

LIII OLIMPIADA FIZYCZNA (2003/2004). Stopień III, zadanie teoretyczne – T2.

Źródło:	Komitet Główny Olimpiady Fizycznej; Jacek Jasiak, Andrzej Wismolek: Fizyka w Szkole nr 4, 2004.
Nazwa zadania:	Dwa balony wypełnione gorącym powietrzem i parą wodną.
Działy:	Termodynamika
Słowa kluczowe:	Balon, ciepło, temperatura, gęstość, prawo Archimedesesa, masa molowa, ciepło molowe, stan gazu doskonałego, parowanie, temperatura wrzenia, przyspieszenie ziemskie.

Zadanie teoretyczne – T2, zawody III stopnia, LIII OF.

Skonstruowano dwa balony, z których pierwszy jest wypełniony gorącym powietrzem o temperaturze $T = 373$ K, a drugi parą wodną o takiej samej temperaturze. Sprawdzone, że tuż nad powierzchnią ziemi każdy z balonów może unieść masę $m = 300$ kg, włączając w to masę powłoki, linek i innych elementów konstrukcyjnych. Temperatura otoczenia wynosi $T_0 = 293$ K, ciśnienie $p = 10^5$ Pa.

- Ile wynoszą objętości V_1 i V_2 balonów?
- Jaka jest minimalna ilość ciepła niezbędna do podgrzania (od temperatury otoczenia) powietrza w pierwszym balonie? Ile wynosi minimalna ilość ciepła niezbędna do wytworzenia, z wody o temperaturze równej temperaturze otoczenia, pary wodnej potrzebnej do wypełnienia drugiego balonu?
- Stwierdzono, że tuż po napełnieniu pierwszego balonu, tempo utraty jego siły nośnej (udźwigu) jest równe $k_1 = 0,3$ N/s. Ile wynosi tempo utraty siły nośnej drugiego balonu k_2 tuż po jego napełnieniu? Rozważ dwie możliwości: (i) cała skroplona para z drugiego balonu pozostaje w jego wnętrzu (zbiera się w specjalnym pojemniku) oraz (ii) cała skroplona para z drugiego balonu jest natychmiast usuwana (spada na ziemię). Kształt obu balonów jest taki sam, powłoki mają takie same przewodnictwo cieplne, są nierozciągliwe, wiotkie i nie przepuszczają ani pary, ani powietrza. Zakładamy, że para spełnia równanie stanu gazu doskonałego. Każdy z balonów ma na dole mały otwór. Po napełnieniu balonów nie jest do nich dostarczane ciepło.

Do obliczeń przyjmij następujące wartości: masa molowa powietrza $M_p = 0,029$ kg/mol; masa molowa wody $M_w = 0,018$ kg/mol; stała gazowa $R = 8,3$ J · mol⁻¹ · K⁻¹; ciepło molowe powietrza przy stałej objętości $c_v = \left(\frac{5}{2}\right)R$; ciepło właściwe wody $c_w = 4200$ J · kg⁻¹ · K⁻¹; temperatura wrzenia wody pod ciśnieniem $p = 10^5$ Pa – 373 K; ciepło parowania wody w temperaturze 373 K (i ciśnieniu $p = 10^5$ Pa) $r = 2,3 \cdot 10^6$ $\frac{\text{J}}{\text{kg}}$; przyspieszenie ziemskie

$$g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$