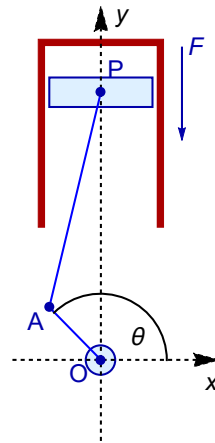


## Laboratorium #4: Prosty model tłoka w cylindrze

Rozważamy uproszczony model tłoka w cylindrze, jak na rysunku poniżej.



Dane są następujące parametry:

- (a)  $m_{OA}$ ,  $m_{AP}$ ,  $m_P$  – masy (nieskończenie cienkich) ramion  $OA$  i  $AP$  oraz tłoka,
- (b)  $\ell_{OA}$ ,  $\ell_{AP}$  – długości (nieskończenie cienkich) ramion  $OA$  i  $AP$ ,
- (c)  $F(t)$  – funkcja zewnętrznej siły napędzającej tłok (np. pochodząca ze spalania gazu),
- (d)  $\theta(0)$ ,  $\theta'(0)$  – wartości początkowe funkcji kąta  $\theta$ .

Zadanie polega na stworzeniu notatnika w środowisku *Mathematica* (odpowiednio sformatowanego), w którym opisane będzie rozumowanie przeprowadzone wspólnie na zajęciach oraz zaprezentowane zostanie rozwiązanie problemu dla odpowiednich parametrów (należy wyznaczyć numerycznie rozwiązanie odpowiedniego układu równań oraz stworzyć animację, która rozpoczyna się od widoku analogicznego do tego, który widoczny jest powyżej).

Przy wyprowadzeniu mogą przydać się wzory na momenty bezwładności prętów:

- (a)  $I_{OA} = \frac{m_{OA} \cdot \ell_{OA}^2}{3}$  – moment bezwładności ramienia  $OA$  względem punktu  $O$ ,
- (b)  $I_{AP} = \frac{m_{AP} \cdot \ell_{AP}^2}{12}$  – moment bezwładności ramienia  $AP$  względem swojego środka masy.

Istotnym elementem oceny będzie wizualna atrakcyjność wykonanych rysunków (końcowej animacji i elementów wyprowadzenia) oraz czytelność przeprowadzonego rozumowania.

Należy przyjąć parametry zgodne z numerem na liście obecności na zajęciach (osoby nieobecne proszone są o kontakt mailowy w celu ustalenia numeru).

**Termin oddania:** 9 listopada, godz. 9:59 (termin wydłużony ze względu na długi weekend).

**Przydatne funkcje:** DSolve, Plot, Manipulate (i inne).

|     | 1.  | 2.  | 3.  | 4.  | 5.  | 6.  | 7.  | 8.  | 9.  | 10. | 11. | 12. | 13. |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| P1. | (a) | (b) | (d) | (a) | (b) | (c) | (d) | (a) | (b) | (c) | (d) | (b) | (c) |
| P2. | (b) | (a) | (c) | (a) | (b) | (c) | (d) | (c) | (d) | (a) | (b) | (c) | (b) |
| P3. | (a) | (b) | (d) | (b) | (a) | (d) | (c) | (d) | (c) | (b) | (a) | (d) | (a) |
| P4. | (b) | (a) | (c) | (d) | (c) | (b) | (a) | (c) | (d) | (a) | (b) | (b) | (c) |

**Parametry.**

Niezależnie od numeru na liście należy przyjąć  $F(t) = (0, 5m_P g(\sin(\pi t) - 0,1))$ . Gdyby wystąpiły problemy z wykonaniem obliczeń dla dużych  $t$  można przyjąć inne parametry.

**P1.** Masa i długość ramienia  $OA$ :

$$\begin{array}{llll}
 \text{(a)} & \ell_{OA} = 1, & \text{(b)} & \ell_{OA} = 2, \\
 & m_{OA} = 1; & & m_{OA} = 2; \\
 \text{(c)} & \ell_{OA} = \frac{3}{2}, & \text{(d)} & \ell_{OA} = 2, \\
 & m_{OA} = \frac{3}{2}; & & m_{OA} = 1.
 \end{array}$$

**P2.** Masa i długość ramienia  $AP$ :

$$\begin{array}{llll}
 \text{(a)} & \ell_{AP} = 3, & \text{(b)} & \ell_{AP} = 4, \\
 & m_{AP} = 1; & & m_{AP} = \frac{4}{3}; \\
 \text{(c)} & \ell_{AP} = 5, & \text{(d)} & \ell_{AP} = 6, \\
 & m_{AP} = 1; & & m_{AP} = 1.
 \end{array}$$

**P3.** Masa tła  $P$ :

$$\begin{array}{llll}
 \text{(a)} & m_P = 5; & \text{(b)} & m_P = 6; \\
 \text{(c)} & m_P = 8; & \text{(d)} & m_P = 10.
 \end{array}$$

**P4.** Warunki początkowe funkcji kąta  $\theta$ :

$$\begin{array}{llll}
 \text{(a)} & \theta(0) = 0, & \text{(b)} & \theta(0) = \frac{\pi}{3}, \\
 & \theta'(0) = 0; & & \theta'(0) = 0; \\
 \text{(c)} & \theta(0) = -\frac{2\pi}{3}, & \text{(d)} & \theta(0) = \pi, \\
 & \theta'(0) = 0; & & \theta'(0) = 0.
 \end{array}$$