

ZESTAW 13

MECHANIKA F1IS-FT-1 S1

Kontakt: Radosław Strzałka, pok. 315/D10, mail: strzalka@fis.agh.edu.pl

Zestawy dostępne pod adresem: http://galaxy.agh.edu.pl/~strzalka/#dydaktyka#m_ft

Tematyka: hydrostatyka, elementy hydrodynamiki, teoria sprężystości.

1. Model góry lodowej możemy wyobrazić sobie jako bryłę o kształcie sklejonych podstawami stożków lub ostrosłupów. Na jaką wysokość h ponad powierzchnię oceanu wystaje góra lodowa? Przyjmij, że górna część góry to stożek o wysokości $H_1 = 40$ m, natomiast, dolna część ma wysokość $H_2 = 60$ m, a pole podstaw obu stożków wynosi $S = 1200$ m². Przyjmij też $\rho_{\text{lodu}}/\rho_{\text{wody}} = 0,9$.
2. [HRW Z.31/R.15 T.2] Kulista powłoka z żelaza pływa w wodzie, będąc w niej niemal całkowicie zanurzona. Jej średnica zewnętrzna wynosi 60 cm, a gęstość żelaza jest równa 7,87 g/cm³. Wyznacz średnicę wewnętrzną powłoki.
3. [por. Hennel V.33.] Płaskie naczynie z cieczą obraca się z prędkością kątową ω wokół osi pionowej przechodzącej przez jego środek. Wykazać, że powierzchnia swobodna wirującej cieczy ma w przekroju kształt paraboli.
4. Jakie ciśnienie całkowite panuje na dnie jeziora o głębokości 100 m. Jaka siła działa na ścianki sześcienniej kostki o krawędzi 10 cm?
5. [por. HRW Z.54/R.15 T.2 lub Irodow 1.155.] Zbiornik napełniono wodą do wysokości H , a w jednej z jego ścianek na głębokości h pod powierzchnią wody wywiercono otwór. Oblicz odległość x , w jakiej spada na ziemię strumień wody. Dla jakiej głębokości h zasięg strumienia będzie maksymalny?
6. [Irodow 1.159.] Pozioma rurka AB o długości l obraca się ze stałą prędkością kątową ω wokół nieruchomej, pionowej osi przechodzącej przez jej koniec. W rurce znajduje się ciecz idealna. Koniec A rurki (znajdujący się na osi obrotu) jest otwarty, a w końcu B (w odległości l od osi obrotu) znajduje się mały otwór. Jak zależy prędkość wypływu cieczy od chwilowej długości słupa cieczy h ?
7. Naczynie o kształcie walca o promieniu R jest wypełnione wodą do poziomu H . W dnie naczynia wywiercono mały otwór kołowy o promieniu r . Po jakim czasie cała woda wyleje się z naczynia?
8. Wykorzystując równanie Bernoulliego, wyprowadź wzór na prędkość przepływu cieczy mierzoną za pomocą rurki (zwężki) Venturiego.
9. Napisz równanie dynamiki dla kulki o promieniu r i masie m zanurzonej w cieczy lepkiej o współczynniku lepkości η . Bez rozwiązywania równania różniczkowego oblicz wartość prędkości granicznej kulki. (*) Następnie znajdź ogólną zależność $v(t)$ dla kulki (prędkość początkowa $v_0 = 0$). Po jakim czasie kulka o masie 0,25 g i promieniu 2 mm poruszająca się w glicerynie o lepkości 500 mPa·s i gęstości 1250 kg/m³ osiągnie $1/e$ prędkości granicznej? *Wskazówka.* Wzór Stokesa na siłę lepkości działającą na kulkę w cieczy: $F = -6\pi\eta r v$.
10. Konstrukcja wieżowca o wysokości $H = 200$ m i podstawie kwadratowej o boku $a = 70$ m waży ok. $m = 15$ tys. ton. Budynek musi wytrzymać poziomy wiatr wiejący prostopadle do jednej z jego bocznych ścian z prędkością zmieniającą się od 0 m/s przy podstawie do v_{max} przy wierzchołku budynku w sposób liniowy z wysokością. Jaka może być maksymalna prędkość wiatru, aby budynek ustał?
Wskazówka. Parcie wiatru, czyli siłę wywieraną na jednostkę powierzchni, można obliczyć z pomocą wzoru $F_{\text{op}}/S = \frac{1}{2}\rho v^2 C_x$, gdzie jako współczynnik oporu dla płaskiej powierzchni można przyjąć $C_x = 1,5$, a gęstość powietrza $\rho = 1,2$ kg/m³ (jest to wzór na opór aerostaticzny).
- 11.* Wyjaśnij ideę paradoksu hydrostatycznego. Uzasadnij, że paradoksu nie ma.
12. Zauważono, że jeśli na druciku o długości $l = 107$ cm i kołowym przekroju o średnicy $d = 0,7$ mm zawiesimy ciężarek o masie $m = 6$ kg, to jego wydłużenie wynosi $\Delta l = 1$ mm. Oblicz moduł Younga materiału, z którego wykonano drucik. Wpływ masy samego drucika pominać. Czy jeśli wydłużenie przy obciążeniu masą $M = 10$ kg wynosi $\Delta l' = 2$ mm, to prawo Hooke'a jest spełnione?

13. Wyznacz minimalną długość, przy której zostanie zerwany pod własnym ciężarem pręt (zawieszony pionowo i umocowany w górnym końcu) wykonany: ze stali, z ołowiu, z Kevlaru. Moduły Younga stal/ołów/Kevlar: 200/16/100 GPa; Wytrzymałości na zerwanie stal/ołów/Kevlar: 400-550/12/3457 GPa. Gęstości stal/ołów/Kevlar: 7,8/11,34/1,44 g/cm³.
14. Druk aluminowy o długości $l = 5$ m i przekroju kołowym o średnicy $d = 6$ mm jest rozciągany siłą $F = 1000$ N. O ile zmieni się objętość drutu, jeśli współczynnik Poissona wynosi $\mu = 0,33$?