

Nr	Imię i nazwisko	Nr albumu
1		
2		
3		
4		
5		
6		

Nr grupy

LABORATORIUM MECHANIKI TECHNICZNEJ II

Temat: Badanie drgań liniowych o jednym stopniu swobody

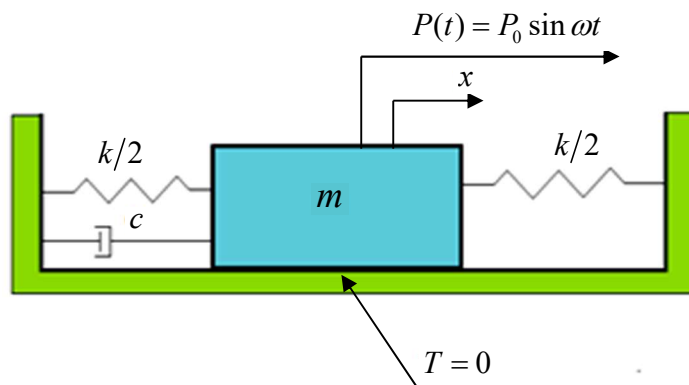
⑤

Podpis prowadzącego

.....

Cel ćwiczenia:

1. Układ drgający



Rysunek. 1 Model fizyczny badanego układu drgającego.

Równanie ruchu układu przedstawionego na rysunku 1:

gdzie:

$m = 8.98 \text{ kg}$ – masa całkowita ciała drgającego,

$k/2 = 3422 \text{ N/m}$ – stała jednej z dwóch sprężyn,

c – stała tłumienia [$\text{N}\cdot\text{s/m}$],

x – przemieszczenie masy ($x=0$ odpowiada położeniu równowagi) [m],

$P(t)$ – zewnętrzna siła wymuszająca [N],

ω – częstość siły wymuszającej [rad/s],

$P_0 = m_n e \omega^2$ [N] – amplituda siły wymuszającej [N],

$m_n e = 0,01975 \text{ kg}\cdot\text{m}$,

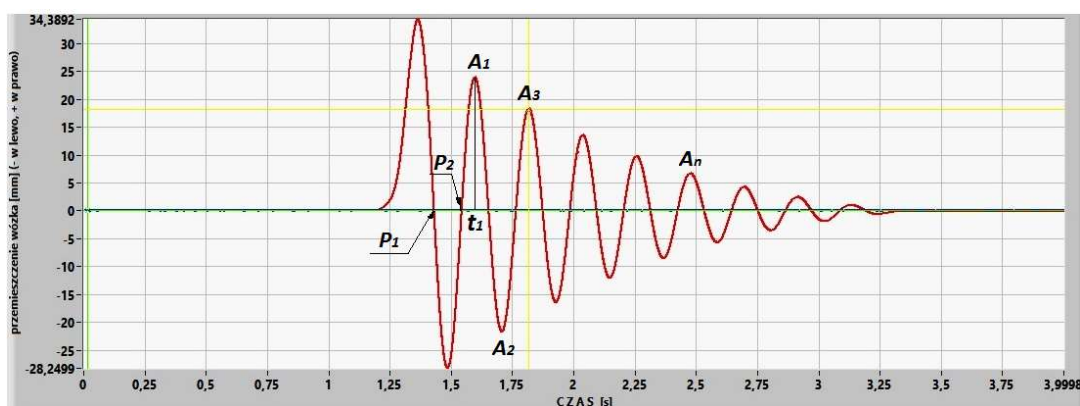
m_n – masa niewyważenia,

e – promień niewyważenia.

Częstość własna układu	
$\alpha = \sqrt{\frac{k}{m}} \text{ [s}^{-1}\text{]}$	

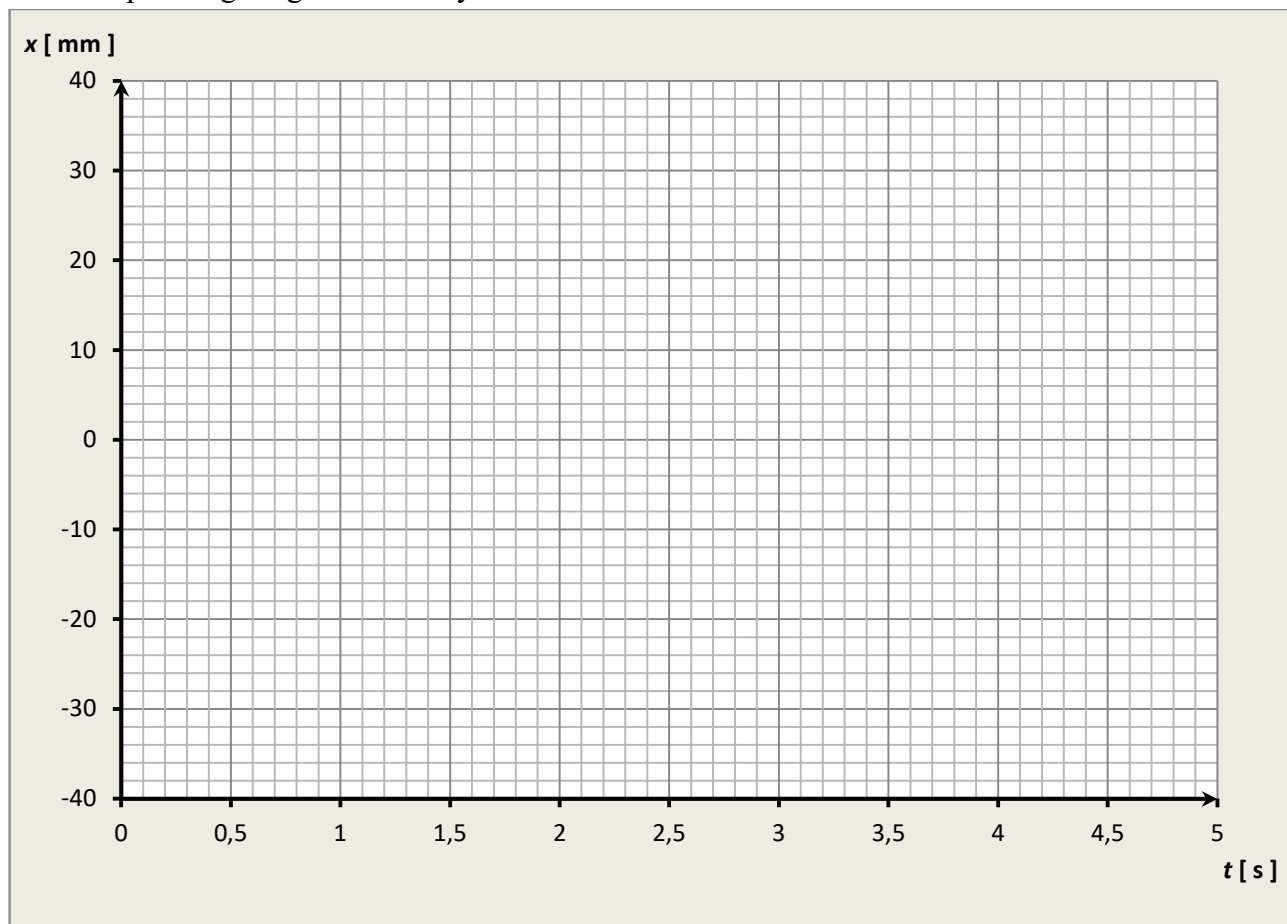
2. Badanie drgań swobodnych ($P(t)=0$)

Stosując się do wskazówek prowadzącego, wytrącić układ z położenia równowagi i zarejestrować przebieg w czasie drgań swobodnych w specjalnym programie stworzonym środowisku LabView. Następnie naszkicować schematyczny wykres i zaznaczyć punkty kolejnych wartości ekstremalnych A_i bezwzględnej wartości wychylenia występujących w chwilach czasowych t_i ($i=1, \dots, n$) oraz punkty P_i ($i=1, \dots, p$), odpowiadające przecięciom wartości zerowej przez wychylenie w chwilach czasowych t_{P_i} ($i=1, \dots, p$) – tak jak to pokazano na rysunku 2. Początkowe punkty A_1 i P_1 oraz wartości całkowite n i p ustalić z prowadzącym. Odczytać z wykresu wartości odpowiednich amplitud A_i i odpowiadających im chwil czasowych t_i ($i=1, \dots, n$) oraz wartości t_{P_1} i t_{P_p} . Wyniki zapisać w tabelach i wykonać wskazane obliczenia.



Rysunek. 2 Sposób wyznaczenia kolejnych punktów A_i i P_i .

Szkic przebiegu drgań swobodnych:



i	t_i [s]	A_i [mm]	$\ln A_i$	t_i^2	$t_i \ln A_i$

t_{p1} [s]	
t_{pp} [s]	
p	

I. Okres T_d i częstość λ drgań swobodnych tłumionych - na podstawie pomiarów

$T_d = 2 \frac{t_{pp} - t_{p1}}{p - 1}$ [s]	
$\lambda = \frac{2\pi}{T_d}$ [rad/s]	

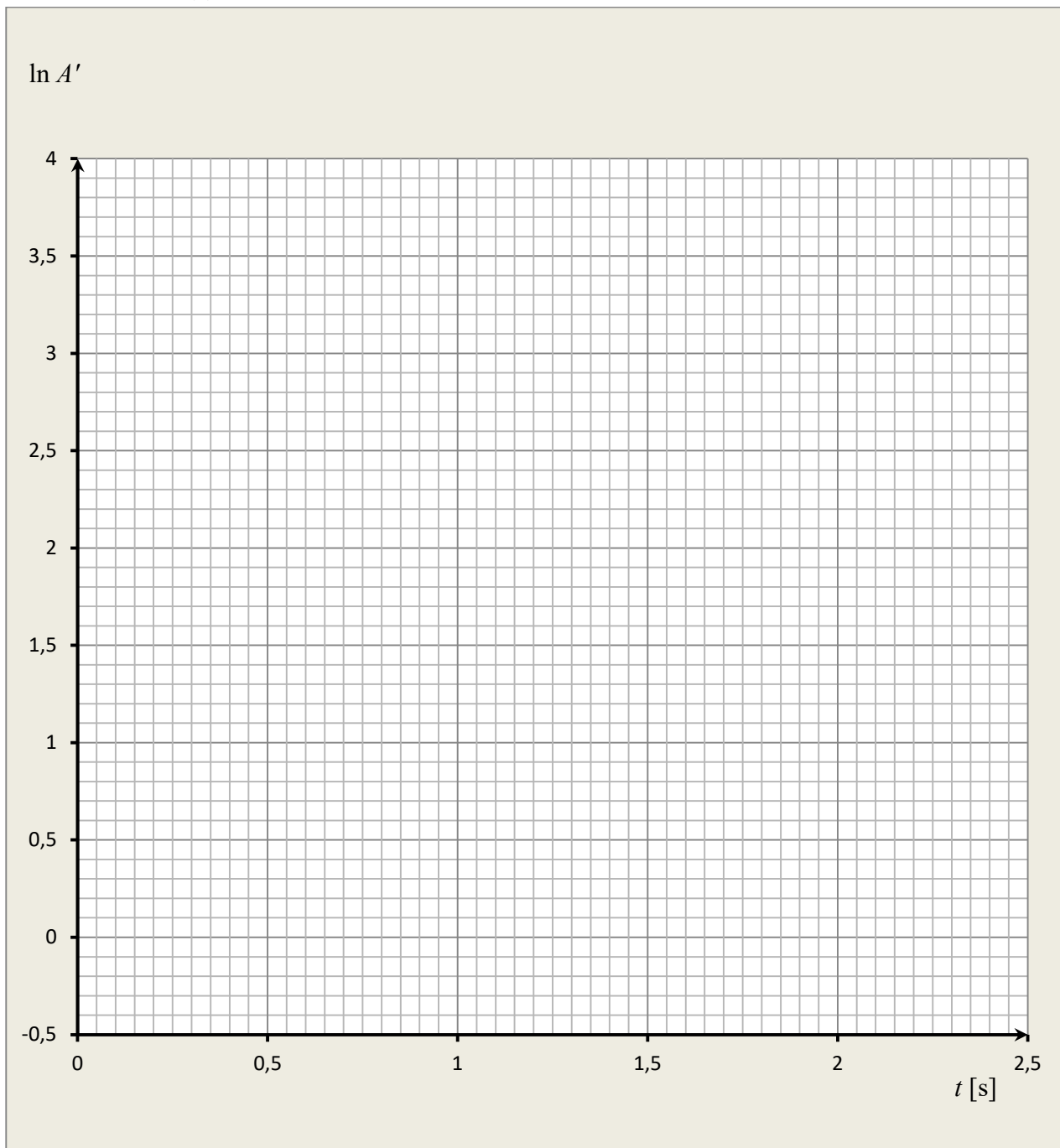
II. Współczynnik tłumienia h

$S_1 = \sum_{i=1}^n t_i$	
$S_2 = \sum_{i=1}^n \ln A_i$	
$S_{11} = \sum_{i=1}^n t_i^2$	
$S_{12} = \sum_{i=1}^n t_i \ln A_i$	
$D = nS_{11} - S_1^2$	

Współczynniki zależności $\ln A' = \ln A'_0 - ht$	
$\ln A_0 = \frac{S_{11}S_2 - S_1S_{12}}{D}$	
$h = \frac{S_1S_2 - nS_{12}}{D}$ [1/s]	

Stała tłumienia c i tłumienie krytyczne	
$c = 2hm$ [Ns/m]	
$c_{kr} = 2h_{kr}m$ [Ns/m], gdzie $h_{kr} = \alpha$	

Zależność $\ln A(t)$ otrzymana eksperymentalnie i wg równania $\ln A' = \ln A'_0 - ht$



3. Badanie drgań wymuszonych

Stosując się do wskazówek prowadzącego zarejestrować eksperymentalną amplitudę a_e drgań wymuszonych dla różnych częstotliwości siły wymuszającej (wyrażonej jako częstotliwość f_0 impulsów z generatora sterującego silnikiem krokowym). Ilość punktów pomiarowych i ich rozłożenie ustalić z prowadzącym. Zwrócić uwagę, aby jeden punkt pomiarowy odpowiadał wartości ekstremalnej amplitudy. Wyniki zapisać w tabeli, wykonać odpowiednie obliczenia i sporządzić wykresy.

Wzory do obliczeń:

1. Prędkość obrotowa silnika $n = f_0/z$, gdzie $z = 12800$ - parametr silnika krokowego.

2. Częstość kołowa silnika (wymuszenia) $\omega = 2\pi n$.

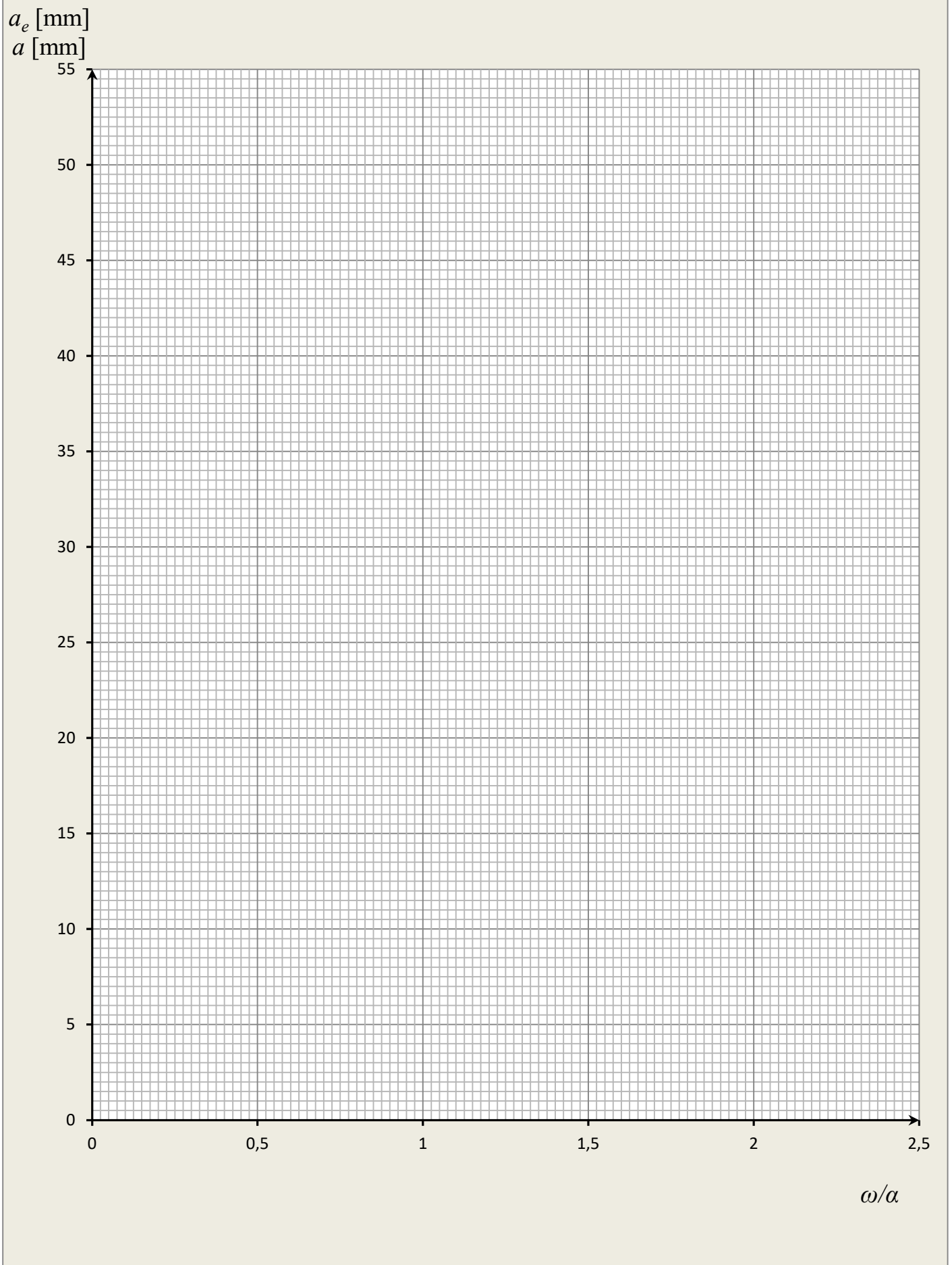
3. Amplituda siły wymuszającej $P_0 = m_n e \omega^2$, gdzie: $m_n e = 0,01975 \text{ kg} \cdot \text{m}$

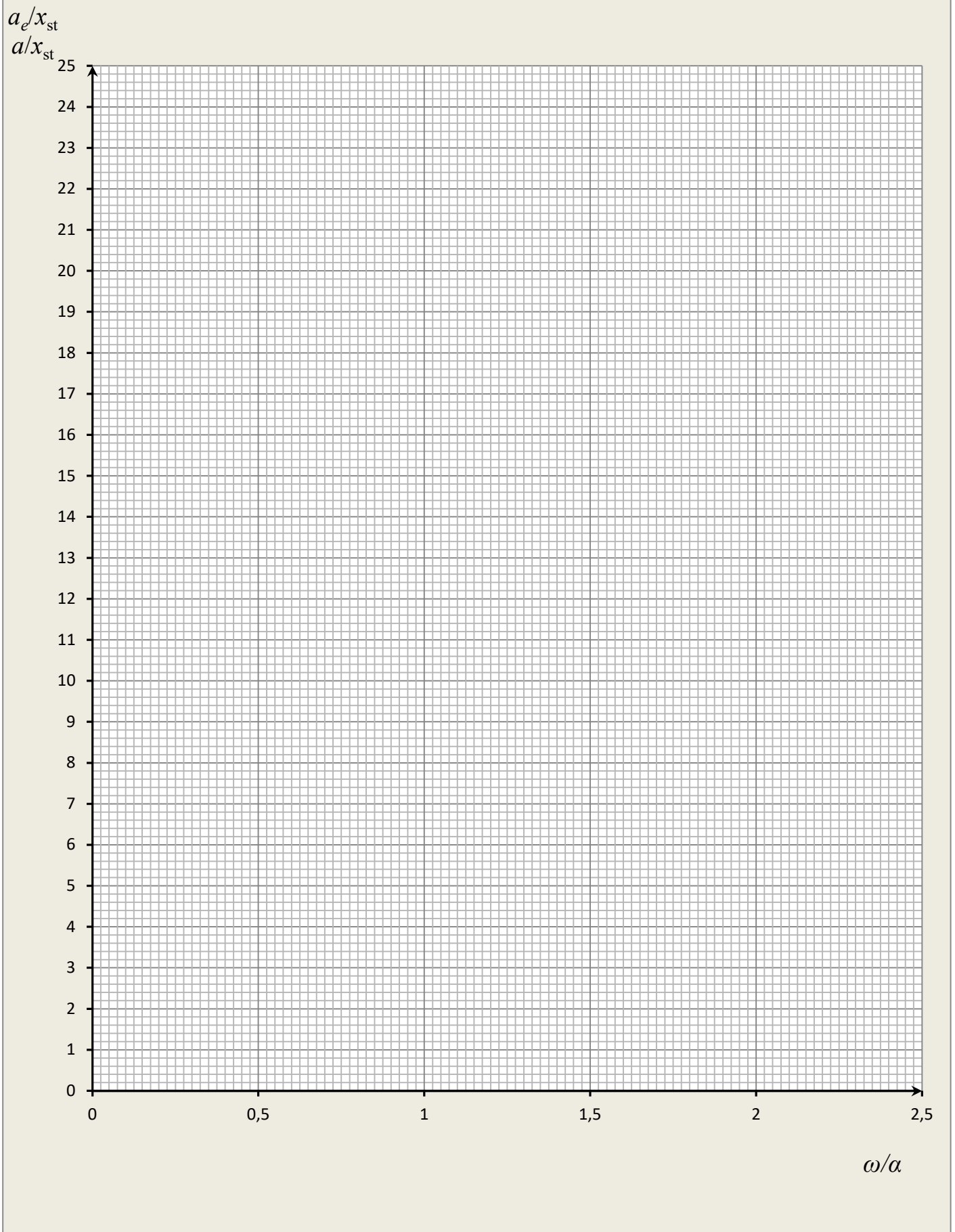
4. Współczynnik wymuszenia $q = P_0/m$

5. Teoretyczna amplituda drgań wymuszonych (przy założeniu braku tłumienia) $a = q/|\alpha^2 - \omega^2|$

6. Ugięcie statyczne $x_{st} = q/\alpha^2 = P_0/k$

f_0 [Hz]	a_e [mm]	n [Hz]	ω [rad/s]	ω/α	ω^2 [rad/s ²]	P_0 [N]	q [m/s ²]	a [mm]	x_{st} [mm]	a_e/x_{st}	a/x_{st}





4. Wnioski