

Model lotu balonu - wzory analiza numeryczna

Jakub Brzegowski

Grudzień 2015

1 Użyte wzory:

Siła ciężkości:

$$F_g = m \cdot g$$

F_g – siła ciężkości,

m – masa ciała,

g – przyspieszenie grawitacyjne.

Przyspieszenie(w ruchu prostoliniowym):

$$a = \frac{dv}{dt}$$

a – przyspieszenie,

v – szybkość ciała,

t – czas.

Prędkość chwilowa:

$$v = \frac{ds}{dt}$$

v – prędkość,

s – droga,

t – czas,

skąd:

$$s = \int_{t_0}^{t_1} ds = \int_{t_0}^{t_1} v(t) dt .$$

Obliczanie przyrostu temperatury:

$$\frac{dT}{dt} = \frac{P}{C_w \cdot m}$$

T – temperatura ośrodka,
 t – czas,
 P – moc,
 C_w – ciepło właściwe,
 m – masa.

Zależność pomiędzy liczbą moli, a masą i masą cząsteczkową substancji:

$$n = \frac{m}{M}$$

n – liczba moli,
 m – masa substancji,
 M – masa cząsteczkowa (masa molowa) danej substancji.

Gęstość powietrza w kopercie balonu:
z równania Clapeyrona mamy:

$$p v = n R T$$
$$p \frac{m}{g} = \frac{m}{M} R T$$
$$\rho = \frac{p M}{R T}$$

m – masa substancji,
 p – ciśnienie,
 v – objętość,
 ρ – gęstość,
 n – liczba moli gazu, będąca miarą liczby jego cząsteczek; $n = v/V$,
 T – temperatura bezwzględna, $T [K] = t [^{\circ}C] + 273,15$
 R – uniwersalna stała gazowa: $R = N_A k_B$, gdzie: N_A – stała Avogadra (liczba Avogadra),
 k_B – stała Boltzmanna, $R = 8,314 \frac{J}{(mol \cdot K)}$.

Siła wyporu:

$$F_w = \rho \cdot g \cdot V$$

F_w – siła wyporu,
 ρ – gęstość cieczy lub gazu, w którym znajduje się ciało,
 g – przyspieszenie grawitacyjne,
 V – objętość wypieranego płynu równa objętości części ciała zanurzonego w ośrodku.

Zależność ciśnienia od wysokości:

$$p = p_0 \cdot \left(1 - \frac{L \cdot h}{T_0}\right)^{\frac{g \cdot M}{R \cdot L}}$$

p_0 – standardowe ciśnienie atmosferyczne na poziomie morza,

L – gradient adiabaticzny temperatury,

h – wysokość nad poziomem morza,

T_0 – standardowa temperatura na poziomie morza,

g – przyspieszenie ziemskie,

M – masa molowa suchego powietrza,

R – uniwersalna stała gazowa.

Siła oporu powietrza:

$$F_D = \frac{1}{2} \rho v^2 C_D A$$

F_D – siła oporu aerodynamicznego,

ρ – gęstość ośrodka,

v^2 – prędkość obiektu relatywna do ośrodka,

C_D – współczynnik oporu aerodynamicznego,

A – pole przekroju.
