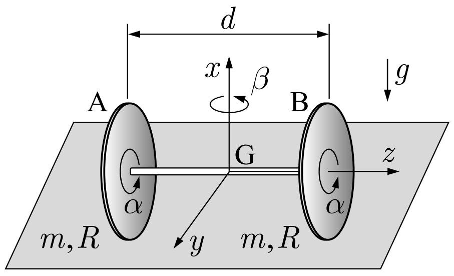
平成 31 年度　九州大学大学院工学府機械系専攻修士課程入学試験問題・解答紙

（注意：解答のスペースが足りない場合は，各問題用紙の裏面を使用してよい．）

受験番号　　　　　　　　　　採点



1．図のように，摩擦のない水平面の上に半径 R，質量 m で厚さの無視できる 2 個の均質な円板 A および B と, それらの中心に対して垂直かつ剛に取り付けられた質量の無視できる長さ d の軸からなる剛体がある. 剛体は常に両円板が水平面と接触した状態で軸のまわりを一定角速度 α で回転しており，さらに重心 G を含む鉛直軸のまわりを一定角速度 β で回転している．重心 G を原点として円板 B の中心を通る水平方向に z 軸，鉛直上向きに x 軸，これらと直交する水平方向に y 軸を設定した直交座標系 $\mathrm{G}-xyz$ を考える（座標系 $\mathrm{G}-xyz$ は x 軸まわりを角速度 β で回転している)．重力加速度を g として，以下の問いに答えよ．ただし，ベクトルおよびテンソルはすべて $\mathrm{G}-xyz$ 座標系の各軸方向の成分を用いて解答すること（必要であれば，各軸方向の単位ベクトルを $\boldsymbol{e}_x$, $\boldsymbol{e}_y$, $\boldsymbol{e}_z$ としてよい)．(50 点)

(1) $\mathrm{G}-xyz$ 座標系の回転を表す角速度ベクトル $\boldsymbol{\Omega}$ を求めよ．さらに，剛体の回転を表す角速度ベクトル $\boldsymbol{\omega}$ を求めよ．

(2) 重心 G に関する剛体の慣性テンソルは定数 I および J を用いて $\boldsymbol{I}_G = \mathrm{diag}[I \;\; I \;\; J]$ と書ける（diag[ ] は対角行列を表す)．平行軸の定理および薄板の直交軸の定理に注意して，I および J を求めよ．ただし，円板 1 個の z 軸まわりの極慣性モーメントは $I_p = mR^2/2$ である．

(3) 重心 G に関する剛体の角運動量ベクトル $\boldsymbol{L}$ を求めよ．

(4) 重心 G まわりの回転に関する運動方程式を用いて，剛体に加わる x, y, z 軸まわりの力のモーメント M_x, M_y, M_z を求めよ．（ヒント：一般的な時変ベクトル $\boldsymbol{P}$ の静止座標系に対する時間微分は $d\boldsymbol{P}/dt = d^*\boldsymbol{P}/dt + \boldsymbol{\Omega}\times\boldsymbol{P}$ で表される. ただし, $d^*\boldsymbol{P}/dt$ は回転座標系 $\mathrm{G}-xyz$ 上で観測されるベクトル $\boldsymbol{P}$ の時間微分を表す.）

(5) 水平面から円板 A および B に作用する垂直抗力 N_A および N_B を求めよ（上向きを正とする)．

試験科目　機械力学［8 月 20 日　13 時 00 分～14 時 30 分］　（２／３）

（注意：解答のスペースが足りない場合は，各問題用紙の裏面を使用してよい.）

受験番号　　　　　　　　　　　　採点

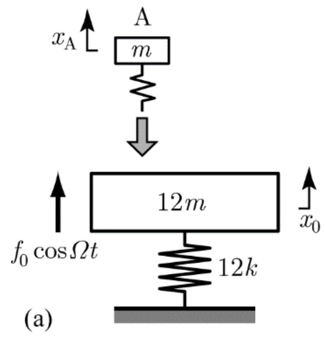
２．ばね定数 $12k$ のばねで基礎に支持された質量 $12m$ の振動体があり，$f_0\cos\Omega t$（f_0 は一定値）の調和外力で加振され非常に大きな振動を生じている．この振動体を主系と呼ぶ．主系の変位を x_0 とする．(50 点)

(1) 図(a)に示すように，主系に質量 m の質点とばねからなる振動体（従系 A）を取り付けて主系の振動を抑えたい．従系 A のばね定数はどのように設定すべきか. また, 従系 A の変位を x_A としてそのときの運動方程式を示し，主系および従系 A の振幅を求めよ.

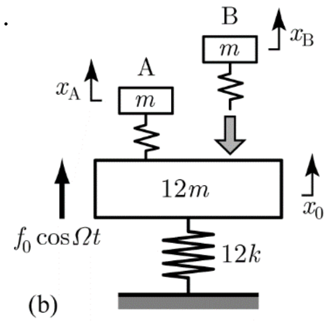
(2) 主系に従系 A を取り付けたときの固有角振動数と固有モードを求めよ.

(3) 従系 A のばね定数が経年変化により当初の値から α 倍 ($0<\alpha<1$) となった. このときの主系および従系 A の振幅を求めよ.

(4) (3)の状態において，さらに図(b)に示すように質量 m の従系 B を取り付けて主系の振動を抑えたい．従系 B のばね定数はどのように設定すべきか．従系 B の変位を x_B として運動方程式を示し，主系，従系 A および従系 B の振幅をそれぞれ求めよ.



(a)



(b)

試験科目　機械力学［8 月 20 日　13 時 00 分～14 時 30 分］　　（３／３）

（注意：解答のスペースが足りない場合は，各問題用紙の裏面を使用してよい．）

受験番号　　　　　　　　　　採点

３．図のように，長さ l，張力 T，線密度 ρ の弦があり，両端は壁面に固定されている．壁面は $w = W\sin\Omega t$ で鉛直方向に振動している． $w=0$ のときの弦の左端を原点 O として弦の長手方向に座標 x をとった静止座標系 O-xy と弦の左端を原点 O′ として壁面に固定した移動座標系 O′-$\xi\eta$ をとる．静止座標系における弦の y 方向変位を $u(x,t)$，移動座標系における弦の η 方向変位を $v(\xi,t)$ とする．張力 T は常に一定とし，重力の影響は無視する． $c=\sqrt{T/\rho}$ を使用してよい．（50 点）

(1) 静止座標系における弦の運動方程式を導出せよ．

(2) 静止座標系において，定常振動解を $u(x,t)=U(x)\sin\Omega t$ として求めよ．

(3) 移動座標系から見た弦の運動方程式を導出せよ．

(4) 移動座標系における定常振動解を $v(\xi,t)=V(\xi)\sin\Omega t$ として求めよ．

(5) (4)の結果より静止座標系から見た弦の定常振動解 $u(x,t)$ を求めよ．