

「工学系の力学」第8章 問題解答

8-1 ドリル問題

問題1 省略

問題2 式8-9 $T_2 = T_1 e^{\mu_s \theta}$ において
 $T_2 = 100\text{N}$, $\mu_s = 0.3$ $\theta = 2\pi$ として
 $T_1 = 152\text{N}$ (答)

問題3 省略

問題4 式8-14 $f = \frac{\mu_k a F}{b + \mu_k c}$ において
 $F = 100\text{N}$ $a = 1\text{m}$, $b = 0.1\text{m}$, $c = 0.02\text{m}$
 $\mu_k = 0.15$ とすると
 $f = \frac{0.15 \times 1 \times 100}{0.1 + 0.15 \times 0.02} = 146\text{N}$ (答)

問題5 省略

問題6 式8-18 より
 $f = \frac{1\text{m} \times 100\text{N} \left(e^{0.15 \times \frac{4}{3}\pi} - 1 \right)}{-0.05 e^{0.15 \times \frac{4}{3}\pi} + 0.1} = 1.39 \times 10^4 \text{N}$ (答)

問題7 省略

問題8 式8-23 より
摩擦力 $f = \frac{\pi \times 0.02 \times 200\text{N}}{2} = 62.8\text{N}$ (答)
モーメント $N = 62.8\text{N} \times 0.01\text{m} = 0.628\text{N}\cdot\text{m}$ (答)

問題9 省略

問題10 式8-27 より
摩擦力のモーメント $N = \frac{2}{3} \times 0.02 \times 100\text{N} \times 0.025\text{m}$
 $= 3.33 \times 10^{-2} \text{N}\cdot\text{m}$ (答)

8-1 演習問題

1.

式 8-18 で

$$\frac{360\text{N}\cdot\text{m}}{0.15\text{m}} = \frac{1\text{m} \times F \times \left(e^{0.15 \times \frac{4}{3}\pi} - 1 \right)}{-0.05e^{0.15 \times \frac{4}{3}\pi} + 0.1}$$

より F を求める。 $F = 17.3\text{N}$ (答)

2.

式 8-9 で

$$15000 = 5000e^{0.3\theta}$$

$$0.3\theta = 1.0986$$

$$\theta = 3.66\text{rad} \quad (\text{答})$$

3.

ブレーキ胴が右まわりの時 $f_1 = \frac{0.2 \times 0.5\text{m} \times 100\text{N}}{0.05\text{m} + 0.2 \times 0.0\text{lm}} = 1923\text{N}$

左まわりの時 $f_2 = \frac{0.2 \times 0.5\text{m} \times 100\text{N}}{0.05\text{m} - 0.2 \times 0.0\text{lm}} = 2083\text{N}$

左まわりの時の方が 16N 大きい。 (答)

4.

式 8-18 より

右まわりの時 $f = \frac{1\text{m} \times 100\text{N} \times \left(e^{0.2 \times \frac{7}{6}\pi} - 1 \right)}{-0.05\text{m} e^{0.2 \times \frac{7}{6}\pi} + 0.15\text{m}}$
 $\doteq 235\text{N}$

左まわりの時 $f = \frac{1\text{m} \times 100\text{N} \times \left(e^{0.2 \times \frac{7}{6}\pi} - 1 \right)}{0.15e^{0.2 \times \frac{7}{6}\pi} - 0.05}$
 $\doteq 412\text{N}$

右まわりの方が 1938N 大きい。 (答)

5.

式 8-27 より求める動力は

$$\frac{2}{3} \times 0.02 \times 100\text{N} \times 0.05\text{m} \times \left(\frac{10}{60} \times 2\pi \right) \text{rad/s}$$
$$= 0.698\text{W} \quad (\text{答})$$

8-2 ドリル問題

問題1 動滑車の重さを考えないとき，式 8-30 で $mg=1000\text{N}$

$$n=3 \text{ として } F = \frac{1000}{2^3} = 125\text{N}$$

仕事の原理より，物体を引き上げるのに必要な仕事は
 $1000\text{N} \times 1\text{m} = 1000\text{Nm}$

動滑車の重さを考える時，式 8-31 より

$$F = \frac{1000 + 10(2^3 - 1)}{2^3} = 133.75 = 134\text{N} \quad (\text{答})$$

必要な仕事は $133.75\text{N} \times 8\text{m} = 1070\text{Nm}$ (答)

問題2 式 8-39 より $F = \frac{(1000 \times 9.8 + 10 \times 9.8) \times (0.3 - 0.25)}{2 \times 0.3} = 825\text{N}$ (答)

物体と動滑車を毎秒 0.1m の速さで引き上げるのに必要な動力だから
 $(1000\text{kg} + 10\text{kg}) \times 9.8\text{m/s}^2 \times 0.1\text{m/s} = 989\text{W}$ (答)

問題3 式 8-41 より $F = \frac{15\text{cm}}{50\text{cm}} \times 100\text{kg} \times 9.8\text{m/s}^2 = 294\text{N}$ (答)

$$P = 100\text{kg} \times 9.8\text{m/s}^2 \times 0.5\text{m/s} = 490\text{W} \quad (\text{答})$$

問題4 式 8-48 で $\alpha = 30^\circ$, $\mu_s = 0.3$ とし

$$F = \frac{1\text{kg} \times 9.8\text{m/s}^2 \times (\sin 30^\circ + 0.3 \cos 30^\circ)}{\cos \theta + 0.3 \sin \theta}$$

$\theta = 0^\circ$ のとき $F = 7.45\text{N}$ (答)， $\theta = 10^\circ$ のとき $F = 7.18\text{N}$ (答)

$\theta = 20^\circ$ のとき $F = 7.14\text{N}$ (答)， $\theta = 30^\circ$ のとき $F = 7.33\text{N}$ (答)

問題5 $2\alpha = 15^\circ$ ，式 8-58 より $F = \frac{500\text{N}}{2(\sin 7.5^\circ + 0.3 \cos 7.5^\circ)} = 584\text{N}$ (答)

問題6 式 8-59 で $\alpha \leq \lambda$ である必要がある。 $\lambda = \tan^{-1} 0.25 = 14.0^\circ$ より
頂角 $2\alpha \leq 28.0^\circ$ (答)

問題7 式 8-60 より $-\tan \alpha = \frac{10\text{mm}}{\pi 30\text{mm}} = 0.10615$

$$\begin{aligned} \text{式 8-61 より } F &= 400\text{N} \times \frac{0.10615 + 0.15}{1 - 0.10615 \times 0.15} \\ &= 104\text{N} \quad (\text{答}) \end{aligned}$$

問題8 $\alpha < \lambda$ となるように設計する。 $\lambda = \tan^{-1} 0.1 = 5.71^\circ$

$$\tan\alpha = \frac{p}{\pi d} \leq 0.1 \quad \text{より} \quad d = 30\text{mm}$$

$$p \leq 0.1 \times \pi \times 30 = 9.42\text{mm} \quad \text{より小さくなるよう設計する。 (答)}$$

問題 9 式 8-60 より $\tan\alpha = \frac{p}{\pi d} = \frac{10\text{mm}}{\pi \times 30\text{mm}} = 0.10615$

$$\tan\lambda = 0.2$$

式 8-68 より $\eta = \frac{\tan\alpha}{\tan(\alpha + \lambda)} = \frac{\tan\alpha \times (1 - \tan\alpha \tan\lambda)}{\tan\alpha + \tan\lambda}$

$$= \frac{0.10615 \times (1 - 0.10615 \times 0.2)}{0.10615 + 0.2}$$

$$= 0.339 = 33.9\% \quad \text{(答)}$$

問題 10 $\frac{0.3 \times 1000\text{kg} \times 9.8\text{m/s}^2 \times 1\text{m}}{5000\text{W}} \times 100 = 58.8\% \quad \text{(答)}$

8-2 演習問題

1.

$$\frac{1000\text{kg} \times 9.8\text{m/s}^2 \times 10\text{m}}{50\text{W}} = 1960\text{s} \quad \text{(答)}$$

2.

$$\frac{1000\text{kg} \times 9.8\text{m/s}^2 \times 0.8\text{m/s}}{10000\text{W}} \times 100 = 78.4\% \quad \text{(答)}$$

3.

式 8-63 より $F = 100\text{N} \frac{0.2 \times \pi \times 10\text{mm} + 2\text{mm}}{\pi \times 10\text{mm} - 0.2 \times 2\text{mm}} = 26.7\text{N} \quad \text{(答)}$

4.

物体が得たポテンシャルエネルギーは $1\text{kg} \times 9.8\text{m/s}^2 \times 1\text{m} = 9.8\text{J}$

必要な仕事は, $1\text{kg} \times 9.8\text{m/s}^2 \times (\sin 30^\circ + 0.3 \times \cos 30^\circ) \times \frac{1\text{m}}{\sin 30^\circ}$

$$= 14.89\text{J}$$

$$\frac{9.8}{14.89} \times 100 = 65.8\% \quad \text{(答)}$$

5.

式 8-58 より

$$F = \frac{1000\text{N}}{2(\sin 5^\circ + 0.20 \times \cos 5^\circ)} = 1750\text{N} \quad (\text{答})$$