

平成18年度 個別学力試験問題

理 科 (120分)

- 第一学群 (自然科学類)※地理歴史を選択する者は、地学を除いた理科1科目と合わせて120分
- 第二学群 (生物学類, 生物資源学類)
- 第三学群 (情報学類, 工学システム学類, 工学基礎学類)
- 医学専門学群 (医学類)
(看護・医療科学類(医療科学主専攻))
(看護・医療科学類(看護学主専攻)は、1科目選択で60分)
- 図書館情報専門学群 (試験時間は、60分)

目 次

物	理	1
化	学	7
生	物	15
地	学	28

注 意

1. 問題冊子は1ページから34ページまでである。
2. 受験者は下表の志望する各学群・学類の出題科目を解答すること。

学類・専門学群		出 題 科 目				備 考
		物理	化学	生物	地学	
自然科学類		○	○	○	○	○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地学を除いた○印から1科目選択
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
情報学類		◎	○	○	○	◎印の物理は必須、○印から1科目を選択解答
工学システム学類		◎	○	○	○	◎印の物理は必須、○印から1科目を選択解答
工学基礎学類		◎	○	○	○	◎印の物理は必須、○印から1科目を選択解答
医学専門学群	医学類	○	○	○		○印の中から2科目を選択解答
	看護・医療科学類(看護学主専攻)	○	○	○		○印の中から1科目を選択解答
	看護・医療科学類(医療科学主専攻)	○	○	○		○印の中から2科目を選択解答
図書館情報専門学群		○	○	○	○	○印の中から1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。

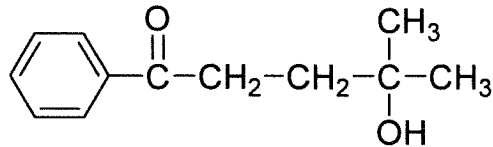
原子量 : H = 1.00, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, K = 39.1,
Cl = 35.5, Mn = 54.9

アボガドロ定数 $N_A = 6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$

気体定数 $R = 8.21 \times 10^{-2} \text{ atm} \cdot \text{l} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

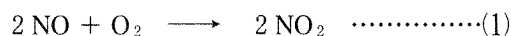
$= 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{l} / (\text{K} \cdot \text{mol}), 0^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$

有機化合物の構造式は次の記入例にならって示せ。

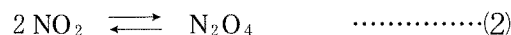


I 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。ただし、物質はすべて理想気体とする。

25℃、1 atm (1.01×10^5 Pa)で、一酸化窒素 NO と酸素 O₂ を体積比 2 : 1 で混合すると、(1)式の反応が完全に進行する。



生じた赤褐色の二酸化窒素 NO₂ は、2分子が結合して無色の四酸化二窒素 N₂O₄ となり、(2)式の平衡が成り立つ。



NO₂ のモル濃度 [NO₂] と N₂O₄ のモル濃度 [N₂O₄] を 1 l 中の物質量として定義すると、(2)式の平衡定数は、平衡時のモル濃度を用いて、

$$K_c = \boxed{\text{ア}}$$

と表される。体積 V [l] 中に NO₂ が物質量 n_1 [mol]、N₂O₄ が物質量 n_2 [mol] 存在するとき、[NO₂] = $\boxed{\text{イ}}$ [mol/l]、[N₂O₄] = $\boxed{\text{ウ}}$ [mol/l] となるから、NO₂ の分圧 P_1 [atm]、N₂O₄ の分圧 P_2 [atm]、気体定数 R [atm・l/(K・mol)]、温度 T [K] を用いて、

$$K_c = \boxed{\text{エ}}$$

と表すこともできる。したがって、 K_c の代わりに、

$$K_p = \frac{P_2}{P_1^2}$$

を平衡定数として用いてもよいことがわかる。 K_P は、モル濃度の代わりに分圧を用いて表した平衡定数であり、圧平衡定数とよばれる。これに対し、 K_C は濃度平衡定数とよばれる。気体反応の場合には、圧平衡定数を用いることが多い。(2)式の平衡における K_C と K_P の関係は、

$$K_P = \boxed{\text{オ}} K_C$$

となる。 NO_2 と N_2O_4 の混合気体の全圧を $P[\text{atm}]$ とすると、

$$P_1 = \boxed{\text{カ}} P, \quad P_2 = \boxed{\text{キ}} P$$

であるから、圧平衡定数 K_P は、物質量 n_1 、 n_2 と全圧 P を用いて、

$$K_P = \boxed{\text{ク}}$$

と表すこともできる。

問 1 $\boxed{\text{ア}}$ ~ $\boxed{\text{ク}}$ に入る適切な式を記せ。

問 2 25℃、1.0 atm で、10.0 ml の NO と 5.0 ml の O_2 を混合した。この混合気体が同じ条件下で平衡に達したとき、体積は 5.9 ml となった。このときの N_2O_4 の分圧 $P_2[\text{atm}]$ を有効数字 2 桁で求めよ。

問 3 25℃、1 atm で、2 mol の NO と 1 mol の O_2 から 2 mol の NO_2 が生じるとき、114.0 kJ の熱を放出する。また、NO(気)の生成熱は -90.2 kJ/mol、 N_2O_4 (気)の生成熱は -9.2 kJ/mol である。

(i) (2)式の反応の熱化学方程式を記せ。

(ii) 25℃、1 atm で、 NO_2 と N_2O_4 の平衡混合気体を試験管に入れ、しっかりと栓をした。この試験管を温湯で加熱したときの(2)式の平衡の移動と色の変化について、25字以内で述べよ。ただし、温度上昇に伴う圧力増加の影響は無視できるものとする。

(iii) 圧平衡定数 K_P の温度変化について、正しいものを次の①～③より選べ。

- ① 温度によらず、一定である。
- ② 温度が高くなると、大きくなる。
- ③ 温度が高くなると、小さくなる。

問 4 25℃, 1 atm で, NO_2 と N_2O_4 の混合気体 1 mol が平衡状態にある。この気体をある体積まで圧縮したのち, 体積を一定に保ったまま 25℃ で放置すると, 平衡状態に達して全圧が 1.2 atm となった。

(i) この操作に伴う(2)式の平衡の移動について、正しいものを次の①～③より選べ。

- ① 移動しない。
- ② 右へ移動する。
- ③ 左へ移動する。

(ii) この操作の前後での圧平衡定数 K_P の変化について、正しいものを次の①～③より選べ。

- ① 変わらない。
- ② 大きくなる。
- ③ 小さくなる。

問 5 25℃, 1 atm で平衡状態にある NO_2 と N_2O_4 の混合気体 1 mol に, 体積と温度を一定に保って 0.2 mol のアルゴンを加え, 均一な混合気体を得た。この操作に伴う(2)式の平衡の移動について、正しいものを次の①～③より選べ。また, その理由を 25 字以内で述べよ。

- ① 移動しない。
- ② 右へ移動する。
- ③ 左へ移動する。

II 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

自然界には、原子番号(陽子の数)は同じで、質量数の異なる原子がある。これらを互いに であるという。多くの元素には、いくつかの が一定の割合で存在する。例えば、原子番号8の酸素原子には、質量数が16, 17, 18のものが存在し、炭素原子¹²Cの質量を基準とした相対質量は、それぞれ15.9949, 16.9991, 17.9992である。したがって、構成する酸素原子の を考慮すると、酸素分子は 種類存在する。 には放射線を出す が存在し、生体内での元素の動きの追跡やがんの治療などに用いられている。

酸素は、空气中に窒素に次いで多く存在する無色無臭の気体である。工業的には液体空気を分留することにより得られるが、実験室では、過酸化水素水(過酸化水素の水溶液)^(a)に酸化マンガン(IV)を触媒として加えることにより得られる。空气中または酸素中で放電するか酸素に強い紫外線を当てると、酸素の同素体であるオゾンが得られる。オゾンの分子式は である。オゾンは強い酸化作用を示すので、繊維の漂白などに用いられている。また、オゾンはヨウ化カリウム水溶液に通じると が遊離する。

酸素の生成に用いた濃度不明の過酸化水素水の濃度を求めるために、過マンガン酸カリウム水溶液による滴定^(b)を行った。濃度不明の過酸化水素水10.0 mlを を用いてはかりとり、コニカルビーカーに移した。硫酸を用いて酸性に^(c)したのち、0.0200 mol/lの過マンガン酸カリウム水溶液を に入れて、少しずつ滴下した。完全に反応させるのに過マンガン酸カリウム水溶液16.00 mlが^(d)消費された。このとき、コニカルビーカー中の溶液は 色を示していた。過酸化水素は、ここでは還元剤として働いているが、強い酸化剤の存在しない酸性^(e)条件下では酸化剤として働き、水が生成する。このように、反応する相手の物質により、酸化剤にも還元剤にもなる物質が存在する。

- 問 1 ア ~ ク にあてはまる最も適切な語句，数，分子式を記せ。
- 問 2 下線部(a)の反応を化学反応式で表せ。
- 問 3 下線部(b)に関して，過酸化水素と過マンガン酸カリウムの反応を化学反応式で表せ。
- 問 4 下線部(c)に関して，以下の問に答えよ。
- (i) 酸性条件下で行う最も適切な理由を 25 字以内で述べよ。
 - (ii) この滴定では，硫酸を用いて酸性にしているが，硝酸を用いるのは好ましくない。その理由を 20 字以内で述べよ。
- 問 5 下線部(d)に関して，この滴定に用いた過酸化水素水のモル濃度を有効数字 3 桁で求めよ。
- 問 6 下線部(e)の反応を電子(e^-)を含むイオン反応式で表せ。

Ⅲ 次の文章を読み、問 1～問 7 に答えよ。

動植物に含まれる油脂は、炭素原子の数の多い脂肪酸(高級脂肪酸)とグリセリン $C_3H_5(OH)_3$ のエステルである。油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えて熱すると、セッケンとグリセリンが生じる。^(a)セッケンは 性の部分と 性の部分からなる。油は水に溶けにくいだが、セッケン水を加えて混ぜると、 性の部分が油滴をとり囲み、微粒子となって分散する。このような作用を といい、この作用によって油汚れを落とすことができる。

化合物 A は油脂と同様にグリセリンのエステルである。化合物 A は 1 つの不斉炭素原子^(b)をもち、分子式は $C_{24}H_{28}O_6$ である。1 mol の化合物 A を完全に加水分解したところ、1 mol のグリセリン、2 mol の芳香族化合物 B、1 mol の脂肪族化合物 C が得られた。化合物 C は不斉炭素原子をもつ。

化合物 B および C はどちらも水には溶けにくいだが、炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると、気体を発生しながら溶ける。また、^(c)3.4 mg の化合物 B を完全燃焼させたところ、8.8 mg の二酸化炭素と 1.8 mg の水が生じた。化合物 B を酸化すると、化合物 D が得られる。化合物 D は工業的にはキシレンの異性体の 1 つを酸化することによって合成される。化合物 D とエチレングリコール $C_2H_4(OH)_2$ の により得られる高分子化合物は代表的な であり、清涼飲料水の容器や衣料品に広く用いられている。

- 問 1 ア ~ オ にあてはまる適切な語句を記せ。
- 問 2 下線部(a)の反応を化学反応式で表せ。ただし、炭化水素基はRで示せ。
- 問 3 化合物Bの組成式および構造式を示せ。
- 問 4 下線部(b)に関して、一般に不斉炭素原子とはどのような炭素原子のことか、30字以内で説明せよ。
- 問 5 下線部(c)に関して、化合物Bと炭酸水素ナトリウムの反応を化学反応式で表せ。
- 問 6 化合物Bには構造異性体が存在する。これらの異性体のうち、フェーリング液を還元し、ヒドロキシ基(ヒドロキシル基)をもたない芳香族化合物の構造式を1つ示せ。
- 問 7 化合物A, C, Dの構造式を示せ。