

岩手医科対策講座

問題

化 学

(解答はすべて解答用紙に記入すること)

必要があれば、原子量は次の値を使うこと。

H : 1.00

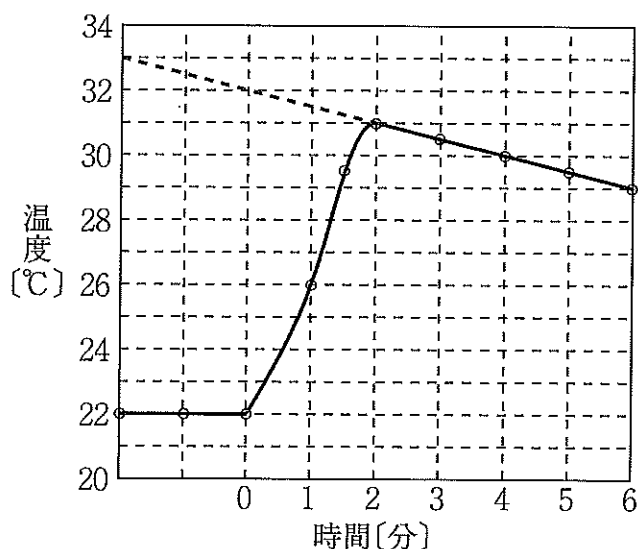
O : 16.0

Na : 23.0

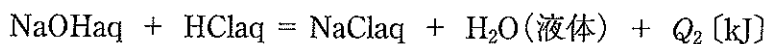
Cl : 35.5

気体はすべて理想気体として扱うものとする。

問2 発泡ポリスチレン製の容器に 22.0℃の水 231 g を入れ、これに 22.0℃の純粋な水酸化ナトリウム（固体）9.00 g を加えて完全に溶かした。このときの経過時間と溶液温度の変化を次図に示す。



次いで、得られた水酸化ナトリウム水溶液に、質量パーセント濃度が 3.65 %の希塩酸 200 g を加えた。このときには 11.3 kJ の熱量が発生した。次の熱化学方程式中の反応熱 Q_1 [kJ]、および Q_2 [kJ] にあてはまる数値の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑨のうちから1つ選べ。ただし、すべての水溶液の比熱（1 g の温度を 1℃上げるのに必要な熱量）を 4.20 J/(g・K)、電解質の水溶液中での電離度を 1.00 とし、発生した熱は水溶液の温度上昇のみに使われたものとする。 7



	Q_1 [kJ]	Q_2 [kJ]
①	44.8	50.2
②	44.8	56.5
③	44.8	62.8
④	47.1	50.2
⑤	47.1	56.5
⑥	47.1	62.8
⑦	49.3	50.2
⑧	49.3	56.5
⑨	49.3	62.8

2 酸と塩基とが中和反応して水 1 mol が生成するときの反応熱を一般に中和熱という。強酸の希薄水溶液を強塩基の希薄水溶液で中和して塩の希薄水溶液が得られる場合、その中和熱は酸と塩基の種類によらず一定の値 56.5 kJ/mol となる。^(a) 一方、弱酸や弱塩基が関わる中和反応の中和熱はこの値からずれる。この値と、表 1 および表 2 に示した物質の生成熱と溶解熱の値を用いて、以下の各問いに答えなさい。ただし、溶液はすべて希薄水溶液とし、表 2 のアンモニアの水への溶解熱は、アンモニアが電離していないときのものである。

表 1 いくつかの物質の生成熱

物質	生成熱 [kJ/mol]
HCl (気)	92.3
NaOH (固)	425.6
NaCl (固)	411.1
H ₂ O (液)	285.8
NH ₃ (気)	45.9
NH ₄ Cl (固)	313.4

表 2 いくつかの物質の水への溶解熱

物質	溶解熱 [kJ/mol]
HCl (気)	74.9
NaCl (固)	-3.9
NH ₃ (気)	34.2
NH ₄ Cl (固)	-14.8

問 1 下線部 (a) で述べた強酸の希薄水溶液と強塩基の希薄水溶液の中和反応に共通な熱化学方程式を、解答欄に書きなさい。

問 2 固体の水酸化ナトリウム 1 mol を希塩酸で直接中和すると、その反応熱は何 kJ の発熱あるいは吸熱となるか。

次の中から最も近いものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

- A. 25 kJ の発熱 B. 50 kJ の発熱 C. 75 kJ の発熱 D. 100 kJ の発熱
E. 25 kJ の吸熱 F. 50 kJ の吸熱 G. 75 kJ の吸熱 H. 100 kJ の吸熱

問 3 固体の水酸化ナトリウム 1 mol を大量の水に溶かすと、その反応熱は何 kJ の発熱あるいは吸熱となるか。次の中から最も近いものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

- A. 5 kJ の発熱 B. 20 kJ の発熱 C. 30 kJ の発熱 D. 45 kJ の発熱
E. 5 kJ の吸熱 F. 20 kJ の吸熱 G. 30 kJ の吸熱 H. 45 kJ の吸熱

問4 アンモニア 1 mol を溶かしたアンモニア水を希塩酸で中和すると、その反応熱は何 kJ の発熱あるいは吸熱となるか。次の中から最も近いものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。ただし、アンモニア水中のアンモニアは電離していないものとする。

- A. 25 kJ の発熱 B. 50 kJ の発熱 C. 75 kJ の発熱 D. 100 kJ の発熱
E. 25 kJ の吸熱 F. 50 kJ の吸熱 G. 75 kJ の吸熱 H. 100 kJ の吸熱

問5 水溶液中でアンモニア 1 mol が、水分子と反応してアンモニウムイオンと水酸化物イオンとに電離したとすると、その反応熱は何 kJ の発熱あるいは吸熱となるか。次の中から最も近いものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

- A. 5 kJ の発熱 B. 20 kJ の発熱 C. 30 kJ の発熱 D. 45 kJ の発熱
E. 5 kJ の吸熱 F. 20 kJ の吸熱 G. 30 kJ の吸熱 H. 45 kJ の吸熱

化	学
---	---

必要なら次の値を用いなさい。原子量：H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, Na = 23, Mg = 24, Al = 27, S = 32, Cl = 35, Fe = 56, Cu = 64, Zn = 65, アボガドロ定数： $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$, 気体定数 R ： $8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ 。すべての気体は理想気体として扱うものとする。

第2問 熱化学反応に関する各問いに答えなさい。

[解答番号 ~]

問1 H_2O (液)の生成熱は 286 kJ/mol であり, C (黒鉛)からの CH_4 (気)と CO_2 (気)の生成熱はそれぞれ 75.0 kJ/mol および 394 kJ/mol である。 CH_4 (気)の燃焼熱 [kJ/mol]はいくつか。最も近い値を①~⑧の中から一つ選びなさい。ただし, 生じた H_2O はすべて液体とする。 kJ/mol

- ① 319 ② 469 ③ 605 ④ 680
 ⑤ 819 ⑥ 871 ⑦ 891 ⑧ 1041

問2 体積 1.0 L の容器に C (黒鉛)を入れ, これを酸素と窒素の混合気体で満たすと 27°C で 175500 Pa を示した。全ての黒鉛を燃焼させた後, 温度 27°C で圧力を測定したところ 300000 Pa であった。また, 燃焼時に発生した熱量は 70.1 kJ であった。初めに容器に入れた黒鉛の質量は何 g か。最も近い値を①~⑥の中から一つ選びなさい。ただし, CO (気)の黒鉛からの生成熱は 110 kJ/mol とし, 窒素は反応しないものとする。また, 黒鉛の体積は無視して良い。 g

- ① 2.4 ② 2.6 ③ 3.0
 ④ 3.7 ⑤ 4.6 ⑥ 5.2

問3 共有結合を切断して原子にするのに必要なエネルギーをその共有結合の結合エネルギーという。 H_2 (気)の結合エネルギーを $A \text{ [kJ/mol]}$, O_2 (気)の結合エネルギーを $B \text{ [kJ/mol]}$ とすると, H_2O (気)中の1つの $\text{H}-\text{O}$ 結合の結合エネルギー [kJ/mol]を示す式として最もふさわしいものを①~⑥の中から一つ選びなさい。ただし, H_2O (気)の生成熱を $Q \text{ [kJ/mol]}$ とする。

kJ/mol

- ① $\frac{1}{2}(A + \frac{B}{2} + Q)$ ② $A + \frac{B}{2} + Q$
 ③ $\frac{1}{2}(A + \frac{B}{2} - Q)$ ④ $A + \frac{B}{2} - Q$
 ⑤ $\frac{1}{2}(A - \frac{B}{2} + Q)$ ⑥ $A - \frac{B}{2} + Q$

問 4 次の表にそれぞれの気体分子の結合エネルギー [kJ/mol] を示した。この表と問 1 で示された値を用いて黒鉛 60 g を原子に分解するのに必要なエネルギー [kJ] を求めた。最も近い値を①～⑧の中から一つ選びなさい。ただし、水の蒸発熱は 44 kJ/mol とする。 kJ

分子(気体)	結合エネルギー [kJ/mol]
H ₂ O	926
H ₂	436
CO ₂	1608

- ① 359 ② 718 ③ 3590 ④ 4080
 ⑤ 4690 ⑥ 5130 ⑦ 7180 ⑧ 8550

問 5 濃度未知の塩酸 200 mL と濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液 200 mL を混ぜたところ混合水溶液の pH は 1.0 となり、その時に上昇した温度は 6.72 K であった。この時用いた塩酸の濃度 [mol/L] として最も近い値を①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし、実験は 25 °C で行い、中和熱は 25 °C で 56.5 kJ/mol であり、この混合水溶液の比熱は 4.20 J/(g·K) で密度は 1.00 g/cm³ とする。 mol/L

- ① 0.300 ② 0.540 ③ 0.600
 ④ 0.700 ⑤ 1.00 ⑥ 1.20