

## 問題 2. 水は沸騰するか、それとも蒸発するか？

理想気体が等温的に  $p$  [bar] から  $p'$  [bar] ( $p > p'$ ) まで膨張するとき、気体のエントロピー変化  $\Delta S$  は以下のように表される：

$$\Delta S \text{ [J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}] = -R \ln\left(\frac{p'}{p}\right) \quad (1).$$

液体の水が圧力  $p_0$  [bar] において蒸発して水蒸気になるときのエンタルピーとエントロピーの変化をそれぞれ  $\Delta H_v^\circ$  [J mol<sup>-1</sup>],  $\Delta S_v^\circ$  [J K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>] とする。ここでは、これらの値は温度に依存せず、水蒸気は理想気体であるとみなして考えよう。このとき、液体の水が圧力  $p_1$  [bar] において蒸発し、そのエンタルピー変化が  $\Delta H_v$  [J mol<sup>-1</sup>] =  $\Delta H_v^\circ$  であるとすると、エントロピー変化は  $\Delta S_v$  [J K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>] =  となる。

1. 空欄 (a) に当てはまる適当な式を書け。

以下の問いでは次の数値を用いること：

$$\Delta H_v^\circ = 4.070 \times 10^4 \text{ J mol}^{-1}$$

$$\Delta S_v^\circ = 1.091 \times 10^2 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \quad (p_0 = 1 \text{ bar のとき})$$

2. 1 bar における水の沸点を計算せよ。

3. 87 °C における飽和水蒸気圧を計算せよ。

4. 温度 87 °C、湿度 50% の条件下で水が蒸発するときの 1 モルあたりのギブスエネルギーを計算せよ。湿度は実際の水の分圧を飽和水蒸気圧で割った値で表されている。

図 1 のようなピストン付きの容器の内部を、0.10 mol の Ar と 1.00 mol の水（液体及び水蒸気）で満たした。容器全体の温度は 87 °C、内部の全圧は 1 bar であった。液体の水や中に置かれたカップの体積は無視でき、水と Ar の温度は常に 87 °C で維持されているものとする。この初期状態での、Ar の分圧は  bar、水蒸気分圧は  bar であり、ガス全体の体積は  L、液体の水の物質量は  mol である。

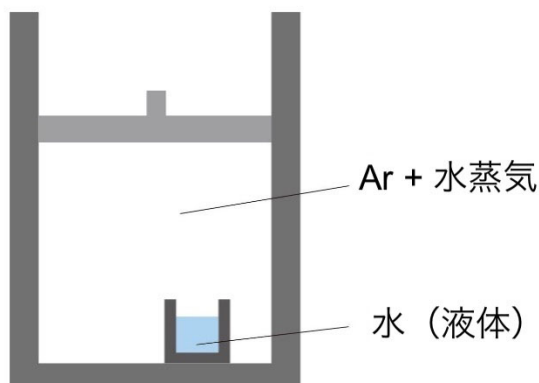


図 1. Ar ガスと水蒸気、及びカップに入った液体の水を含むピストン付き容器

ここでピストンを素早く引っ張り上げて内部の気体の体積を 15.8 L に調整した。ピストンを引っ張った瞬間、Ar と水蒸気の分圧はそれぞれ  bar と  bar に減少した。この状態では、気体の全圧が 87°Cにおける飽和水蒸気圧よりも小さくなってしまうので、カップ内の水は沸騰する。それにより沸騰が止まるまでの間、水蒸気分圧が上昇する。沸騰が止まったときに残っている液体の水は  mol となる。だが、その後も平衡に達するまで水の蒸発は続き、最終的に平衡に達したときの液体の水の物質量は  mol となる。

5. 空欄 (b) – (i) に当てはまる適当な数値を計算せよ。