

令和8年度総合生産科学研究科博士前期課程総合生産科学専攻  
 一般入試（夏期募集）  
 共生システム科学コース 電気・機械システム分野（機械系）  
 海洋未来科学コース（機械系）

振動工学

- 1 図1に示す，天井からつり下げられているバネと質量の組み合わせの振動系が3つある．それぞれ，天井から $X_0 \sin \omega t$ の変位で強制加振される．

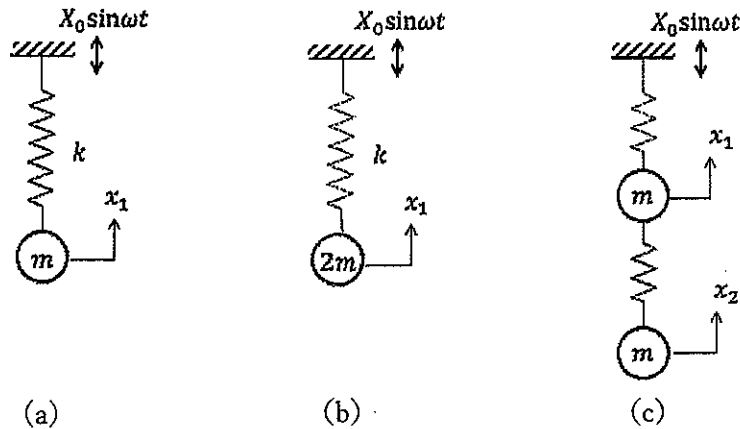


図1

- (1) 図1(a)の振動系に対して， $\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}}$ としたときに， $X_0$ に対する $x_1$ の振幅倍率を $\omega/\omega_n$ を用いて表せ．
- (2) 図1(b)は，(a)から質量を $2m$ に変更したものである．この振動系の固有振動数 $\omega_{n2}$ を $\omega_n$ を用いて表せ．次に $X_0$ に対する $x_1$ の振幅倍率を $\omega/\omega_n$ を用いて表せ．
- (3) 図1(c)は，(a)のバネを均等に2分割し，中間に質量 $m$ を追加したものである．この振動系の固有振動数 $\omega_{n3}$ を $\omega_n$ を用いて表せ．次に， $X_0$ に対する $x_2$ の振幅倍率を $\omega/\omega_n$ を用いて表せ．
- (4)  $\omega/\omega_n = 1$ と $\omega/\omega_n = 100$ のそれぞれのケースにおいて，(a)，(b)，(c)の3つの振動系の振幅倍率を求めて，下表のようにまとめよ．数値は指数表記として， $A \times 10^B$ （ $A$ は整数部分1桁，少数部分は小数点第2位を四捨五入して第1位までとする例： $A = \square.\square$ ）と表記すること．なお，共振する場合には「共振」と記入する．

|     | $\omega/\omega_n = 1$ | $\omega/\omega_n = 100$ |
|-----|-----------------------|-------------------------|
| (a) |                       |                         |
| (b) |                       |                         |
| (c) |                       |                         |

2 図2に示すように、質量 $M$ 、長さ $2a$ の剛体棒が、両端を長さ $l$ の質量を無視できる糸で天井からつるされ、鉛直方向に対して振れ角 $\theta$ で揺れている。棒の上には質量 $m$ の質点が置かれており、質点は棒から鉛直方向に離れることはなく、棒の長手方向に沿ってのみ滑らかに移動できる。質点の棒中央からの相対変位を $x$ として以下の問いに答えよ。なお、座標系は水平方向右向きを $X$ 軸正方向、鉛直下向きを $Y$ 軸正方向とする。重力加速度を $g$ とする。

- (1) 系全体の運動エネルギー $T$ 、ポテンシャルエネルギー $U$ を求めよ。
- (2) 質点と剛体棒からなる系の運動方程式を導出せよ。
- (3) 棒の振れ角および振れ角速度が十分小さいとき、(2)で求めた運動方程式を線形化せよ。
- (4) 質点を棒の中央に置き、糸を微小角度 $\theta_0$ だけ傾け、その状態から静かに解放する。(3)で線形化した運動方程式において、初期条件を $t=0$ において $\theta(0) = \theta_0, \dot{\theta}(0) = 0, x(0) = \dot{x}(0) = 0$ として、質点が剛体棒の上から飛び出さないための条件を求めよ。なお、糸と質点が接触・衝突することは考えないものとする。

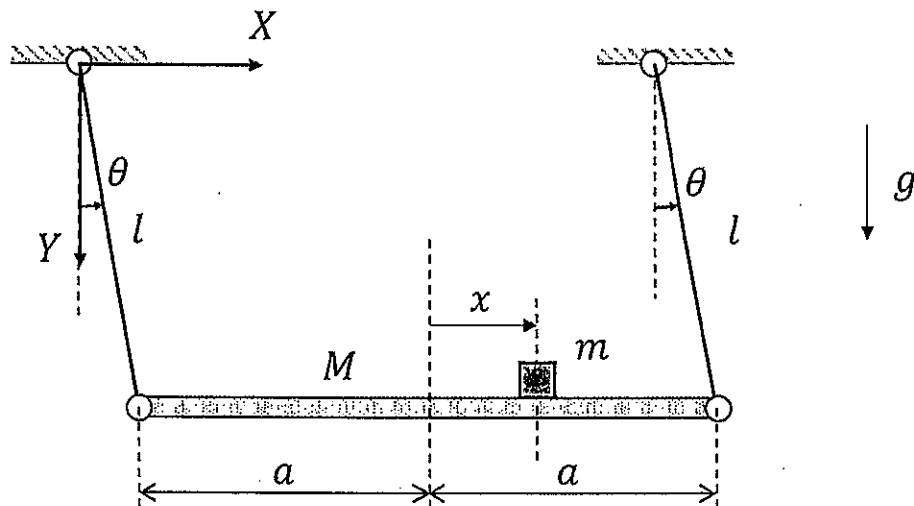


図2