

次の文 A と B 中の空欄 (1)～(6) に該当する最も適切な語句または正しい値に最も近い数値を、それぞれの解答群から選べ。ただし、気体は理想気体としてふるまうものとし、気体定数は $0.082 \text{ l} \cdot \text{atm}/(\text{K} \cdot \text{mol})$ とする。また、原子量は $\text{H}=1.0$, $\text{He}=4.0$, $\text{N}=14.0$, $\text{O}=16.0$ とする。

A. 気球にヘリウムを入れ、空に浮かべる場合について考える。温度が 27°C で圧力が 1 気圧のとき、体積 1 m^3 のヘリウムの質量は ⁽¹⁾ kg である。また、同温同圧における体積 1 m^3 の空気の質量は、空気の組成を酸素 20 %、窒素 80 % とすると、⁽²⁾ kg である。したがって、体積 1 m^3 のヘリウムの気球は、地表近くでは、気球の質量を含めて ⁽³⁾ kg までの物体を持ち上げる能力がある。

(1)～(3) に対する解答群

- ① 0.130 ② 0.163 ③ 0.228 ④ 0.806 ⑤ 0.936 ⑥ 1.01
⑦ 1.17 ⑧ 1.41 ⑨ 1.64

B. 温度が 27°C と 2°C の場合における水の蒸気圧は、それぞれ 0.035 気圧と 0.007 気圧である。温度が 27°C で圧力が 1 気圧のときに、水蒸気で飽和している体積 1 m^3 の空気には、質量にして ⁽⁴⁾ kg の水が含まれている。水蒸気を含む空気 1 m^3 の質量は、同温同圧の乾燥している空気 1 m^3 の質量よりも ⁽⁵⁾ 。温度が 27°C のときに水蒸気で飽和している空気 1 m^3 を、体積を一定にして冷却し 2°C にすると、水蒸気の一部が凝縮して液体の水 ⁽⁶⁾ kg が得られる。

(4)～(6) に対する解答群

- ① 0.010 ② 0.013 ③ 0.020 ④ 0.026 ⑤ 0.041 ⑥ 0.051
⑦ 小さい ⑧ 大きい

解答

- (1) ② (2) ⑦ (3) ⑥ (4) ④ (5) ⑦ (6) ③

解説

- (1) ヘリウムは単原子分子で、分子量は 4.0。1 m³ = 1000 l であるから、質量を x [kg] とすると、気体の状態方程式

$$pv = \frac{w}{M} RT \quad \text{より}$$

$$1 \times 1 \times 10^3 = \frac{x \times 10^3}{4.0} \times 0.082 \times 300 \quad x \doteq 0.163 \text{ (kg)}$$

- (2) 混合気体の平均分子量 = (成分気体の分子量 × 存在率) の和 であるから、
空気の平均分子量 = $32 \times 0.20 + 28 \times 0.80 = 28.8$

空気の質量を y [kg] とすると、(1) と同様に

$$1 \times 1 \times 10^3 = \frac{y \times 10^3}{28.8} \times 0.082 \times 300 \quad y \doteq 1.17 \text{ (kg)}$$

- (3) 流体中に物体を浸すと、その物体と同体積の流体の重量と同じだけの浮力がはたらくから、気球のもち上げられる質量は

$$y - x = 1.17 - 0.163 = 1.01 \text{ (kg)}$$

- (4) 水蒸気は 27 °C、0.035 atm で 1 m³ であるから、その質量を z [kg] とすると、(1) と同様にして

$$0.035 \times 1 \times 10^3 = \frac{z \times 10^3}{18} \times 0.082 \times 300 \quad z \doteq 0.0256 \text{ (kg)}$$

- (5) 0.035 atm 分だけ空気より分子量の小さい水が含まれているから、乾燥空気より質量は小さい。

- (6) 空気 1 m³ 中の水蒸気は、2 °C、0.007 atm であるから、その質量を w [kg] とすると、(1) と同様にして

$$0.007 \times 1 \times 10^3 = \frac{w \times 10^3}{18} \times 0.082 \times 275 \quad w \doteq 0.0056 \text{ (kg)}$$

$$\begin{aligned} \text{凝縮した水は } z - w &= 0.0256 - 0.0056 \\ &= 0.020 \text{ (kg)} \end{aligned}$$