

化学問題 II

次の文章(a), (b)を読んで, 問1~問3に答えよ。解答はそれぞれ所定の解答欄に記入し, 数値は有効数字2けたで答えよ。ただし, 問題文中のLはリットルを表す。また, 気体はすべて理想気体とみなし, 気体定数は $8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ とする。原子量は $\text{H} = 1.0$, $\text{O} = 16$ とする。

(a) 47°C における水の飽和蒸気圧は $1.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ である。 47°C で 5.0 L の容器内を飽和蒸気圧の水蒸気で満たすのに必要な水の質量は 0.34 g である。図1に示すように, それぞれの容積が 5.0 L の容器Aと容器Bが, コック2を介して連結されている。容器Aと容器Bの内部をともに真空にしたのち, 以下の操作1~操作5をこの順に行った。なお, 操作1~操作4においては, 容器Aと容器Bは 47°C に保たれている。

操作1 コック2とコック3が閉じられた状態で, コック1を開いて容器Aに 0.88 g の水を入れて, コック1を閉じた。この状態で, 十分に時間が経つと, 容器A内の圧力は ア Pa になった。

操作2 コック2を開き, 十分に時間が経つと, 容器A内の圧力は イ Pa になった。

操作3 コック2を閉じてからコック3を開き, 容器Bの内部を真空にして, コック3を閉じた。再びコック2を開いて, 十分に時間が経つと, 容器A内の圧力は ウ Pa になった。

操作4 この状態で, 操作3と同じ手順でコックを開閉し, 十分に時間が経つと, 容器A内の圧力は エ Pa になった。

操作5 コック1を開き, 容器Aに 100 g の水を入れて, コック1を閉じた。十分に時間が経ってから, 容器Aと容器Bを断熱材で覆い, 熱の出入りがないようにしたのち, コック3を開き, 容器Aと容器Bの内部の気体を排気して, 容器Aと容器Bの内部の圧力を下げると, 水が沸騰した。

問 1 ア ~ エ に適切な数値を記入せよ。なお、液体の水の体積および連結部の容積は無視できるものとする。

問 2 文中の下線部において、排気を始めてから水が沸騰している間の、水の温度と時間の関係を表すグラフの概形として最も適切なものを図 2 の①~⑥から選べ。

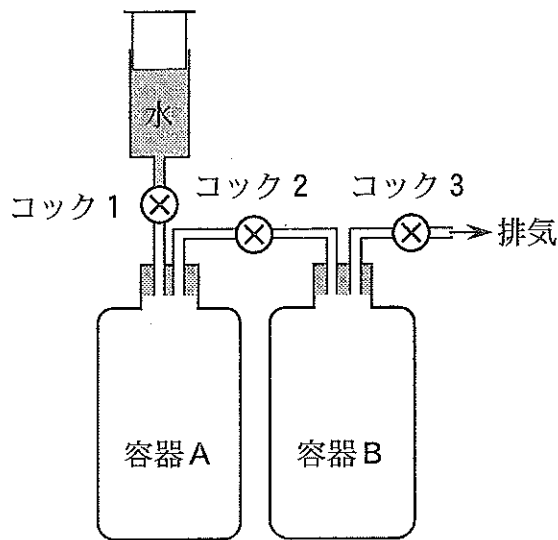


図 1

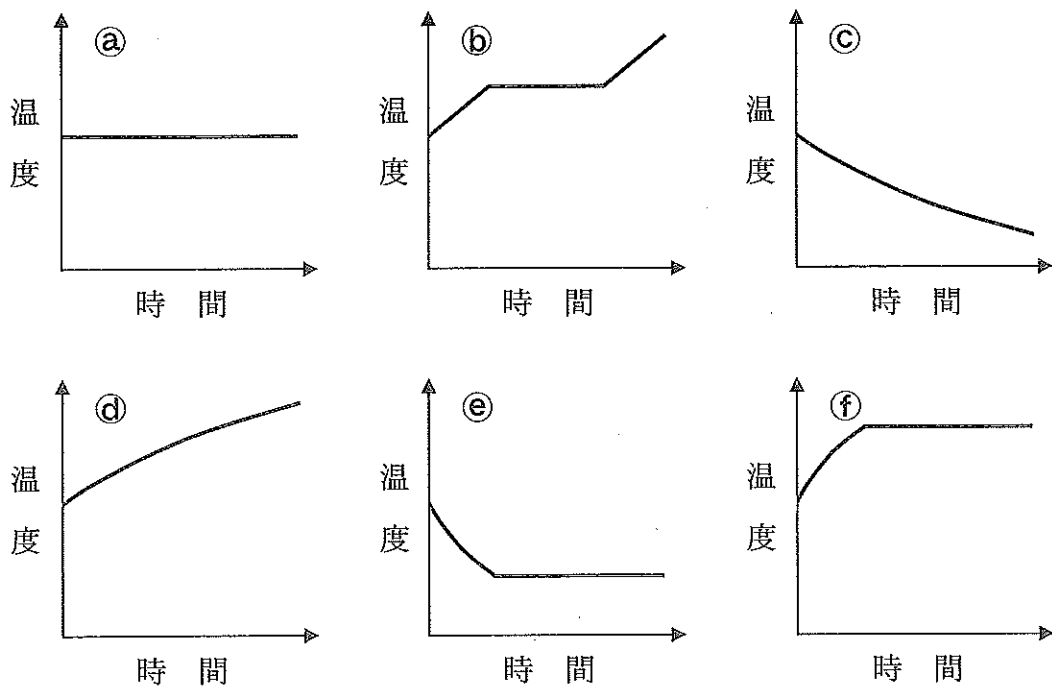


図 2

(b) 10℃で 8.1×10^{-3} molの二酸化炭素を含む水 500 mLを容器Cに入れると、容器Cの上部に体積 50 mLの空間(以下、ヘッドスペースという)が残った(図3)。この部分をただちに10℃の窒素で大気圧(1.0×10^5 Pa)にして、密封した。この容器Cを35℃に放置して平衡に達した状態を考える。

このとき、ヘッドスペース中の窒素の分圧は Paになる。なお、窒素は水に溶解せず、水の体積および容器Cの容積は10℃のときと同じとする。二酸化炭素の水への溶解にはヘンリーの法則が成立し、35℃における二酸化炭素の水への溶解度(圧力が 1.0×10^5 Paで水1 Lに溶ける、標準状態に換算した気体の体積)は0.59 Lである。ヘッドスペース中の二酸化炭素の分圧を p [Pa]として、ヘッドスペースと水中のそれぞれに存在する二酸化炭素の物質質量 n_1 [mol]と n_2 [mol]は、 p を用いて表すと

$$n_1 = \text{ } \times p$$

$$n_2 = \text{ } \times p$$

である。これらのことから、ヘッドスペース中の二酸化炭素の分圧 p は Paである。したがって、35℃における水の蒸気圧を無視すると、ヘッドスペース中の全圧は Paである。

問3 ~ に適切な数値を記入せよ。

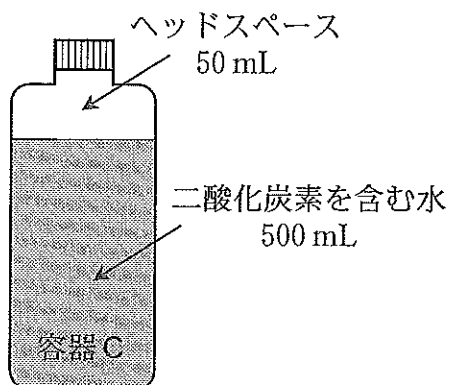


図3