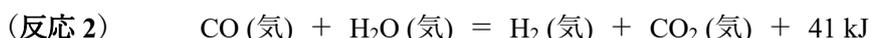
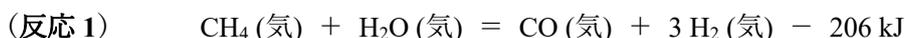


東京大学 2022 年 大問 2 I

次の文章を読み、問ア～オに答えよ。

火力発電の燃料として、天然ガスよりも石炭を用いる方が、一定の電力量を得る際の二酸化炭素 CO₂ 排出が多い (①) ことが問題視されている。そこで、アンモニア NH₃ を燃料として石炭に混合して燃焼させることで、石炭火力発電からの CO₂ 排出を減らす (②) 技術が検討されている。

従来 NH₃ は、主に天然ガスに含まれるメタン CH₄ と空気中の窒素 N₂ から製造されてきた。その製造工程は、以下の 3 つの熱化学方程式で表される反応により、CH₄(気) と N₂(気) と H₂O(気) から、NH₃(気) と CO₂(気) を生成するものである (③)。



このように得られる NH₃ は、燃焼の際には CO₂ を生じないものの、製造工程で CO₂ を排出している (④)。発電による CO₂ 排出を減らすために石炭に混合して燃焼させる NH₃ は、CO₂ を排出せずに製造される必要がある。

そこで、太陽光や風力から得た電力を使い、水の電気分解により得た水素を用いる NH₃ 製造法が開発されている。

〔問〕

ア 下線部①に関して、石炭燃焼のモデルとして C(黒鉛) の完全燃焼反応 (反応 4)、天然ガス燃焼のモデルとして CH₄(気) の完全燃焼反応 (反応 5) を考える。C(黒鉛) 1.0 mol、CH₄(気) 1.0 mol の完全燃焼の熱化学方程式をそれぞれ記せ。ただし、生成物に含まれる水は H₂O(液) とする。また、反応 4 により 1.0 kJ のエネルギーを得る際に排出される CO₂(気) の物質量は、反応 5 により 1.0 kJ のエネルギーを得る際に排出される CO₂(気) の物質量の何倍か、有効数字 2 桁で答えよ。

イ 下線部②に関して、NH₃(気) の燃焼反応 (反応 6) からは N₂(気) と H₂O(液) のみが生じるものとする。C(黒鉛) と NH₃(気) を混合した燃焼 (反応 4 と 反応 6) により 1.0 mol の CO₂(気) を排出して得られるエネルギーを、反応 5 により 1.0 mol の CO₂(気) を排出して得られるエネルギーと等しくするためには、1.0 mol の C(黒鉛) に対して NH₃(気) を何 mol 混ぜればよいか、有効数字 2 桁で答えよ。答えに至る過程も

示せ.

- ウ 下線部③の製造工程により 1.0 mol の NH_3 (気) を得る際に、エネルギーは吸収されるか放出されるかを記せ. また、その絶対値は何 kJ か、有効数字 2 桁で答えよ. 答えに至る過程も示せ.
- エ CO_2 と NH_3 を高温高压で反応させることで、肥料や樹脂の原料に用いられる化合物 **A** が製造される. 1.00 トンの CO_2 が NH_3 と完全に反応した際に、1.36 トンの化合物 **A** が H_2O とともに得られた. 化合物 **A** の示性式を、下記の例にならって記せ.
示性式の例： $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$
- オ 下線部④に関して、下線部③の製造工程により 1.0 mol の NH_3 (気) を得る際に排出される CO_2 (気) の物質量を有効数字 2 桁で答えよ. また、この CO_2 排出を考えたとき、**反応 6** により 1.0 kJ のエネルギーを得る際に排出される CO_2 (気) の物質量は、**反応 5** により 1.0 kJ のエネルギーを得る際に排出される CO_2 (気) の物質量の何倍か、有効数字 2 桁で答えよ.