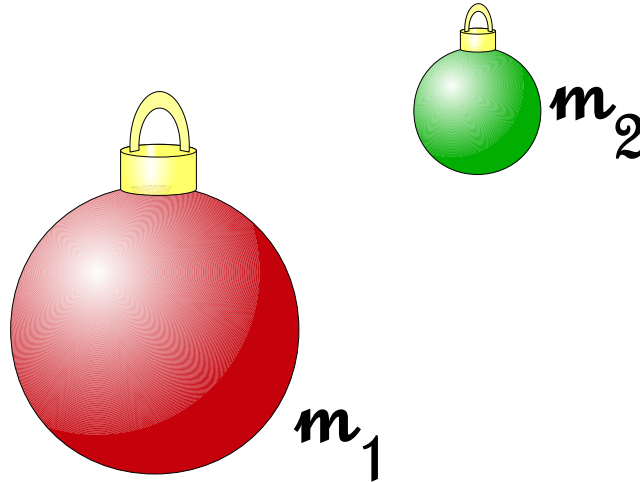


Podstawy Fizyki I (Mechanika)  
 Seria 4 (świąteczna)  
 24 grudnia 2008



**Zad. 1.** Oblicz stosunek masy planety do masy Słońca  $M_P/M_\odot$ , korzystając z faktu, że planeta ma satelitę o masie  $m \ll M_P \ll M_\odot$ . Dane są: średnia odległość Planeta-Słońce  $a_P$  i Planeta-satelita  $a_{sat}$  oraz okresy obrotów planety  $T_P$  i satelity  $T_{sat}$ .

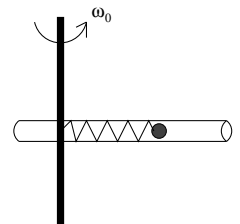
**Zad. 2.** Wyznacz długość wielkiej półosi orbity komety Halley'a, dla której okres obiegu dookoła Słońca wynosi  $T_H = 76.029 \text{ lat}$ .

**Zad. 3.** Znajdź czas lotu do Księżyca rakiety wysłanej z Ziemi z minimalną prędkością potrzebną na dotarcie do orbity Księżyca ( $M_r, M_K \ll M_Z$ ).

**Zad. 4.** W przybliżeniu małych wychyleń znajdź ruch wahadła matematycznego na obracającej się Ziemi (wahadło Foucaulta). Skorzystaj z transformacji przyspieszenia z układu inercyjnego  $U$  do układu nieinercyjnego  $U'$  wyprowadzonego na wykładzie:

$$\vec{a} \equiv \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d'\vec{v}'}{dt} + \frac{d\vec{V}_{tr}}{dt} + 2\vec{\omega} \times \vec{v}' + \vec{\omega} \times (\vec{\omega} \times \vec{r}') + \frac{d\vec{\omega}}{dt} \times \vec{r}'.$$

**Zad. 5.** Szklana rurka przymocowana jest do prostopadłego pręta. Wewnątrz rurki spoczywa kulka o masie  $m$ , przymocowana do pręta za pomocą sprężyny o długości  $l$  i o współczynniku sprężystości  $k$ . W pewnej chwili cały układ zostaje wprowadzony w ruch obrotowy wokół osi pręta i dalej obraca się ze stałą prędkością kątową  $\omega_0$ . Znaleźć ruch kulki. Współczynnik tarcia kulki o ścianki rurki wynosi  $f$ . Zaniedbać efekty występujące podczas rozpędzania rurki (tzn. przyjąć warunki początkowe:  $r(t=0) = l, \dot{r}(t=0) = 0$ ). W rozwiązaniu ograniczyć się do przypadku kiedy  $\delta^2 = \frac{k}{m} - \omega_0^2 \cdot (1 + f^2) > 0$ . Przedyskutować położenie kulki przy  $t \rightarrow \infty$ .

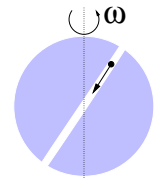


**Zad. 6.** Dwaj myśliwi polowali na wilki w Bieszczadach. Jeden strzelał do wilka znajdującego się na zachód od niego, drugi do wilka znajdującego się w kierunku południowym. Obydwaj spudłowali i tłumaczyli swoje niepowodzenie istnieniem siły Coriolisa. Który z nich miał prawo tak się tłumaczyć? Jaka jest wielkość odchylenia toru pocisku, jeżeli średnia prędkość lotu  $v_0=300$  m/s, czas lotu  $t=1$  s, a szerokość geograficzna  $\varphi = 49^\circ$ ?

**Zad. 7.** Roch Kowalski mieszkający na stałe w Warszawie ( $\lambda = 52^\circ$ ,  $g=9.812\text{m/s}^2$ ) przywiózł z podróży po świecie dwie dokładne wagi sprężynowe (wyskalowane w kg) – kupione u murzyna ( $\lambda = 0^\circ$ ,  $g=9.780\text{m/s}^2$ ) i eskimosa ( $\lambda = 90^\circ$ ,  $g=9.832\text{m/s}^2$ ). Razu pewnego kupił 1kg ryżu i dla sprawdzenia rzetelności sprzedawczyni zważył je w domu na obu posiadanych wagach. Zdumienie Rocha było ogromne, gdyż wagi wskazały co innego. Jaka była różnica wskazań, jeśli sprzedawczyni była uczciwa. Ile wyniosłaby ta różnica gdyby Ziemia była jednorodną kulą ( $R_{\text{średnie}} = 6.371 \cdot 10^6\text{m}$ ,  $M_Z = 5.974 \cdot 10^{24}\text{kg}$ ,  $G = 6.672 \cdot 10^{-11}\text{m}^3/\text{kg/s}^2$ ,  $T=23\text{h}56\text{m}$ )?

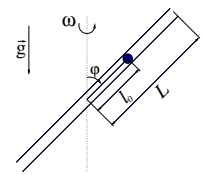
**Zad. 8.** Wzdłuż średnicy Ziemi wybudowano prostoliniowy tunel przechodzący przez jej środek, którego końce znajdują się na szerokości geograficznej północnej i południowej  $\lambda = 52^\circ$ . W tunelu puszczo kamień o masie  $m=1\text{kg}$  poruszający się bez tarcia. Znaleźć:

- ściśłą zależność odległości kamienia od środka Ziemi od czasu,
- czas przelotu na Antypody,
- wektor siły reakcji z jaką ścianki tunelu działają na kamień w momencie jego puszczenia i w środku Ziemi.

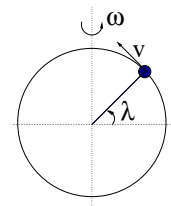


Założyć, że Ziemia jest jednorodną sztywną kulą, której czas obrotu dookoła osi 24 godz. a promień to  $R_z = 6.37 \cdot 10^6\text{m}$ . Przyspieszenie grawitacyjne na powierzchni Ziemi  $g(R_z) = 9.81\text{m/s}^2$ .

**Zad. 9.** Rurka o połowicznej długości  $L$  obraca się w polu siły ciężkości z prędkością kątową  $\vec{\omega}$  wokół osi przechodzącej przez jej środek (oś rurki nachylona jest do osi obrotu pod kątem  $\varphi$ ). Wewnątrz rurki, w odległości  $l_0$  od jej środka znajduje się kulka o masie  $m$  przywiązana do nitki. W pewnym momencie nić pęka i kulka zaczyna się poruszać. Znaleźć: ruch kulki, siły reakcji działające na kulkę oraz wektor prędkości w momencie gdy kulka opuszcza rurkę.



**Zad. 10.** Punkt porusza się z prędkością  $v$  po południku kuli o promieniu  $R$  obracającej się wokół pionowej średnicy z prędkością kątową  $\vec{\omega}$ . Pewien chytry student, chcąc uprościć sobie rachunki zaproponował, by zadanie rozwiązać w układzie  $X'Y'Z'$  zaczepionym w środku wirującej kuli, którego wersor  $\vec{e}_{X'}$  wskazuje na poruszający się punkt, wersor  $\vec{e}_{Y'}$  jest równoległy do południka po którym porusza się punkt (zwrot ku malejącym  $\lambda$ ), zaś  $\vec{e}_{Z'} = \vec{e}_{X'} \times \vec{e}_{Y'}$ . Znaleźć przyspieszenie punktu w zależności od kąta  $\lambda$  w nieruchomym układzie współrzędnych sferycznych rachunkiem bezpośrednim oraz transformując wynik z opisanego układu  $X'Y'Z'$ .



**Zad. 11.** Punkt o masie  $m$  porusza się pod wpływem siły centralnej po torze w kształcie okręgu o promieniu  $R$  który przechodzi przez centrum działania siły. Jak zależy wartość tej siły od odległości punktu od centrum.