

ZESTAW 12

MECHANIKA FHS-FT-1 S1

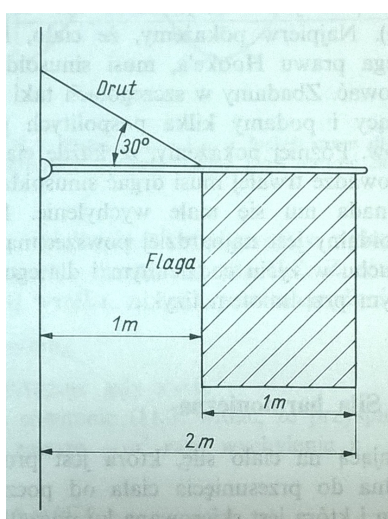
Kontakt: Radosław Strzałka, pok. 315/D10, mail: strzalka@fis.agh.edu.pl

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

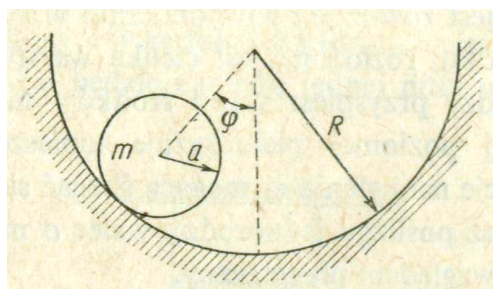
Tematyka: statyka i dynamika bryły sztywnej, zasada zachowania momentu pędu, wahadło fizyczne, zderzenia z bryłą sztywną.

- 1. [Orear P.13/176] Drabina o długości l jest oparta o ścianę pod kątem $\theta = 60^\circ$ do poziomu. Załóżmy, że współczynnik tarcia między drabiną i podłogą jest $\mu = 0,4$. Jak wysoko może człowiek wspiąć się na drabinę zanim ona się obsunie? Załóżmy, że kontakt ze ścianą jest bez tarcia i że człowiek jest znacznie cięższy od drabiny.
- 2. [Orear Z.41/181] Maszt flagi mający masę m jest zamocowany przegubowo do ściany budynku i podtrzymywany przez drut, jak pokazano na rys. 1a. Flaga ma masę M i wymiary podane na rysunku. Złóż, że flaga jest sztywna. Jakie jest napięcie drutu?
- 3. Pod wpływem siły F jednorodna kula o masie m i promieniu r ślizga się po poziomym stole nie wykonując obrotów. Siła jest przyłożona poziomo do punktu na powierzchni kuli na wysokości h nad podłożem. Współczynnik tarcia kinetycznego między kulą a stołem wynosi μ_k . Przy jakim h ruch taki jest możliwy (kula ślizga się, ale nie wykonuje obrotów)?
- 4. [Hennel V.12.] Cienki jednorodny pręt o długości L , zaczepiony w jednym z jego końców, wiruje z prędkością kątową ω (rys. 1c). Znaleźć kąt odchylenia pręta od pionu i siłę reakcji w punkcie zaczepienia.
- 5. Jednorodny krążek o promieniu R , wykonuje ruch obrotowy leżąc na poziomej płaszczyźnie. Oś krążka jest do niej prostopadła. Można przyjąć, że nacisk krążka rozkłada się równomiernie na tej płaszczyźnie. Ile czasu upłynie do zatrzymania krążka, jeśli jego początkowa prędkość kątowa wynosiła ω_0 , a współczynnik tarcia o płaszczyznę równa się μ ?
- 6. [z Olimpiady o Diamentowy Indeks AGH 2019/20] W kierunku prostopadłym do ściany toczy się bez poślizgu kula o masie $m = 5$ kg z prędkością $v_0 = 7$ m/s. Kula odbija się doskonale sprężysto od ściany, przy czym ściana jest na tyle gładka aby można było założyć, że chwilowe zderzenie kuli ze ścianą nie powoduje istotnej zmiany momentu pędu kuli. Zaraz po odbiciu od ściany kula toczy się z poślizgiem, a współczynnik tarcia kuli o podłoże wynosi $f = 0,2$. Po jakim czasie od obicia kula zacznie się toczyć bez poślizgu? W jakiej odległości od ściany będzie wtedy kula?
- 7.* [Hennel V.7.] Jednorodny walec o masie m i promieniu a toczy się w polu siły ciężkości wewnątrz walca o promieniu R , który jest nieruchomy (rys. 1b). Znaleźć równanie ruchu walca wychylonego w chwili początkowej z położenia równowagi o kąt φ_0 . Kiedy otrzymane równanie można w prosty sposób rozwiązać?
- △ 8. [por. Irodow 1.139.] Dwie poziome tarcze o momentach bezwładności I_1 i I_2 obracają się swobodnie jedna nad drugą z prędkościami ω_1 i ω_2 wokół pionowej osi przechodzącej przez ich środki. W pewnej chwili tarcza górna spada na dolną i tarcze zaczynają obracać się razem. Znaleźć:
 - (a) ich wspólną prędkość kątową ω ,
 - (b) przyrost energii kinetycznej tego układu.
- △ 9. Łyżwiarka figurowa wiruje z częstością 30 rad/s, mając ręce przyciągnięte mocno do tułowia. Na jaką odległość musiałaby wyciągnąć ręce, żeby częstość wirowania spadła do 10 rad/s? Przyjąć, że moment bezwładności korpusu łyżwiarki (z przyciągniętymi ramionami) wynosi $I_0 = 0,5$ kg·m², a każde wyciągnięte ramię o masie $m = 2$ kg może być potraktowane jak bryła sztywna o kształcie pręta.
- 10. Wyprowadź wzór na okres drgań wahadła fizycznego o masie m i momencie bezwładności względem osi przechodzącej przez oś obrotu I_0 , zawieszonego w odległości d od środka masy wahadła.
- ◇ 11. [por. RHW Z.52/120] Cienki pręt metalowy, o masie $M = 0,5$ kg i długości $L = 40$ cm, użyty jest jako wahadło fizyczne. W odległości x od środka pręta wywiercony jest niewielki otwór, przez który przechodzi oś, na której zawieszamy pręt. Oblicz okres małych wahań tak zbudowanego wahadła fizycznego jako funkcję odległości x . Oblicz odległość x_1 , dla której okres wahadła przyjmuje minimalną wartość.

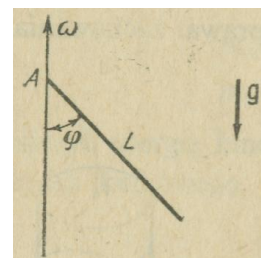
- ◇ 12. [RHW Z.49/120] Wahadło zegara jest złożone z krążka o promieniu $R = 10$ cm i masie $M = 500$ g, oraz pręta o długości $L = 50$ cm i masie $m = 270$ g.
- Oblicz moment bezwładności wahadła względem punktu zawieszenia.
 - Wyznacz odległość między punktem zawieszenia a środkiem masy.
 - Oblicz okres drgań wahadła.
- 13. W pręt o masie M i długości l leżący na tafli lodowiska uderza prostopadle w odległości d od środka pręta krążek hokejowy o masie m . W wyniku zderzenia idealnie sprężystego krążek zatrzymał się. Oblicz stosunek mas M/m jako funkcję l i d .
- 14. [Irodow 1.136.] Pionowy pręt o długości l i masie M może obracać się wokół swojego górnego końca. Lecąca poziomo kula o masie m trafiła w dolny koniec pręta i utkwiała w nim. Pręt, wskutek zderzenia z kulą, odchylił się o kąt α . Przyjmując, że $m \ll M$, znaleźć:
- prędkość lecącej kuli,
 - zmianę pędu układu pręt-kula w czasie zderzenia; z czym związana jest ta zmiana?
 - W jakiej odległości od górnego końca pręta powinna trafić ta kula, aby pęd układu kula-pręt nie uległ zmianie w czasie zderzenia?



(a) rys. do zad. 2



(b) rys. do zad. 7

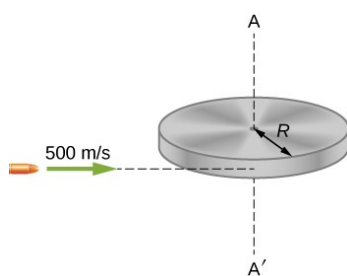


(c) rys. do zad. 4

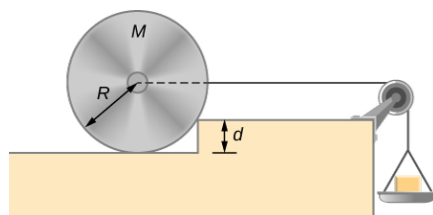
Rysunek 1

Gdy zostanie czasu... lub do samodzielnego rozwiązania

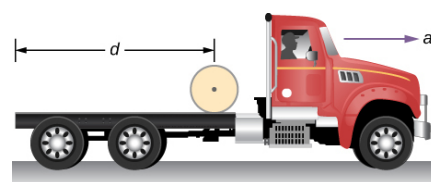
- I Rozkręconą do częstości ω_0 bilę kładziemy na stole bilardowym (i) bez prędkości początkowej, (ii) nadając jej prędkość v_0 zgodnie z kierunkiem obrotów oraz (iii) przeciwnie. Tarcie kinetyczne bili o sukno stołu ma współczynnik f . Po jakim czasie i dystansie bila zacznie toczyć się po stole bez poślizgu?
- II [Przykład 11.9 openstax.pl] Pocisk o masie $m = 2$ g, poruszając się poziomo z prędkością $v = 500$ m/s, uderzył w brzeg tarczy i utkwił w nim (rys. 2a). Tarcza ma kształt walca i masę $M = 3,2$ kg oraz promień $R = 0,5$ m. Może się ona swobodnie obracać wokół swojej osi, ustawionej pionowo. Jeżeli tarcza była początkowo w spoczynku, to jaka jest prędkość kątowa tarczy natychmiast po tym, jak pocisk utkwił w jej brzegu?
- III [openstax.pl Z.78/R.12] Odważniki stopniowo są dokładane na szalkę, aż koło o masie M i promieniu R zostanie wciągnięte na przeszkodę o wysokości d , jak pokazano na rys. 2b. Jaka musi być minimalna masa odważników z szalką, aby to osiągnąć?
- IV [openstax.pl Z.94/R.11] Bąk o masie $M = 10$ kg ma moment bezwładności $I = 3,2 \cdot 10^{-4}$ kg·m² i odległość $d = 4$ cm od środka masy do punktu podparcia. Jeśli bąk obraca się z częstotliwością $f = 20$ obr./s i dokonuje precesji, to ile obrotów podczas niej wykona w czasie $t = 10$ s?
- V* [openstax.pl Z.95/R.11] Samochód ciężarowy przedstawiony na rys. 2c znajduje się początkowo w stanie spoczynku. Na jego przyczepie znajduje się cylindryczna rola (bela) papieru. Jeżeli samochód zacznie poruszać się do przodu ze stałym przyspieszeniem a , to jaką odległość s przebędzie on od momentu ruszenia z miejsca do chwili, gdy rola papieru stoczy się z tyłu samochodu?



(a) rys. do zad. II



(b) rys. do zad. III



(c) rys. do zad. V

Rysunek 2