Ⅰ (1) 風船の体積変化は、$\Delta V = 4\pi r^2 \Delta r$ なので、

$$(p - p_0)\Delta V = 4\pi (p - p_0) r^2 \Delta r$$ //

(2) $\Delta S = 8\pi r \Delta r$ より、$\sigma \Delta S = 8\pi \sigma r \Delta r$ //

(3) (1),(2)の仕事が等しくなるので、$p = p_0 + \dfrac{2\sigma}{r}$ //

Ⅱ (1) ア. ② イ. ④

理由：Ⅰ(3)より、半径が小さくなると、気体の圧力が大きくなるため。

(2) 変化の前後で、物質量の総和は保存される。

気体の温度をTとして、EOSより、

$$\left(p_0 + \frac{2\sigma}{r_A}\right)\cdot\frac{4}{3}\pi r_A^3\cdot\frac{1}{RT} + \left(p_0 + \frac{2\sigma}{r_B}\right)\cdot\frac{4}{3}\pi r_B^3\cdot\frac{1}{RT}$$
$$= \left(p_0 + \frac{2\sigma}{r_C}\right)\cdot\frac{4}{3}\pi r_C^3\cdot\frac{1}{RT}$$

$$\therefore\ \sigma = \frac{r_A^3 + r_B^3 - r_C^3}{2(r_C^2 - r_A^2 - r_B^2)}\cdot p_0$$ //

Ⅲ (1) 気体の圧力は、$p = p_0 + 2a\cdot\dfrac{r - r_0}{r^3}$ である。

よって、$\dfrac{dp}{dr} = 2a\cdot\dfrac{-2r + 3r_0}{r^4}$ … ①

半径r_0の風船をしぼませた後、さらにしぼむ条件を考えればよい。

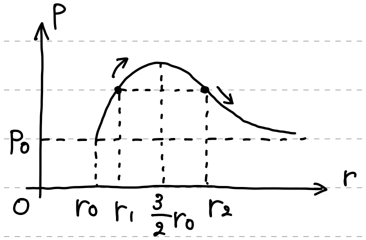
①の両辺が $r = r_0$ で負の値となればよいので、$r_0 > \dfrac{3}{2}r_0$ //

(2) EOSより、

$$\left(p_0 + 2a\cdot\frac{r - r_0}{r^3}\right)\cdot\frac{4}{3}\pi r^3 = nRT$$

$$\therefore\ \frac{4}{3}\pi\{p_0 r^3 + 2a(r - r_0)\} = nRT$$

なので、Tが大きくなるとrも大きくなる。



rとpの関係は右の通り。

もともとの2つの風船の半径をr_1、r_2 ($r_1 < r_2$) とする。

Tの上昇に伴い、r_1が大きくなるとp_1は上昇し、r_2が大きくなるとpが低下することが図からわかる。

すると、小さい風船から大きい風船へと空気が移動し、pが等しくなるまでr_2は大きくなる。よって、内圧は低くなる。//

(3) ⑥ //