

1-ASIS FIZIKOS TURNYRAS

Užduoties Nr. 2 / 2007 10 01 AIŠKINAMASIS SPRENDIMAS

1. Pusiausvyros sąlyga pradiniu momentu

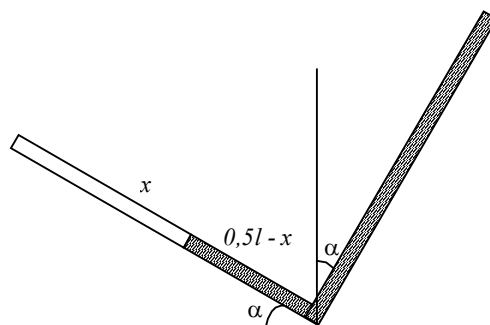
$$p_0 = p_a + \rho_v g \cdot 0,5l, \text{ o pasukus kampu } \alpha = \frac{90^\circ}{\tau} t:$$

$$p_1 + \rho_v g(0,5l - x_1) \sin \alpha = p_0 + \rho_v g 0,5l \cos \alpha.$$

Pagal Boilio-Marioto dėsnį $p_0 \cdot 0,25l = p_1 x_1$.

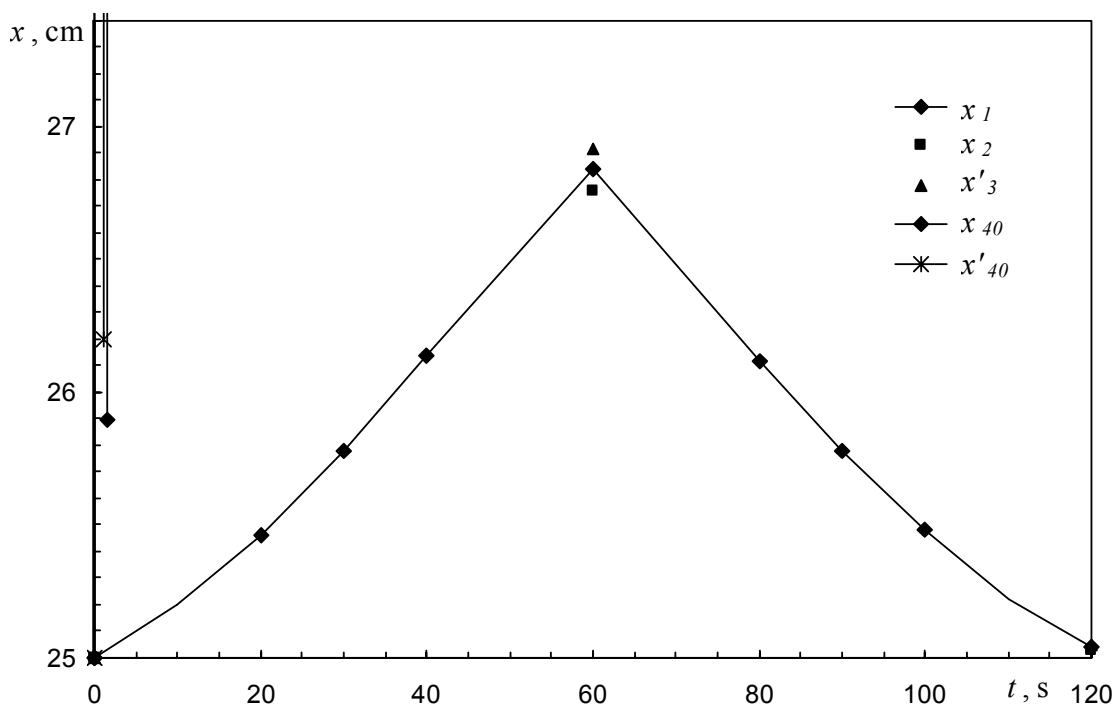
Sukant atgal oro slėgį vamzdyje lems $x_1 - 0,25l$ trumpesnis vandens stulpelis;

$$\alpha = 90^\circ \left(1 - \frac{t}{\tau}\right).$$



Skaičiuoti x_1 patogiu laiko momentais, kai yra standartiniai kampai:

α	0	30°	45°	60°	90°	60°	45°	30°	0
t, s	0	20	30	40	60	80	90	100	120
x_1, cm	25,0	25,46	25,78	26,14	26,84	26,12	25,78	25,48	25,04
x_2, cm	25,0				26,76				25,03
x_3, cm	25,0				26,92				25,05



2. Rezultatai nepakistų, kai pradiniu momentu vandens paviršius ties D būtų įgaubtas, o ties C – iškilas. Kitas ribinis atvejis, kai pradiniu momentu abu paviršiai įgaubti. Sukant vamzdelį vanduo nepradės ištekėti tol, kol paviršius gale C netaps iškilu.

Pusiausvyros sąlyga tada

$$p_2' = p_a + \rho_v g \left[0,5l \cos \alpha' - (0,5l - x_2) \sin \alpha' \right] + \frac{8\sigma}{d},$$

o pagal Boilio-Marioto dėsnį $p_0 \cdot 0,25l = p_2' x_2'$, čia $x_2' \approx 0,25l + \frac{2d}{3}$; $x_2' \approx 25,13 \text{ cm}$.

Tada $\alpha' \approx 15^\circ$ ir vanduo pradeda ištekėti tik po 10 s nuo sukimo pradžios.
Tegu $\alpha = 90^\circ$, tada $x_2 = 26,76$ cm, o grįžus atgal $x_{20} = 25,03$ cm.

3. Tarkime $\Delta x_1 = x_2 - x_0$, tada tūryje $\Delta V_1 = \pi \frac{d^2}{4} \Delta x_1$ galėtų papildomai išgaruoti $\approx 0,95 \mu\text{g}$ vandens, kas sudarytų papildomą slėgį $\Delta p_1 \approx 153$ Pa (randama pagal Mendelejevo-Klapeirono lygtį, $M = 0,018$ kg/mol.).

Tada $x_{31} \approx 26,91$ cm. Tegu $\Delta x_2 = x_{31} - x_0$, tada $x_{32} = 26,92$ cm. Ribinė vertė $x_3' \approx 26,93$ cm.

4. Sukant ilgiau oro santykinė drėgmė priartės prie 100% ir rezultatas x_3' bus pasiektas. Sukant žymiai trumpiau oro stulpelio ilgio kitimą lemia vandens inercija ir adiabatinis vyksmas (oro slėgio mažėjimas atšalant). Vandens stulpelio masei mažėjant, likusi jo masė būtų veikiami pastovios atmosferos slėgio jėgos ir mažėjančios uždaryto oro slėgio jėgos.

Tarkime, liko 0,5l ilgio stulpelis gulsčioje dalyje, $x_4 = 0,5l$.

Pagal Boilio-Marioto dėsnį $p_0 \cdot 0,25l = p_4 \cdot 0,5l$, o pusiausvyros sąlyga $p_4 = p_a + \frac{8\sigma}{d} - \rho_v \frac{\pi^2}{4\tau_4^2} \cdot 0,25l \cdot 0,5l$ (užrašyta tik įvertinimui, nes duomenų apie greitį sukant nėra), čia $\tau_4 \approx 0,08$ s, o grįžus į pradinę padėtį $x_{40} = 25,9$ cm. Sukant dar sparčiau ($\tau_4 \leq 0,06$ s), vandens lieka trumpesnis nei 23,8 cm stulpelis, kurį gražinus į pradinę padėtį lieka $x_{40}' = 26,2$ cm oro stulpelis nepriklausomai nuo mažinamos sukimo trukmės bent tol, kol neišteka visas vanduo. Ištekėjus visam vandeniui oro stulpelio ilgis $x_4'' = 1$ m nepriklausomai nuo sukimo trukmės.

Pabandykite uždaryti vandens lašą kapiliare arčiau jo užspaudžiamo galo ir įsitikinsite, kad ne taip lengva sukant ar kitaip judinant „iškrapštyti“ tą lašą iš kapiliaro.

Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt skelbiamas nuo 2007 11 05.