

## Transformacja Galileusza, równania dynamiki Newtona

1. Równania ruchu dwóch punktów materialnych obserwowanych z danego układu odniesienia  $U$  wyglądają następująco:

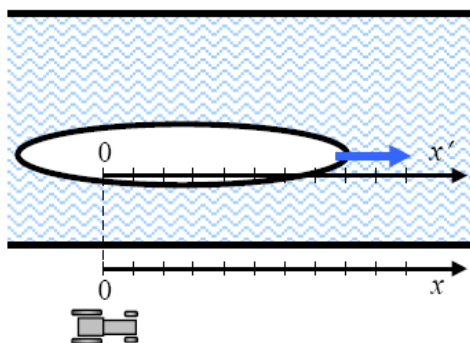
$$\vec{r}_1(t) = [0, 2, 0] + [3, 1, 2]t + [1, 1, 0]t^2, \quad \vec{r}_2(t) = [1, 0, 1] + [0, 2, 1]t$$

Znaleźć:

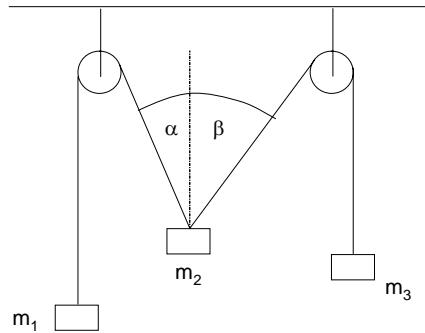
- prędkości i przyspieszenia obu punktów względem układu  $U$ .
- prędkości i przyspieszenia punktu 1 względem 2 oraz 2 względem 1

2. „Primowany” układ odniesienia związany jest ze statkiem, który płynie z prędkością o wartości  $V = 3$  m/s względem brzegu. Obserwator znajduje się w punkcie  $x' = 0$ . Na brzegu stoi traktor w położeniu  $x = 0$ . W chwili kiedy obserwator mijają traktor (rys.), ten startuje i zaczyna poruszać się w sposób opisany funkcją:  $x(t) = \sqrt{A^2 + (Bt)^2} - A$ , gdzie  $A = 50$  m, a  $B = 5$  m/s.

- Jaka funkcja opisuje położenie traktora w układzie odniesienia związanym ze statkiem? W jakich chwilach  $x'(t) = 0$ ?
- Jaka funkcja opisuje prędkość traktora w układzie odniesienia związanym ze statkiem? W jakich chwilach  $v'(t) = 0$ ?



3. Masy  $m_1$ ,  $m_2$  i  $m_3$ , połączone linkami zawieszono na 2 bloczkach jak na rysunku. Jakie muszą być spełnione warunki, aby możliwe było osiągnięcie stanu równowagi? Jakie będą kąty  $\alpha$  i  $\beta$  pomiędzy linkami i pionem w sytuacji, kiedy układ będzie w równowadze?



4. Ciało o masie  $m$  spoczywa w punkcie  $x=0$ . W chwili  $t=0$  zaczyna na nie działać wzdłuż osi  $OX$  siła zależna od czasu:

$$F(t) = B \left( 1 - \cos 2\pi \frac{t}{A} \right) \quad \text{dla } 0 < t < A;$$

$$F(t) = 0 \quad \text{dla } t \geq A$$

Jak zależy od czasu prędkość i położenie ciała? Sporządzić wykresy tych wielkości

5. Dwuspadowa równia pochyła z lewej strony nachylona jest do poziomu pod kątem  $\alpha_1$ , zaś z prawej pod kątem  $\alpha_2$ . Z lewej strony znajduje się na niej ciężar o masie  $m_1$ , zaś z prawej – o masie  $m_2$ . Oba ciężary połączone są linką przerzuconą przez bloczek. Przy założeniu, że obie masy i bloczek mogą poruszać się bez tarcia oraz że masy linki i bloczka są do zaniedbania znaleźć:
- ruch układu,
  - wartość siły napięcia linki. (HRW 58/34)
6. Po jednej stronie nieważkiej liny przerzuconej przez nieważki i poruszający się bez tarcia blok zaczepiony jest ciężar o masie  $M$ , zaś na drugim jej końcu znajduje się małpa o masie  $m < M$ . Znaleźć ruch układu w 2 przypadkach:
- małpa nie porusza się względem liny;
  - małpa wspina się po linie ze stałym względem niej przyspieszeniem  $a_0$ . (HKSW- A. Hennel, W. Krzyżanowski, W. Szuszkiewicz, K. Wódkiewicz,, III.17)

7. Sprężyna ma długość „własną” równą  $l_0 = 30$  cm i współczynnik sprężystości równy  $k = 0,1$  N/cm. Na sprężynie tej wisi kulka o masie  $m = 100$  g.
- Wokół jakiego punktu oscyluje ta kulka, jeżeli układ znajduje się na Ziemi, gdzie  $g_Z = 10$  N/kg =  $10$  m/s<sup>2</sup>? Wokół jakiego, jeżeli znalazłby się na Księżycu, gdzie  $g_K = 1,62$  N/kg =  $1,62$  m/s<sup>2</sup>?
  - Jaki jest okres małych drgań takiego oscylatora na Ziemi i na Księżycu?
8. Cząsteczka dwuatomowa może wykonywać drgania, polegające na tym, że jądra tworzących ją atomów zbliżają się i oddalają. Jaka jest wartość „współczynnika sprężystości”  $k$  dla cząsteczki jodowodoru HJ? Częstość drgań takiej cząsteczki jest równa  $\nu = 6,9 \cdot 10^{13}$  Hz, masa jądra wodoru jest równa  $1u$ , masa jądra jodu jest równa  $127u$  ( $1u = 1,66 \cdot 10^{-27}$  kg). Przyjąć dla uproszczenia, że w czasie omawianych drgań porusza się tylko lżejsze jądro wodoru. Porównać otrzymaną wartość  $k$  z wartością z poprzedniego zadania.
9. Rozważmy skrajnie uproszczony model atomu wodoru. Przyjmijmy, że:
- składa się on z punktowego jądra o bardzo dużej masie, którym jest proton o ładunku  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C oraz
  - chmury elektronowej, którą potraktujemy jako jednorodnie naładowaną ujemną chmurę ładunku o promieniu równym promieniowi Bohra  $a_B = 5,3 \cdot 10^{-11}$  m, całkowitym ładunku równym  $-e$  i masie  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$  kg.
- Warunek równowagi takiego układu odpowiada sytuacji, kiedy środek ujemnej chmury pokrywa się z położeniem dodatniego jądra. Z jaką częstością będzie drgać chmura, jeżeli wychyli się ją trochę z położenia równowagi? Wynik porównać z częstością drgań chmury elektronowej odpowiadającym przejściu elektronowemu  $2p \rightarrow 1s$  w atomie wodoru, która wynosi  $\nu = 2,47 \cdot 10^{15}$  Hz (BSSW- M. Baj, G. Szeflińska, M. Szymański, D. Wasik, I.8).