度 25°C での反応速度 v を有効数字 2 桁で求めよ。
- (ii) $[A] = 2.0 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$ 、 $[B] = 2.0 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$ のとき、温度 25°C で $v = 4.0 \times 10^{-5} \text{ mol/(l}\cdot\text{s)}$ 、温度 45°C で $v = 1.6 \times 10^{-4} \text{ mol/(l}\cdot\text{s)}$ 、温度 65°C で $v = 6.4 \times 10^{-4} \text{ mol/(l}\cdot\text{s)}$ であった。 $v = 2.0 \times 10^{-4} \text{ mol/(l}\cdot\text{s)}$ になる温度 $[\text{C}]$ を有効数字 2 桁で求めよ。
- (iii) 触媒を用いたところ、反応速度 v が大きくなった。このときのエネルギー変化を解答用紙の図中に示せ。解答用紙の図中には触媒のないときのエネルギー変化を点線で示してある。

問 4 下線部(c)に関して、この反応を化学反応式で表せ。

問 5 0.100 mol/l のアンモニア水の電離度は、 25°C で 0.0140 である。アンモニアの電離定数 K_b を有効数字 3 桁で求めよ。また、このアンモニア水の pH を小数点第 1 位まで求めよ。ただし、 25°C における水のイオン積を $1.00 \times 10^{-14} \text{ (mol/l)}^2$ とする。

Ⅲ 次の文章を読み、問1～問9に答えよ。また、問10か問11をいずれか選択し、答えよ。

フェノールは、工業的に大部分がベンゼンとプロペン(プロピレン)を原料としたクメン法により合成される。一方、フェノールはベンゼンと濃硫酸の反応により生^(a)
じるベンゼンスルホン酸をアルカリ融解し、得られたナトリウムフェノキシドを水^(b)
に溶かして二酸化炭素を通じることでも合成できる^(c)。ナトリウムフェノキシドを高^(d)
温・高圧のもとで二酸化炭素と反応させ、さらに希硫酸を作用させると化合物A
が得られる。化合物Aを硫酸存在下で無水酢酸と反応させると化合物Bが得られ
る。

フェノールは置換反応を受けやすい。フェノールの水溶液に臭素水を加えると、
直ちに反応して2,4,6-トリブロモフェノールの白色沈殿を生じる。フェノールを
ニトロ化すると

p-ニトロフェノールや2,4-ジニトロフェノールなどが生成する。^(e)
氷冷したアニリンの希塩酸溶液に化合物Cの水溶液を加えると塩化ベンゼンジア
ゾニウムが生成し、この溶液とナトリウムフェノキシドの水溶液を冷却しながら混
合すると、赤橙色の化合物Dが得られる。^(f)

フェノールは合成樹脂や医薬などの原料として用いられる。例えば、フェノール
樹脂やサリチル酸メチルはフェノールからつくられる。^(g)

問1 下線部(a)の化合物と臭素の反応で得られる生成物の構造式を示せ。この生成
物に不斉炭素が存在する場合には、その炭素を丸で囲め。

問2 下線部(b)で、フェノールとともに生成する化合物の名称を記せ。また、この
化合物に特有な反応を次の①～④のうちから1つ選び、番号で答えよ。

- ① ヨウ素デンプン反応
- ② ヨードホルム反応
- ③ キサントプロテイン反応
- ④ 銀鏡反応

問 3 下線部(c)と同様に、長鎖のアルキルベンゼンを原料としてアルキルベンゼンスルホン酸が得られ、そのナトリウム塩は合成洗剤として用いられる。高級脂肪酸ナトリウム(セッケン)と異なり、アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウムが硬水中でも洗剤として使用できる理由を 40 字以内で述べよ。

問 4 下線部(d)に関して、この反応を化学反応式で表せ。

問 5 下線部(e)の化合物は、ベンゼン環に 2 個のニトロ基をもつ。それらのベンゼン環上の置換位置による異性体の総数を、2,4-ジニトロフェノールを含めて記せ。

問 6 化合物 A, 化合物 B, 化合物 D の構造式を示せ。

問 7 化合物 C の化学式を記せ。

問 8 下線部(f)に関して、この反応の名称を記せ。

問 9 フェノール, ベンゼンスルホン酸, 安息香酸を、酸の強さについて強い順に左から並べよ。

問10 (選択問題) 下線部(g)に関して、フェノール樹脂, ポリエチレンテレフタレートそれぞれの性質や用途についての最も適切な記述を、以下の①~④のうちから 1 つずつ選び、番号で答えよ。

- ① 光の透過性にすぐれ、めがねのレンズや光ファイバーなどに用いられる。
- ② 三次元網目構造で熱硬化性があり、耐熱性、難燃性にすぐれている。
- ③ シス型のものに加硫すると架橋構造となり、すぐれたゴム弾性を示す。
- ④ 熱可塑性で耐久性にすぐれ、清涼飲料水の容器や衣料などに用いられる。

問11 (選択問題) 下線部(g)に関して、サリチル酸メチル, ペニシリンそれぞれの薬理作用や用途についての最も適切な記述を、以下の①~④のうちから 1 つずつ選び、番号で答えよ。

- ① 胃液を中和する作用をもち、胃腸薬として用いられる。
- ② 細菌の細胞壁をつくる反応を阻害するため、抗生物質として用いられる。
- ③ 血糖を低下させる作用をもち、糖尿病の治療薬として用いられる。
- ④ 筋肉痛や関節痛などに対する外用の消炎鎮痛剤として用いられる。