

化学

第2問 (必答問題)

次の問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号 ~] (配点 24)

問1 スチールウール(細い鉄線)1.68 g および酸素と窒素の混合気体を反応容器に入れて密閉した。これを水の入った水槽に入れて、反応容器内でスチールウールを燃焼させ、水槽の水の温度上昇を測定して燃焼に伴う熱量を求めた。反応容器に入れる酸素の物質量を変化させて燃焼させたところ、酸素の物質量と水槽の水の温度上昇の関係は、図1のようになった。このとき、反応容器中のスチールウールと酸素のいずれかがなくなるまでこの燃焼反応が進行し、1種類の物質Aだけが生じたものとする。この実験に関する次ページの問い(a・b)に答えよ。

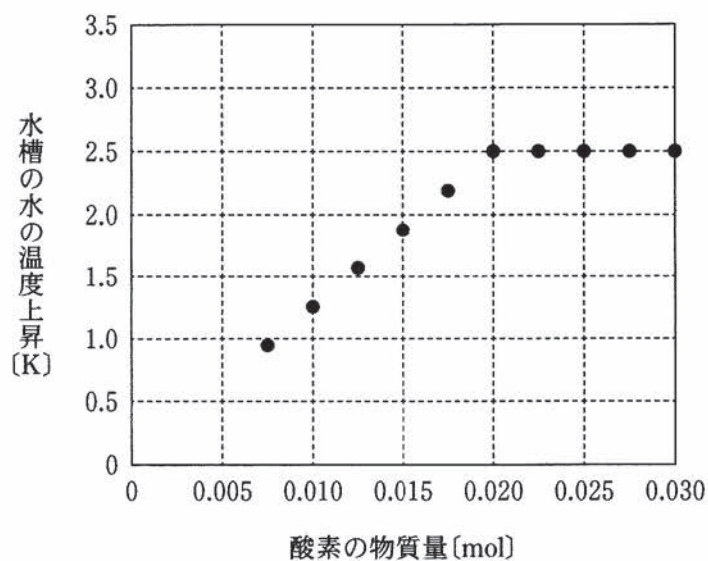


図 1

化 学

a Aとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① Fe ② FeO ③ Fe₃O₄ ④ Fe₂O₃

b Aの生成熱は何 kJ/mol か。最も適当な数値を、次の①～⑦のうちから一つ選べ。ただし、水槽と外部との熱の出入りはなく、燃焼により発生した熱はすべて水槽の水の温度上昇に使われたものとする。また、水槽の水の温度を 1 K 上昇させるには 4.48 kJ の熱量が必要であるものとする。

kJ/mol

- ① 0 ② 280 ③ 373
 ④ 560 ⑤ 747 ⑥ 840
 ⑦ 1120

化 学

問 2 酸化銅(Ⅱ) CuO の粉末とアルミニウム Al の粉末の混合物に点火すると激しい反応が起こり、銅 Cu と酸化アルミニウム Al_2O_3 が生成する。この反応の熱化学方程式は、次式のように表される。



この熱化学方程式の $Q(\text{kJ})$ を表す式として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。なお、 $\text{CuO}(\text{固})$ の生成熱を $Q_1(\text{kJ/mol})$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{固})$ の生成熱を $Q_2(\text{kJ/mol})$ とする。 kJ

- | | | |
|----------------|-----------------|-----------------|
| ① $-Q_1 + Q_2$ | ② $Q_1 - Q_2$ | ③ $-Q_1 + 3Q_2$ |
| ④ $Q_1 - 3Q_2$ | ⑤ $-3Q_1 + Q_2$ | ⑥ $3Q_1 - Q_2$ |

化 学

問 3 ある一定温度において物質 A と物質 B から物質 C が生成する反応を考える。

この反応の反応速度 v は、A のモル濃度を $[A]$ 、B のモル濃度を $[B]$ 、反応速度定数を k とすると、

$$v = k[A]^a[B]^b \quad (a, b \text{ は一定の指数})$$

と表される。

次ページの図 2 は、 $[B]$ が 0.1 mol/L で一定のときの、C の生成速度と $[A]$ の関係を示す。また、図 3 は、 $[A]$ が 1 mol/L で一定のときの、C の生成速度と $[B]$ の関係を示す。 $[A]$ と $[B]$ がそれぞれある値のときの C の生成速度を v_0 とする。 $[A]$ と $[B]$ をいずれも 2 倍にすると、C の生成速度は v_0 の何倍になるか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、C の生成速度は、いずれの場合も反応開始直後の生成速度である。 倍

① 2

② 4

③ 8

④ 16

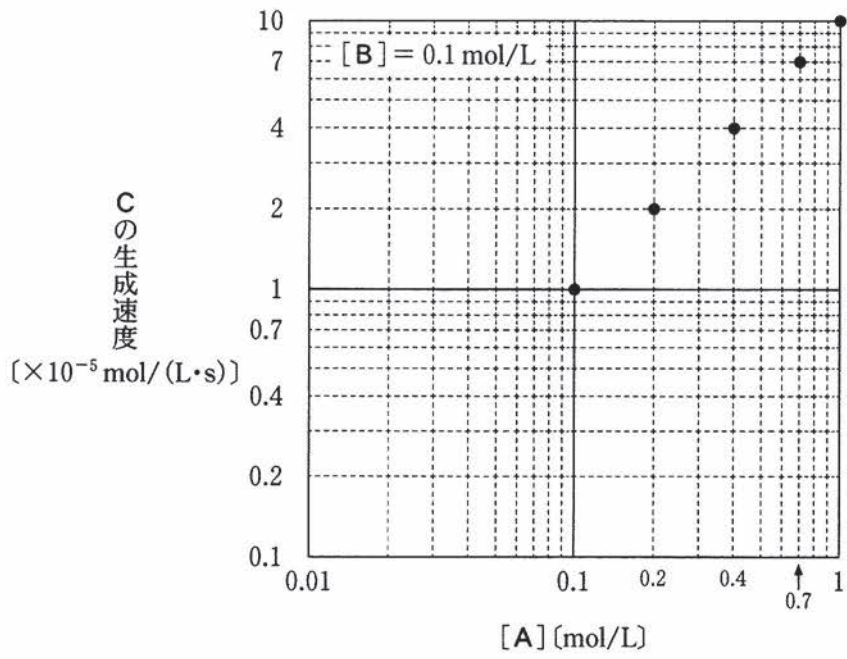


図 2

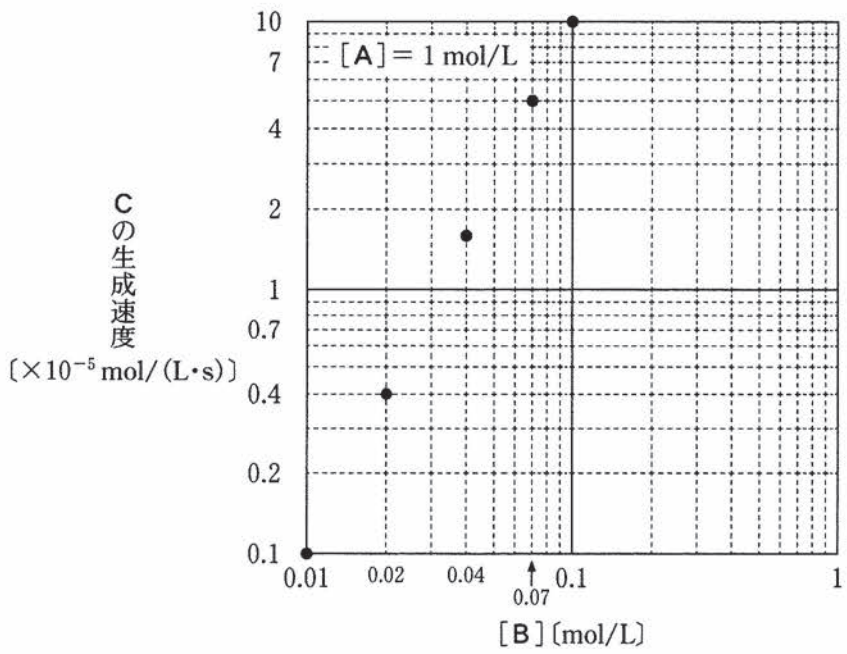


図 3

化 学

問 4 気体 A と気体 B から気体 C が生成する反応は可逆反応であり、その熱化学方程式は次式のように表される。



一定の温度と圧力において、A と B を物質比 1 : 1 で混合したとき、C の生成量の時間変化は、図 4 の破線のようにであった。

この実験の反応条件を条件 I ・ II のように変えて同様の実験を行い、C の生成量の時間変化を測定した。その結果を図 4 に重ねて実線で示したものとして最も適当なものを、次ページの①～⑥のうちから、それぞれ一つずつ選べ。

条件 I 温度を下げる。

条件 II 触媒を加える。

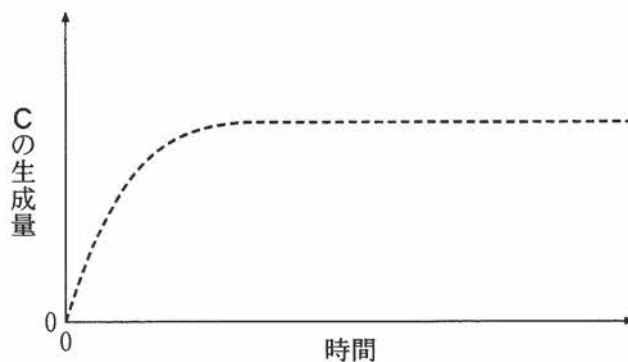
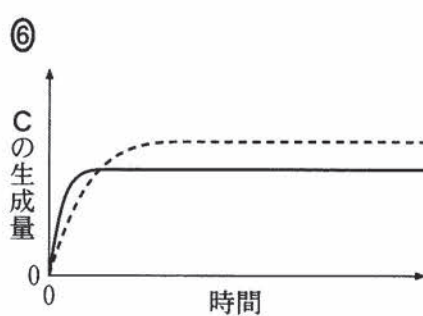
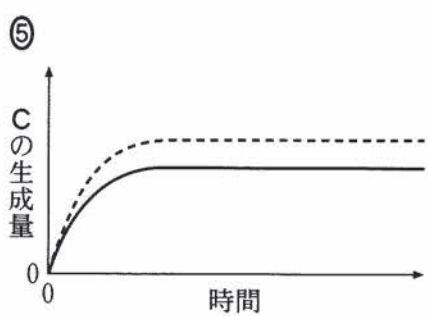
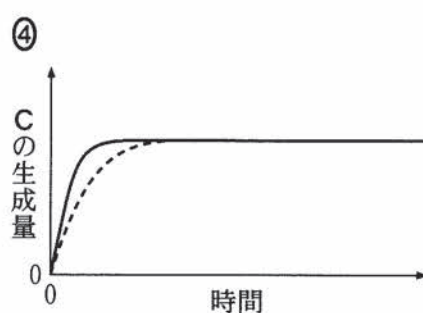
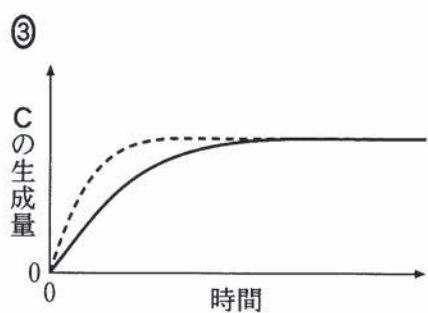
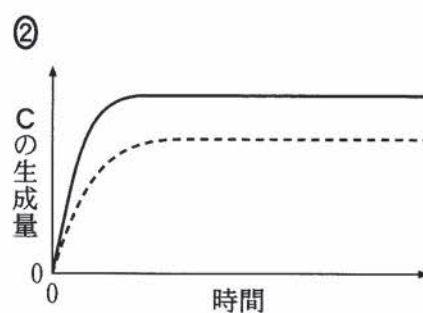
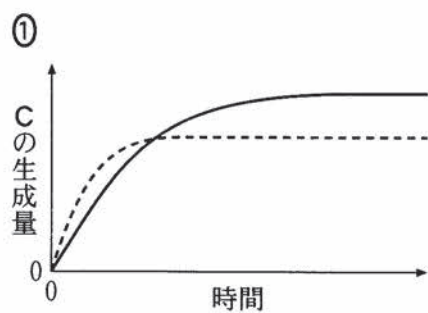
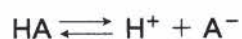


図 4



化 学

問 5 中和滴定の指示薬として色素分子 HA を用いることを考える。この色素分子は弱酸であり、水中で次のように一部が電離する。



この反応の電離定数 K は、 $1.0 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$ である。水溶液中で HA は赤色、 A^- は黄色を呈するため、この反応の平衡が左辺あるいは右辺のどちらにかたよっているかを、溶液の色で見分けることができる。なお、HA と A^- のモル濃度の比 $\frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]}$ が 10 以上または 0.1 以下のときに、確実に赤色あるいは黄色であることを見分けられるとする。次ページの図 5 の滴定曲線ア～エのうち、この色素を指示薬として使うことができる中和滴定の滴定曲線はどれか。正しく選択しているものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 7

① ア, イ

② ア, ウ

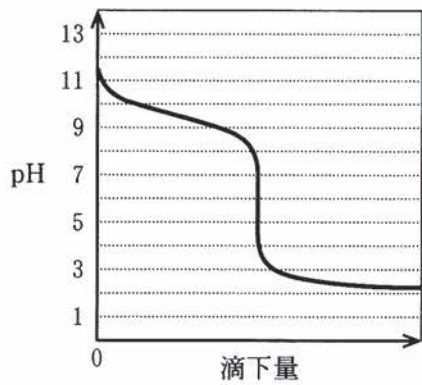
③ ア, エ

④ イ, ウ

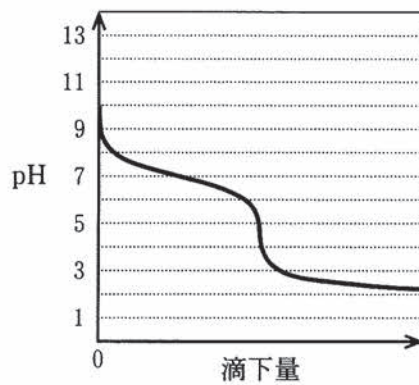
⑤ イ, エ

⑥ ウ, エ

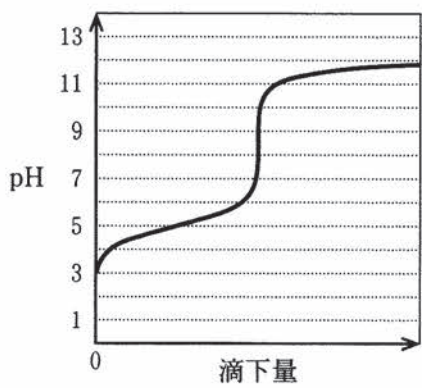
ア



イ



ウ



エ

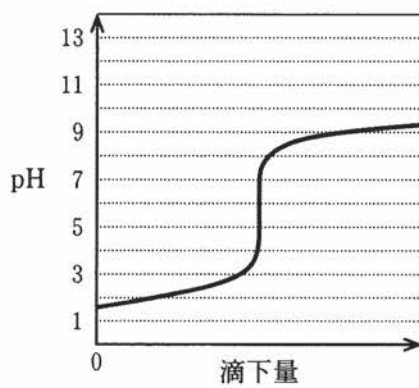


図 5