

平成24年度入学試験問題（前期日程）

理 科
(医学部医学科)

物 理	1 ページから	5 ページまで
化 学	6 ページから	9 ページまで
生 物	10 ページから	11 ページまで

注 意 事 項

1. 受験番号を解答用紙の所定の欄(1か所)に記入すること。
2. 解答はすべて解答用紙の所定の欄に記入すること。

化 学

必要があれば、原子量は次の値を使うこと。

$$H = 1.00, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0$$

1 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(17点)

海洋に囲まれた日本の周辺の海底には、「燃える氷」と呼ばれるメタンハイドレートが存在しており、将来のエネルギー源として注目されている。この物質の主成分の一つであるメタンを、図 I のような装置を使って発生させて、その性質を調べた。この装置では、試験管内で発生したメタンと等しい体積の空気が気体ビュレットの水面を押し下げる。押し下げられた水はゴム管を通過してガラス容器 E に移動する。気体ビュレットには、下に行くにしたがって値の増える目盛が付いている。メタンが発生する前と後の目盛の差を読み取ることによって、メタンの発生に伴って移動した水の体積を測定することができる。この移動した水の体積は、発生したメタンの体積と等しい。装置内の圧力は、ガラス容器を下に動かして、気体ビュレット内およびガラス容器内の水面を等しくすることにより、大気圧と等しくすることができる。

<実験方法>

- ① 酢酸ナトリウム 205 mg および水酸化ナトリウム 100 mg を量りとり、試験管 A に入れ、導管で図 I のように気体ビュレット D およびガラス容器 E につないだ。D と E には水を入れておいた。
- ② コック B および C を開けて、D と E の水面が等しいことを確認し、D の目盛を読み取ってから B を閉めた。このときの目盛は 1.05 mL であった。
- ③ バーナーで A を熱すると、メタンが発生して、D の水面が下がり、E の水面が上がった。
- ④ メタンの発生が完全に止まったところで加熱を止め、しばらく放冷して、装置内の気体の温度を室温に戻した。
- ⑤ E を下げて、D と E の水面を同じ高さにしたのち、D の目盛を読み取った。
- ⑥ B から気体ビュレット内の気体を回収して、その性質を調べた。

以下の問では、気体は理想気体として扱うこととし、メタンの水への溶解および水の蒸気圧は無視できるものとする。メタンを発生させる反応は完全に進行したものとし、発生したメタンは空気とは反応しないものとする。また、実験の間、室温は 298 K、大気圧は 1.00×10^5 Pa で一定であった。必要であれば、気体定数は 8.31×10^3 Pa · L / (K · mol) を用いなさい。なお、選択肢ウ～キは、いずれも常温・常圧における気体の性質を示したものである。

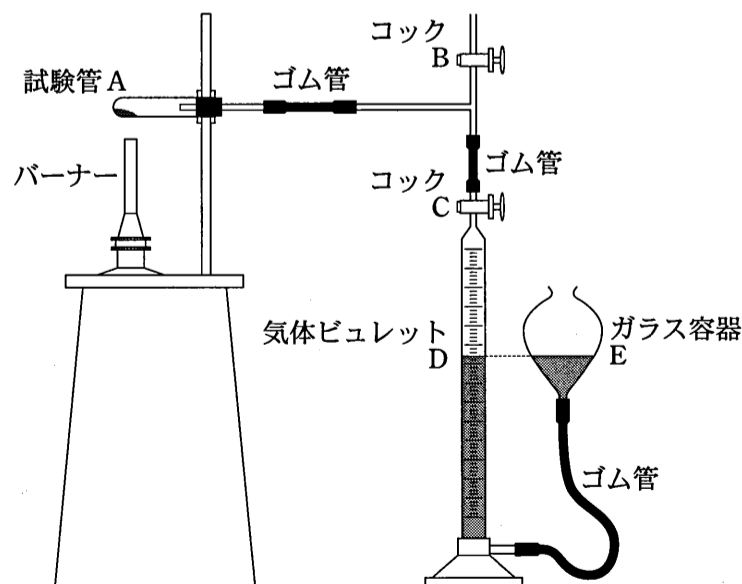


図 I 実験で用いる装置の模式図

問 1 下線部(a)の化学反応式を答えなさい。

問 2 実験操作中の水面の様子について、以下の(1)~(2)に答えなさい。

- (1) 下線部(b)の操作をしている間、放冷につれて D の水面は上がるか、下がるかを、下記の選択肢ア~イの中から1つ選び、記号で答えなさい。なお、この操作の間、ガラス容器 E は動かないように固定しておくこととする。
- (2) 下線部(c)の操作後の D の水面は、操作前の D の水面と比較したとき、上がるか、下がるかを、下記の選択肢ア~イの中から1つ選び、記号で答えなさい。

問 3 メタンについて、以下の(1)~(2)に答えなさい。

- (1) 下線部(d)の目盛を計算して答えなさい(単位は mL)。有効数字は3桁とし、4桁目を四捨五入して答えなさい。
- (2) メタンの常温・常圧における性質について、正しいものを下記の選択肢ウ~キの中から1つ選び、記号で答えなさい。

問 4 A 内の残留物について、以下の(1)~(3)に答えなさい。

- (1) 物質名を答えなさい。
- (2) 水に溶かしたとき、水溶液は酸性を示すか、塩基性を示すかを答えなさい。
- (3) A 内の残留物に塩酸を加えると発生する気体の常温・常圧における性質について、正しいものを下記の選択肢ウ~キの中から1つ選び、記号で答えなさい。

問 5 メタンとメタンハイドレートについて、以下の(1)~(3)に答えなさい。

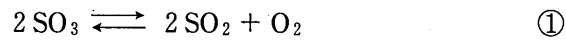
- (1) 気温 298 K、気圧 1.00×10^5 Pa の下で、1.0 L のメタンを完全燃焼させるときに必要な同温同圧の酸素の体積を答えなさい(単位は L)。有効数字は2桁とし、3桁目を四捨五入して答えなさい。
- (2) 気温 298 K、気圧 1.00×10^5 Pa の下で、 1.0 m^3 のメタンハイドレートを完全燃焼させるときに必要な同温同圧の酸素の体積を答えなさい(単位は L)。なお、メタンハイドレートは密度が 0.91 g/cm^3 の固体である。メタン分子のまわりを水分子がとり囲んでおり、メタン分子1個に対して、平均5.75個の水分子が存在している。化学式は $\text{CH}_4 \cdot 5.75 \text{ H}_2\text{O}$ (分子量 119.5) と書き表される。有効数字は2桁とし、3桁目を四捨五入して答えなさい。
- (3) これらの結果から、気温 298 K、気圧 1.00×10^5 Pa の下で、同体積のメタンとメタンハイドレートを用いたときに、どちらがより多くのエネルギーを得ることができると言えるか。正しいものを下記の選択肢ク~コの中から1つ選び、記号で答えなさい。

選択肢

- ア 上がる。
- イ 下がる。
- ウ 無色無臭の気体で、空気よりも軽い。水には溶けにくい。
- エ 無色無臭の気体で、空気よりも重い。水に溶けて、水溶液は弱酸性を示す。
- オ 腐卵臭のする無色の気体で、空気よりも重い。水に溶けて、水溶液は弱酸性を示す。
- カ 刺激臭のする無色の気体で、空気よりも軽い。水に溶けて、水溶液は弱塩基性を示す。
- キ 無色無臭の気体で、空気よりも重い。水には溶けにくい。
- ク メタンの方が多くのエネルギーが得られる。
- ケ メタンハイドレートの方が多くのエネルギーが得られる。
- コ どちらも同じエネルギーが得られる。

2 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(16点)

容積 V L の容器に液体の SO_3 を入れた。温度を T K にしたところ SO_3 は蒸発、分解をはじめ、しばらくして平衡状態に達した。平衡状態における可逆反応は以下の式①で表される。式中の物質はすべて気体である。



平衡状態における SO_3 の物質量は x mol、 SO_2 の物質量は y mol であった。

式①の正反応の速度を v_f 、逆反応の速度 v_r とする。気体定数は R (単位は $\text{Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$) とする。

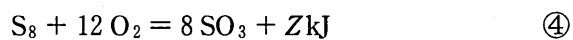
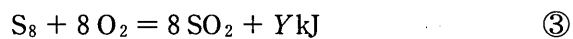
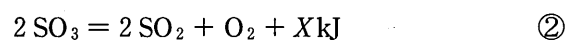
問 1 以下の(1)~(4)を表す式を下記の選択肢よりそれぞれ1つ選びその記号を解答欄に記入しなさい。

- (1) 最初に容器に入れた液体の SO_3 の物質量
- (2) 平衡状態における O_2 の濃度
- (3) 平衡状態における容器内の気体の圧力
- (4) 平衡状態の平衡定数

問 2 平衡状態の容器に対し、温度 T K で以下の(1)と(2)の操作を行った直後の v_f と v_r の大小関係を表す等式または不等式を、下記の選択肢よりそれぞれ1つ選びその記号を解答欄に記入しなさい。

- (1) Ar を加える
- (2) SO_2 を加える

問 3 以下の式②は式①に含まれる SO_3 の分解反応の熱化学方程式である。また式③は S_8 と O_2 から SO_2 が生成する反応、式④は S_8 と O_2 から SO_3 が生成する反応の熱化学方程式である。以下の(1)と(2)について下記の選択肢より1つ選び、その記号を解答欄に記入しなさい。



- (1) 反応熱 X を、 Y と Z を使って表す式
- (2) $Z > Y > 0$ が成り立つ場合、平衡状態から温度を上げた直後の v_f と v_r の大小関係を表す等式、または不等式

(選択肢)

- | | | | |
|-------------------------|-------------------------------------|------------------------|----------------------|
| 1 x | 2 y | 3 $x + y$ | 4 $x + \frac{3}{2}y$ |
| 5 $\frac{y^3}{2x^2}$ | 6 $\frac{y^2}{2x}$ | 7 $\frac{x}{2V}$ | 8 $\frac{y}{2V}$ |
| 9 $(x + y)\frac{RT}{V}$ | 10 $(x + \frac{3}{2}y)\frac{RT}{V}$ | 11 $\frac{y^3}{2x^2V}$ | 12 $\frac{y^2}{2xV}$ |
| 13 $\frac{y^2RT}{2xV}$ | 14 $4Z - 4Y$ | 15 $12Z - 8Y$ | 16 $\frac{Z - Y}{4}$ |
| 17 $\frac{Y - Z}{4}$ | 18 $v_f = v_r$ | 19 $v_f > v_r$ | 20 $v_f < v_r$ |

3 化合物 A～G に関する次の文章を読んで以下の各問に答えなさい。(17 点)

化合物 A～G に関して以下の実験を行った。

- [実験 1] 炭素、水素、酸素だけからなる化合物 A 2.16 mg を完全燃焼したところ、二酸化炭素が 3.52 mg、水が 0.72 mg ずつ生成した。また、化合物 A の分子量は 216 であることがわかった。
- [実験 2] 1.00 mol の化合物 A に含まれるエステル結合を全て加水分解すると、化合物 B、C、D がそれぞれ 1.00 mol ずつ生成した。
- [実験 3] 化合物 B、C、D それぞれに炭酸水素ナトリウム水溶液を加えたところ、化合物 B、D では二酸化炭素が発生したが、化合物 C では発生しなかった。
- [実験 4] 化合物 B の元素分析を行い、炭素、水素、酸素の質量を計算したところ、それぞれ 3.60 mg、0.40 mg、4.80 mg であった。
- [実験 5] 化合物 B にアンモニア性硝酸銀水溶液を加え加熱すると銀が析出した。
- [実験 6] 化合物 B を酸化すると化合物 E が生成した。
- [実験 7] 化合物 C の融点と沸点を測定したところ、油脂のケン化で生成する 3 価アルコールの融点および沸点と同じであることがわかった。
- [実験 8] 化合物 C に硝酸(分子量 63.0)と硫酸(分子量 98.0)の混酸を加えて反応させたところ、分子量が化合物 C より 135 増加した化合物 F が生成した。
- [実験 9] 化合物 D にメタノール(分子量 32.0)と少量の硫酸を加えて加熱したところ、分子量が化合物 D より 28.0 増加した化合物 G が生成した。

問 1 [実験 1]の結果から化合物 A の分子式を例にならって書きなさい。例) $C_{24}H_{32}O_7$

問 2 [実験 2]と[実験 3]の結果から化合物 B と D はある共通の官能基をもつと推定される。その官能基の名称を書きなさい。

問 3 [実験 4]の結果から化合物 B の分子式を例にならって書きなさい。例) $C_{24}H_{32}O_7$

問 4 [実験 3]～[実験 5]の結果から化合物 B の構造式を書きなさい。

問 5 [実験 8]で生成した化合物 F の構造式を書きなさい。

問 6 [実験 9]の反応は可逆反応である。より多くの化合物 G を生成させるためには反応に関わるどの物質を取り除けばよいか物質の名称を書きなさい。

問 7 化合物 A として可能な構造式はいくつあるか書きなさい。ただし、互いに光学異性体の関係にある化合物も 1 つずつ区別して数えるものとする。

問 8 次の選択肢の記述のうち誤っているものを選び、記号で答えなさい。

- 1 化合物 A はヒドロキシ基をもたない。
- 2 化合物 B は還元性を示す。
- 3 化合物 C を多価アルコールという。
- 4 化合物 D は還元性を示さない。
- 5 化合物 E を 2 価カルボン酸という。
- 6 化合物 F は爆発性をもつ。