

化 学

必要ならば、原子量および気体定数 R として次の値を使え。

H: 1.0, C: 12, N: 14, O: 16

$R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

I (配点 50)

次の文を読み、(1)～(8)の問いに答えよ。気体はすべて理想気体としてふるまうものとし、数値での解答は、有効数字2桁で示せ。

化学反応には、反応の途中で **ア** と呼ばれるエネルギーの高い状態がある。反応物が **ア** になるために必要な最小のエネルギーを **イ** という。**イ** は、反応によって異なり、それが大きいほど反応速度は **ウ** なり、小さいほど反応速度は **エ** なる。また、**オ** を反応系に加えると **イ** が小さくなる。

例えば、水素とヨウ素の反応は可逆反応であり、式 (i) のように表される。



水素 1.00 mol とヨウ素 2.00 mol とを、内容積 70 L の反応容器内で 700 K で反応させたところ、0.90 mol の水素が反応して平衡状態になった。

- (1) **ア** ～ **オ** にあてはまる語句を解答群1から選び、番号を記せ。

解答群1

- | | | | |
|------------|-----------|-------------|-----------|
| ① 標準状態 | ② 活性化状態 | ③ 平衡状態 | ④ 運動エネルギー |
| ⑤ 活性化エネルギー | ⑥ 結合エネルギー | ⑦ イオン化エネルギー | |
| ⑧ 大きく | ⑨ 小さく | ⑩ 不活性ガス | ⑪ 触媒 |
| | | | ⑫ 乾燥剤 |

- (2) 平衡状態での1) 水素、2) ヨウ素 および 3) ヨウ化水素はそれぞれ何 mol か。
- (3) 平衡状態での水素、ヨウ素およびヨウ化水素の濃度をそれぞれ $[\text{H}_2]$ 、 $[\text{I}_2]$ 、 $[\text{HI}]$ として、平衡定数 K を $[\text{H}_2]$ 、 $[\text{I}_2]$ 、 $[\text{HI}]$ を含む式で表せ。
- (4) 平衡定数の値はいくらか。
- (5) 平衡状態における水素の分圧は何 Pa か。
- (6) 700 K におけるヨウ化水素の生成熱は、+6.0 kJ/mol である。
- 4) 式 (i) の反応 (右向きの反応) は発熱反応、吸熱反応のどちらか。
- 5) 平衡状態になるまでに、発熱または吸熱した熱量は何 kJ か。

- (7) 反応容器の温度を 700 K に保ったままで、容積を 70 L から 100 L に変化させると、ヨウ化水素の物質量はどうか。**解答群 2** から選び、番号を記せ。

解答群 2

① 増加する ② 減少する ③ 変化しない

- (8) 反応容器の容積を 70 L に保ったままで、温度を 700 K から 1000 K に変化させると、ヨウ化水素の物質量はどうか。**解答群 3** から選び、番号を記せ。

解答群 3

① 増加する ② 減少する ③ 変化しない

II (配点 50)

次の文を読み、(1)～(9)の問に答えよ。なお、数値での解答は、有効数字2桁で示せ。

硝酸は、アンモニアを原料とし、次の①、②および③の反応を用いて工業的に製造される。

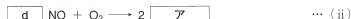
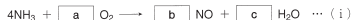
① アンモニアを空気と混合し、白金触媒の存在下、高温で空気中の酸素と反応させて一酸化窒素を得る。

② 一酸化窒素をさらに常温で酸素と反応させて褐色の **あ** を得る。

③ **あ** を水に吸収させると硝酸と一酸化窒素が生じる。

なお、③で生じた一酸化窒素は②に戻して再利用される。

①、②および③の反応の化学反応式は、それぞれ (i)、(ii) および (iii) と表される。



硝酸は、強い酸化力を示し、ⁱ⁾銅に希硝酸を作用させると一酸化窒素が発生する。また、ⁱⁱ⁾濃硝酸に鉄やアルミニウムを入れると、ち密な酸化被膜が表面に生じ、それ以上は反応しなくなる。

- (1) 上の文に示した硝酸の工業的な製法を何というか。
- (2) **あ** にあてはまる化合物名を記せ。
- (3) **ア** に化学式を、**a** ～ **d** には係数を記入し、反応式 (i)、(ii) および (iii) を完成せよ。
- (4) 1 mol の一酸化窒素を硝酸に変えるためには、計算上 何 mol の酸素が必要か。
- (5) アンモニアから硝酸ができるまでの反応 (i) ～ (iii) をまとめて、1つの化学反応式で記せ。
- (6) アンモニア 34 kg から、濃度 70% の硝酸は計算上 何 kg 得られるか。
- (7) 下線部 i) で起こる反応の化学反応式を記せ。
- (8) 下線部 i) で発生した一酸化窒素を捕集する方法として、最も適しているものを解答群 4 より選べ。

解答群 4

上方向置換 水上置換 下方置換

- (9) 下線部 ii) のような状態を何というか。

Ⅲ (配点 50)

次の文を読み、(1)～(5)の間に答えよ。なお、構造式はすべて例1にならって記せ。

炭素、水素および酸素だけからなる有機化合物Aがある。A 33.0 mg を完全燃焼させたところ、二酸化炭素 66.0 mg と水 27.0 mg が生じた。このAの分子量を測定したところ 88 であった。
 i) Aに水と少量の酸を加えて加熱したところ、2種類の有機化合物BとCが生成した。BとCはともに水に良く溶け、Bの水溶液は酸性、一方、Cの水溶液は中性であった。Bを脱水剤と加熱すると、2分子のBから水1分子が取れて結合し、分子量 102 の有機化合物Dが得られた。また、約 130℃に加熱した濃硫酸にCを加えたところ、揮発性があり可燃性・引火性を示す無色液体Eが得られた。

- (1) A 33.0 mg に含まれる 1) 炭素、2) 水素 および 3) 酸素はそれぞれ何 mg か。解答は小数点以下 1 桁まで示せ。
- (2) A の分子式を記せ。
- (3) 下線部 i) の反応を何というか。
- (4) A～E の名称と構造式を記せ。
- (5) C に金属ナトリウムを加えたときに起こる反応の化学反応式を記せ。

例 1

