

10. ročník, úloha VI. 1 ... kapalina mezi rovnoběžnými deskami (5 bodů; průměr ?; řešilo 32 studentů)

Odvoďte vztah pro výšku h hladiny kapaliny mezi dvěma svislými nekonečně dlouhými rovinami, vzdálenými od sebe d , které jsou ponořeny do kapaliny. Povrchové napětí kapaliny je σ a hustota je ρ .

Úlohu lze řešit celou řadou postupů. Nejjednodušší je úlohu si zbytečně nekomplikovat a stykový úhel mezi povrchem kapaliny a deskami položit roven $\pm 90^\circ$, tedy předpokládat, že kapalina dokonale smáčí či nesmáčí desky. Vzhledem k tomu, že desky jsou nekonečné (v reálném případě je jejich délka mnohem větší než jejich vzdálenost), bude situace symetrická vzhledem ke každé rovině kolmé na obě desky i povrch kapaliny. Z této symetrie vyplyne, že povrch kapaliny bude „válcový“.

Nyní uvažujme úsek desek délky L . Ze symetrie nepůsobí na kapalinu žádná síla rovnoběžná s deskami. Na každé desce působí na její okraj povrch kapaliny silou $F_1 = \sigma L$, celková síla na kapalinu je $F = 2\sigma L$. Vzhledem k předpokladu o dokonalém (ne)smáčení je tato síla rovnoběžná s tíhovou silou působící na kapalinu mezi deskami. Směr této síly určuje, zda kapalina materiál desek smáčí nebo nesmáčí. Je-li zakřivení povrchu malé, je objem kapaliny v uvažovaném úseku $V = hLd$. V případě, že kapalina desky smáčí, je tíhová síla na ni působící $F_g = mg = \rho Vg = \rho hLdg$. Jelikož je kapalina v rovnovážném stavu, platí $F = F_g$, a tedy

$$h = \frac{2\sigma}{\rho dg}. \quad (1)$$

V opačném případě, tj. kapalina desky nesmáčí, dostaneme obdobný vztah až na to, že kapilární sílu vyrovnává tlaková síla kapaliny.

Daniel Král