大阪工業大学大学院

＜ﾛﾎﾞﾃｨｸｽ＆ﾃﾞｻﾞｲﾝ工学研究科博士前期課程＞

2026 年度外国人留学生入試

解答例

ﾛﾎﾞﾃｨｸｽ＆ﾃﾞｻﾞｲﾝ工学専攻

システムデザインコース

機械【解答】

１）ラグランジュ方程式

運動学：

$$x_1 = x_0 - r(\theta+\varphi) \qquad \dot{x}_1 = -r(\dot{\theta}+\dot{\varphi})$$
$$y_1 = 0 \qquad \dot{y}_1 = 0$$
$$x_2 = x_0 - r(\theta+\varphi) + L\sin\theta \qquad \dot{x}_2 = -r(\dot{\theta}+\dot{\varphi}) + L\dot{\theta}\cos\theta$$
$$y_2 = L\cos\theta \qquad \dot{y}_2 = -L\dot{\theta}\sin\theta$$

ラグランジュアン：運動学：

$$\begin{aligned} T &= \frac{1}{2}I_1(\dot{\theta}+\dot{\varphi})^2 + \frac{1}{2}m_1(\dot{x}_1{}^2+\dot{y}_1{}^2) + \frac{1}{2}I_2\dot{\theta}^2 + \frac{1}{2}m_2(\dot{x}_2{}^2+\dot{y}_2{}^2) \\ &= \frac{1}{2}I_1(\dot{\theta}+\dot{\varphi})^2 + \frac{1}{2}m_1r^2(\dot{\theta}+\dot{\varphi})^2 + \frac{1}{2}I_2\dot{\theta}^2 + \frac{1}{2}m_2r^2(\dot{\theta}+\dot{\varphi})^2 + \frac{1}{2}m_2L^2\dot{\theta}^2 \\ &\quad - m_2rL(\dot{\theta}+\dot{\varphi})\dot{\theta}\cos\theta \end{aligned}$$

$$U = -m_2gL\cos\theta + \frac{1}{2}k\varphi^2$$

⇒

$$\begin{aligned} L &= \frac{1}{2}I_1(\dot{\theta}+\dot{\varphi})^2 + \frac{1}{2}m_1r^2(\dot{\theta}+\dot{\varphi})^2 + \frac{1}{2}I_2\dot{\theta}^2 + \frac{1}{2}m_2r^2(\dot{\theta}+\dot{\varphi})^2 + \frac{1}{2}m_2L^2\dot{\theta}^2 \\ &\quad - m_2rL(\dot{\theta}+\dot{\varphi})\dot{\theta}\cos\theta + m_2gL\cos\theta - \frac{1}{2}k\varphi^2 \end{aligned}$$

ラグランジュ方程式：

$$\frac{\partial L}{\partial\dot{\theta}} = I_1(\dot{\theta}+\dot{\varphi}) + m_1r^2(\dot{\theta}+\dot{\varphi}) + I_2\dot{\theta}$$
$$+m_2r^2(\dot{\theta}+\dot{\varphi}) + m_2L^2\dot{\theta} - m_2rL(2\dot{\theta}+\dot{\varphi})\cos\theta$$
$$\frac{\partial L}{\partial\dot{\varphi}} = I_1(\dot{\theta}+\dot{\varphi}) + m_1r^2(\dot{\theta}+\dot{\varphi}) + m_2r^2(\dot{\theta}+\dot{\varphi}) - m_2rL\dot{\theta}\cos\theta$$
$$\frac{\partial L}{\partial\theta} = m_2rL(\dot{\theta}+\dot{\varphi})\dot{\theta}\sin\theta - m_2gL\sin\theta$$
$$\frac{\partial L}{\partial\varphi} = -k\varphi$$

より

$$\frac{d}{dt}\frac{\partial L}{\partial \dot{\theta}}-\frac{\partial L}{\partial \theta}=I_1(\ddot{\theta}+\ddot{\varphi})+m_1r^2(\ddot{\theta}+\ddot{\varphi})+I_2\ddot{\theta}+m_2r^2(\ddot{\theta}+\ddot{\varphi})+m_2L^2\ddot{\theta}-m_2rL(2\ddot{\theta}+\ddot{\varphi})\cos\theta$$

$$+m_2rL(2\dot{\theta}+\dot{\varphi})\dot{\theta}\sin\theta-m_2rL(\dot{\theta}+\dot{\varphi})\dot{\theta}\sin\theta+m_2gL\sin\theta$$

$$=(I_1+I_2+m_1r^2+m_2r^2+m_2L^2-2m_2rL\cos\theta)\ddot{\theta}$$

$$+(I_1+m_1r^2+m_2r^2-m_2L\cos\theta)\ddot{\varphi}+m_2rL\dot{\theta}^2\sin\theta+m_2gL\sin\theta$$

$$\frac{d}{dt}\frac{\partial L}{\partial \dot{\varphi}}-\frac{\partial L}{\partial \varphi}=I_1(\ddot{\theta}+\ddot{\varphi})+m_1r^2(\ddot{\theta}+\ddot{\varphi})+m_2r^2(\ddot{\theta}+\ddot{\varphi})-m_2rL\ddot{\theta}\cos\theta+m_2rL\dot{\theta}^2\sin\theta+k\varphi$$

$$=(I_1+m_1r^2+m_2r^2-m_2rL\cos\theta)\ddot{\theta}+(I_1+m_1r^2+m_2r^2)\ddot{\varphi}+m_2rL\dot{\theta}^2\sin\theta+k\varphi$$

２） $\theta=0$， $\dot{\theta}=0$， $\varphi=0$， $\dot{\varphi}=0$ の周りで線形化

$$(I_1+I_2+m_1r^2+m_2r^2+m_2L^2-2m_2rL)\ddot{\theta}+(I_1+m_1r^2+m_2r^2-m_2rL)\ddot{\varphi}+m_2gL\theta=0$$

$$(I_1+m_1r^2+m_2r^2-m_2rL)\ddot{\theta}+(I_1+m_1r^2+m_2r^2)\ddot{\varphi}+k\varphi=0$$

３） $m_1=5,\ m_2=1,\ r=1,\ L=2,\ I_1=1,\ I_2=3,\ g=10$， $k=8$

としたとき，線形化された運動方程式は

$$10\ddot{\theta}+5\ddot{\varphi}+20\theta=0$$

$$5\ddot{\theta}+7\ddot{\varphi}+8\varphi=0$$

となるので，固有円振動数は

$$\det\begin{bmatrix}-2\omega^2+4 & -\omega^2\\ -5\omega^2 & -7\omega^2+8\end{bmatrix}=9\omega^4-44\omega^2+32=(9\omega^2-8)(\omega^2-4)=0$$

から求められる．

１次の固有円振動数： $\frac{2}{3}\sqrt{2}$ [rad/s]， ２次の固有円振動数： 2 [rad/s].

４）２次のモード：

$$\begin{bmatrix}-4 & -4\\ -20 & -20\end{bmatrix}\begin{bmatrix}a_1\\ a_2\end{bmatrix}=0 \quad\Rightarrow\quad \begin{bmatrix}a_1\\ a_2\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}1\\ -1\end{bmatrix}$$

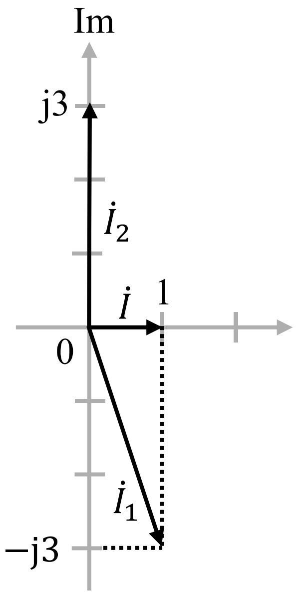
２次のモードは反位相で，車輪の回転角 φ の振幅が 1 [rad]のとき，棒 AB の傾斜角 θ の振動の振幅は 1 [rad].

2026年度大阪工業大学大学院　ロボティクス&デザイン工学研究科
システムデザインコース
留学生大学院入試試験問題

電気電子　解答

問１．　$I = 1$[A]

問2.　$C = 3$ [mH]
フェーザ図を下記のようになる.



2026 年度 大阪工業大学大学院 ロボティクス＆デザイン工学研究科
ロボティクス／システムデザインコース
外国人留学生入学試験問題**解答**　　制御工学　　2025/10/25(土)

問 1.　(1) ラプラス変換の定義を書け。

$$\mathcal{L}\{f(t)\} = \int_0^\infty f(t)e^{-st}dt$$

(2) $f_1(t) = at$のラプラス変換$\mathcal{L}\{f_1(t)\}$を求めよ。ただしaは実数で$a > 0$とする。導出の過程も示すこと。

$$\left(te^{-st}\right)' = e^{-st} - ste^{-st} \text{ より } te^{-st} = \frac{1}{s}\left(e^{-st} - \left(te^{-st}\right)'\right)$$

$$\begin{aligned}\int_0^\infty ate^{-st}dt &= \frac{a}{s}\int_0^\infty e^{-st} - \left(te^{-st}\right)'dt \\ &= \frac{a}{s}\left[-\frac{1}{s}e^{-st} - te^{-st}\right]_0^\infty \\ &= \frac{a}{s^2}\end{aligned}$$

問 2.　伝達要素 $G(s) = \dfrac{1}{s^2 + 2s + 4}$ について答えよ。

(1) $G(s)$にステップ信号$u_1(t) = 3 \times \mathbf{1}(t)$を入力した。十分時間が経過した後の出力$y_1(t)$を求めよ。導出の過程も示すこと。

最終値定理より以下のとおり。

$$\begin{aligned}\lim_{t\to\infty} y_1(t) &= \lim_{s\to 0} s \times Y_1(s) \\ &= \lim_{s\to 0} s \times \underbrace{\frac{1}{s^2 + 2s + 4}}_{G(s)} \times \underbrace{\frac{3}{s}}_{U_1(s)} \\ &= \frac{3}{4}\end{aligned}$$

(2) $G(s)$に正弦信号$u_2(t) = \sin 2t$ を入力した。十分時間が経過した後の出力$y_2(t)$を求めよ。導出の過程も示すこと。

まず周波数応答からゲインと位相差を求める。

$$G(j\omega) = G(2j) = \frac{1}{(2j)^2 + 2(2j) + 4} = -\frac{j}{4}$$

これより$y_2(t)$は入力に対して振幅が$\frac{1}{4}$位相差が-90 deg. だということがわかる。したがって解答は以下の通り。

$$y_2(t) = \frac{1}{4}\sin\left(2t - \frac{\pi}{2}\right) = -\frac{1}{4}\cos 2t$$

情報　解答例

(1) 擬似コード：

```
count = 0
for i in range(N):
    for j in range(i+1, N):
        if A[i] + A[j] == k:
            count += 1
```

計算量：外側ループ N 回、内側 N−i−1 回 → $O(N^2)$

(2) 要素を 1 つずつ走査し、「現在の要素 x に対して、k−x がすでに出現していればペア成立」とする。

擬似コード：

```
count = 0
S = 空の集合
for x in A:
    if (k - x) in S:
        count += 1
    S に x を追加
```

計算量：各ループで集合操作は $O(1)$×N 回 → $O(N)$

(3) A = [1,4,2,3,5], k=6

x	k−x	S（処理前）	ペア成立？	count	S（処理後）
1	5	{}	×	0	{1}
4	2	{1}	×	0	{1,4}
2	4	{1,4}	○	1	{1,2,4}
3	3	{1,2,4}	×	1	{1,2,3,4}
5	1	{1,2,3,4}	○	2	{1,2,3,4,5}