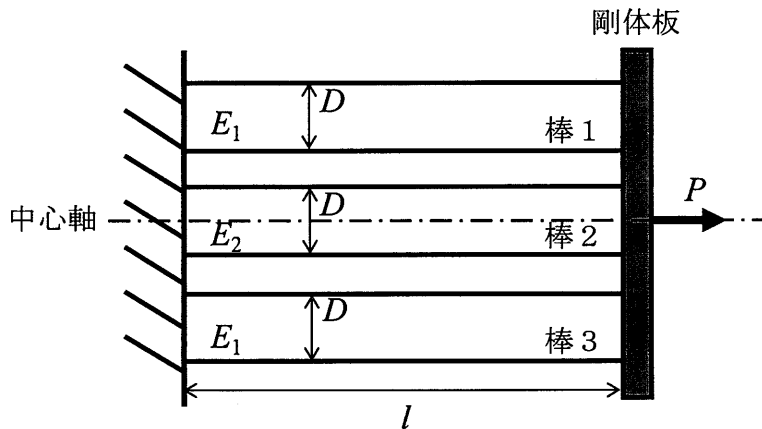


Ⅲ 次の35問題のうち25問題を選択して解答せよ。(解答欄に1つだけマークすること。)

Ⅲ-1 下図に示すように、直径 D 、長さ l の3本の丸棒（棒1、棒2、棒3）があり、左端が壁に固定され、右端が剛体板で接合されている場合を考える。棒1と棒3は、棒2の中心軸に対して対称に配置されており、棒1と棒3の縦弾性係数は E_1 、棒2の縦弾性係数は E_2 である。右端の接合部に右向きの荷重 P を作用させるとき、棒1に発生する応力 σ_1 と棒2に発生する応力 σ_2 の組合せとして、最も適切なものはどれか。なお、壁と剛体板は常に平行が保たれるものとし、棒の自重は無視してよいものとする。



- ① $\sigma_1 = \frac{4E_1P}{\pi D^2(E_1 + E_2)}$, $\sigma_2 = \frac{4E_2P}{\pi D^2(E_1 + E_2)}$
- ② $\sigma_1 = \frac{4E_1P}{\pi D^2(2E_1 + E_2)}$, $\sigma_2 = \frac{4E_2P}{\pi D^2(2E_1 + E_2)}$
- ③ $\sigma_1 = \frac{4E_1P}{\pi D^2(E_1 + 2E_2)}$, $\sigma_2 = \frac{4E_2P}{\pi D^2(E_1 + 2E_2)}$
- ④ $\sigma_1 = \frac{2E_1P}{\pi D^2(E_1 + E_2)}$, $\sigma_2 = \frac{4E_2P}{\pi D^2(E_1 + E_2)}$
- ⑤ $\sigma_1 = \frac{8E_1P}{\pi D^2(4E_1 + E_2)}$, $\sigma_2 = \frac{4E_2P}{\pi D^2(4E_1 + E_2)}$

Ⅲ-2 下図に示すように、長さが l の棒1と棒2が接合され、剛体壁で無理なく固定されている。棒1と棒2の縦弾性係数を E_1 , E_2 , 断面積を A_1 , A_2 , 線膨張係数を α_1 , α_2 とする。それぞれの棒の温度を微小量 ΔT だけ上昇させたとき、棒1に発生する応力 σ_1 として、最も適切なものはどれか。

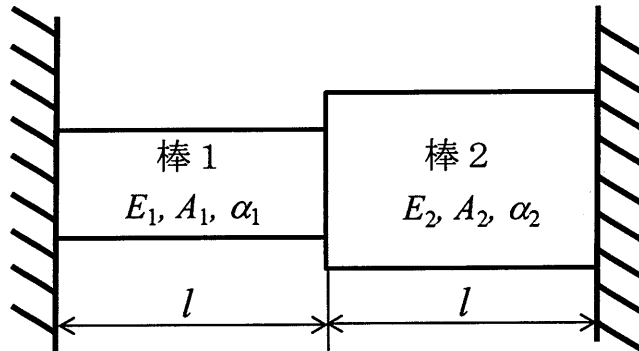
① $\sigma_1 = \frac{(\alpha_1 - \alpha_2) A_2 E_1 E_2}{A_1 E_1 + A_2 E_2} \Delta T$

② $\sigma_1 = \frac{-(\alpha_1 - \alpha_2) A_2 E_1 E_2}{A_1 E_1 + A_2 E_2} \Delta T$

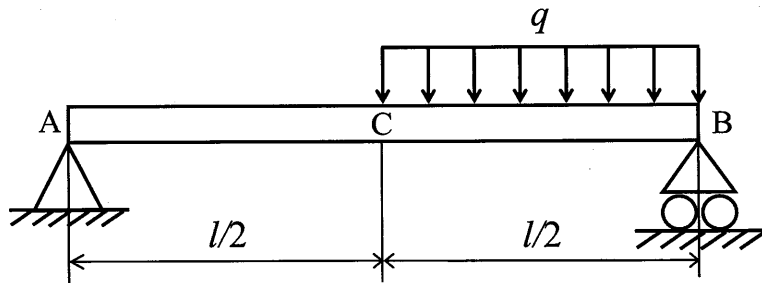
③ $\sigma_1 = \frac{-(\alpha_1 + \alpha_2) A_2 E_1 E_2}{A_1 E_1 - A_2 E_2} \Delta T$

④ $\sigma_1 = \frac{-(\alpha_1 + \alpha_2) A_2 E_1 E_2}{A_1 E_1 + A_2 E_2} \Delta T$

⑤ $\sigma_1 = \frac{(\alpha_1 - \alpha_2) A_2 E_1 E_2}{A_1 E_1 - A_2 E_2} \Delta T$



Ⅲ-3 下図に示すように、長さ l の単純支持はりにおいて、距離 $l/2$ のCB区間に単位長さ当たり q の等分布荷重を作用させる場合を考える。このとき、点Cに発生する曲げモーメント M として、最も適切なものはどれか。



① $M = \frac{ql^2}{8}$

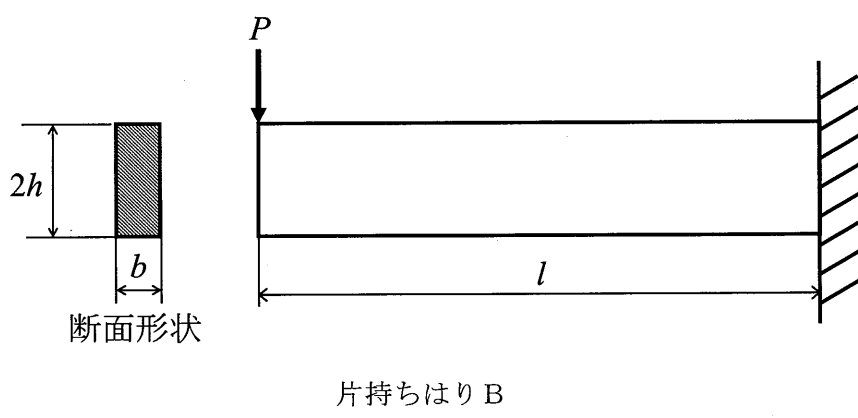
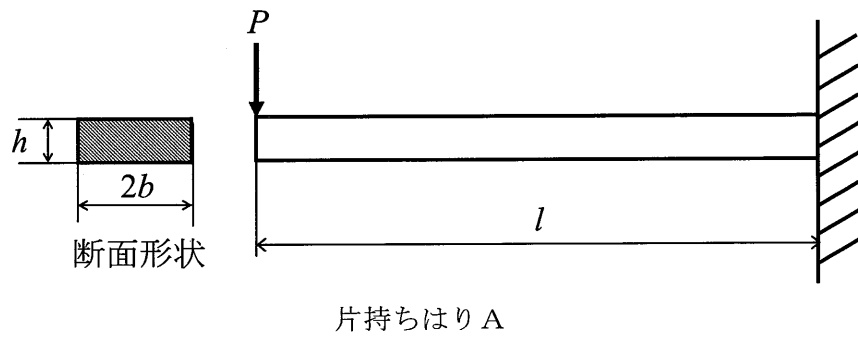
② $M = \frac{ql^2}{16}$

③ $M = \frac{ql^2}{32}$

④ $M = \frac{ql^2}{64}$

⑤ $M = \frac{ql^2}{128}$

Ⅲ-4 下図に示すように、材質と長さが同一である2本の長方形断面の片持ちはりA（断面：高さ h ，幅 $2b$ ）と片持ちはりB（断面：高さ $2h$ ，幅 b ）の先端に、同一の荷重 P が作用している。片持ちはりAとBのそれぞれに生じる最大曲げ応力 σ_A と σ_B の比 $\sigma_A:\sigma_B$ として、最も適切なものはどれか。ただし、高さ h ，幅 b の長方形断面のはりの断面二次モーメントは $bh^3/12$ である。



- ① 1 : 2 ② 1 : 4 ③ 2 : 1 ④ 4 : 1 ⑤ 6 : 1

Ⅲ-5 曲げ剛性 EI , 長さ l の片持ちはりに対して, 下図 (a) に示すように自由端 A に集中荷重 P が作用するときの自由端 A のたわみと, 下図 (b) に示すように等分布荷重 q が作用するときの自由端 A のたわみが等しいとき, P と q の関係を表す式として, 最も適切なものはどれか。

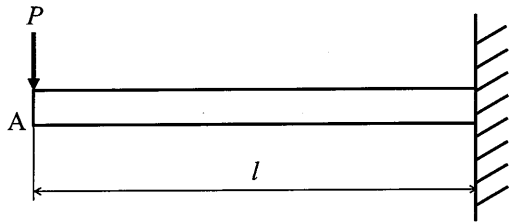


図 (a)

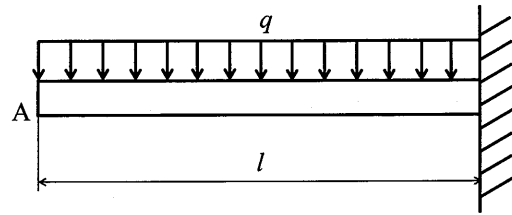


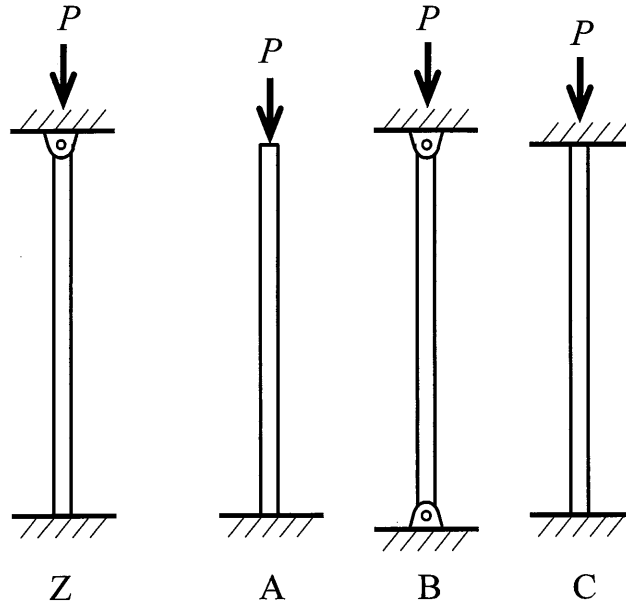
図 (b)

- ① $P = \frac{3}{8}ql$ ② $P = \frac{5}{8}ql$ ③ $P = \frac{3}{4}ql$ ④ $P = ql$ ⑤ $P = \frac{5}{4}ql$

Ⅲ－6 下図に示すように、曲げ剛性 EI 、長さ L の長柱に荷重 P を加える場合について、

端部の固定条件を変えて座屈荷重を求めた。Z の場合の座屈荷重を $P_Z \doteq \frac{2\pi^2 EI}{L^2}$ とし、

A、B、C の各場合の座屈荷重を P_A 、 P_B 、 P_C とするとき、座屈荷重の関係の組合せとして、最も適切なものはどれか。



- ① $P_A = 0.5 P_Z$, $P_B = 2 P_Z$, $P_C = 8 P_Z$
- ② $P_A = 0.25 P_Z$, $P_B = 2 P_Z$, $P_C = 4 P_Z$
- ③ $P_A = 0.25 P_Z$, $P_B = 0.5 P_Z$, $P_C = 2 P_Z$
- ④ $P_A = 0.125 P_Z$, $P_B = 0.5 P_Z$, $P_C = 2 P_Z$
- ⑤ $P_A = 0.125 P_Z$, $P_B = 0.25 P_Z$, $P_C = 4 P_Z$

Ⅲ－7 内径 $d=8.0$ [m]、肉厚 $t=4.0$ [mm] の薄肉球殻容器に内圧 $p=1.0$ [MPa] が作用するとき、円周方向応力 σ_θ に最も近い値はどれか。

- ① $\sigma_\theta = 125$ [MPa]
- ② $\sigma_\theta = 500$ [MPa]
- ③ $\sigma_\theta = 750$ [MPa]
- ④ $\sigma_\theta = 1000$ [MPa]
- ⑤ $\sigma_\theta = 2000$ [MPa]

Ⅲ-8 A群の材料の力学的性質について、これら进行评估するための適切な試験がB群にな
いものはどれか。

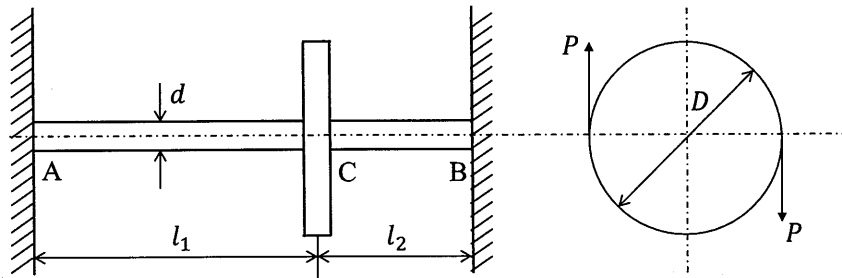
A群

- ① 硬さ ② 縦弾性係数 ③ 延性-脆性遷移温度 ④ 降伏点 ⑤ S-N線図

B群

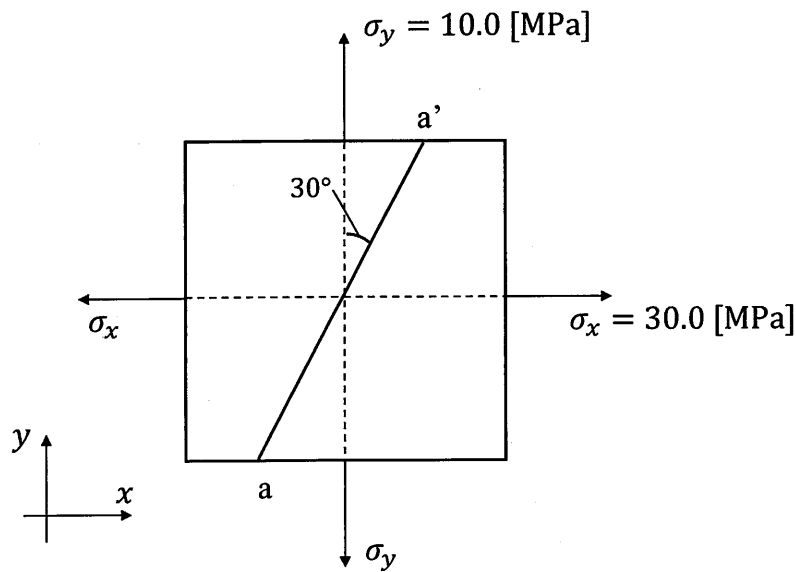
引張試験, 疲労試験, クリープ試験, シャルピー衝撃試験, 破壊靱性試験

Ⅲ-9 下図に示すように、両端が固定された丸棒に、断面Cで円盤が、中心が一致するよ
うに接合されている。円盤上の2点に接線方向にそれぞれ逆向きに、荷重 P が作用して
いる。このとき、丸棒の最大せん断応力の大きさ τ_{\max} 及びA端に対する断面Cのねじ
り角の大きさ ϕ_c の組合せとして、最も適切なものはどれか。なお、丸棒材のせん断弾
性係数は G であり、 $l_1 > l_2$ であるとする。



- ① $\tau_{\max} = \frac{16}{\pi d^3} \left(\frac{l_1}{l_1 + l_2} \right) PD$, $\phi_c = \frac{32}{\pi d^4} \left(\frac{l_1 l_2}{l_1 + l_2} \right) \frac{PD}{G}$
- ② $\tau_{\max} = \frac{16}{\pi d^3} \left(\frac{l_2}{l_1 + l_2} \right) PD$, $\phi_c = \frac{32}{\pi d^4} \left(\frac{l_1 l_2}{l_1 + l_2} \right) \frac{PD}{G}$
- ③ $\tau_{\max} = \frac{16}{\pi d^3} \left(\frac{l_1 + l_2}{l_1} \right) PD$, $\phi_c = \frac{32}{\pi d^4} \left(\frac{l_1 + l_2}{l_1 l_2} \right) \frac{PD}{G}$
- ④ $\tau_{\max} = \frac{16}{\pi d^3} \left(\frac{l_1 + l_2}{l_2} \right) PD$, $\phi_c = \frac{32}{\pi d^4} \left(\frac{l_1 + l_2}{l_1 l_2} \right) \frac{PD}{G}$
- ⑤ $\tau_{\max} = \frac{16}{\pi d^3} \left(\frac{l_1 + l_2}{l_2} \right) PD$, $\phi_c = \frac{32}{\pi d^4} \left(\frac{l_1 l_2}{l_1 + l_2} \right) \frac{PD}{G}$

Ⅲ-10 下図に示すように、 x, y 軸方向にそれぞれ引張り応力 σ_x, σ_y を受ける 2次元弾性体の微小要素を考える。 $\sigma_x = 30.0[\text{MPa}]$, $\sigma_y = 10.0[\text{MPa}]$ であるとき、傾斜面 $a-a'$ にかかる垂直応力 σ_a とせん断応力 τ_a の大きさの組合せとして、最も適切なものはどれか。



- ① $\sigma_a = 25.0[\text{MPa}]$, $\tau_a = 28.7[\text{MPa}]$
- ② $\sigma_a = 8.66[\text{MPa}]$, $\tau_a = 25.0[\text{MPa}]$
- ③ $\sigma_a = 28.7[\text{MPa}]$, $\tau_a = 5.00[\text{MPa}]$
- ④ $\sigma_a = 5.00[\text{MPa}]$, $\tau_a = 28.7[\text{MPa}]$
- ⑤ $\sigma_a = 25.0[\text{MPa}]$, $\tau_a = 8.66[\text{MPa}]$

Ⅲ-11 次の状態方程式・出力方程式で表される2次の線形システムの、入力 u から出力 y までの伝達関数 $G(s)$ を表す式として、最も適切なものはどれか。ただし、 x は2次の状態ベクトルである。

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -6 & -5 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u, \quad y = [1 \quad 0]x$$

- ① $G(s) = s^2 + 5s + 6$
- ② $G(s) = s^2 - 5s + 6$
- ③ $G(s) = \frac{1}{s^2 + 5s + 6}$
- ④ $G(s) = \frac{1}{s^2 - 5s + 6}$
- ⑤ 状態ベクトル x が具体的に示されないと伝達関数は求められない

Ⅲ-12 s 領域で表された次の式 $F(s)$ を逆ラプラス変換した $f(t)$ の結果として、最も適切なものはどれか。ただし、 s はラプラス演算子、 t は時間とする。

$$F(s) = \frac{s+1}{s^2+4s+5}$$

参考：ラプラス変換表

$f(t):$	$e^{\alpha t}$	$\sin \omega t$	$\cos \omega t$
$F(s):$	$\frac{1}{s-\alpha}$	$\frac{\omega}{s^2+\omega^2}$	$\frac{s}{s^2+\omega^2}$

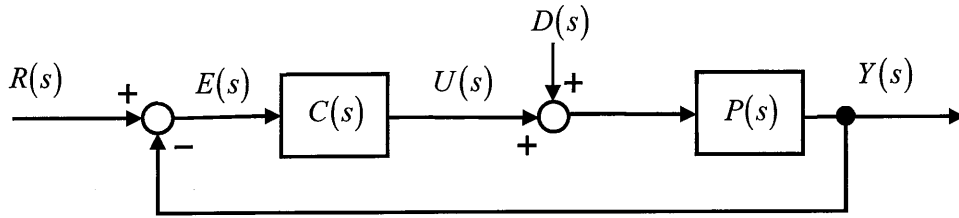
- ① $f(t) = e^{-2t} (\cos t - \sin t)$
- ② $f(t) = e^{2t} (\cos t + \sin t)$
- ③ $f(t) = e^{2t} (\cos t - \sin t)$
- ④ $f(t) = e^{-2t} \cos 2t$
- ⑤ $f(t) = e^{-t} \cos t$

Ⅲ-13 以下の伝達関数 $G(s)$ を持つ系の安定性に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

$$G(s) = \frac{s-2}{s^2+5s+6}$$

- ① 2つの極（根）が正の値（2, 3）を持つから、この系は不安定である。
- ② 2つの極（根）が負の値（-2, -3）を持つから、この系は安定である。
- ③ 2つの極（根）が負の値（-2, -3）を持つから、この系は不安定である。
- ④ 零点が2であるから、この系は不安定である。
- ⑤ 零点が-2であるから、この系は安定である。

Ⅲ-14 下図に示すフィードバック制御系において、 $P(s)$ は制御対象の伝達関数であり、 $C(s)$ は操作量 $U(s)$ の値を決めるコントローラの伝達関数である。ここで、目標値 $R(s)$ 、外乱 $D(s)$ 、操作量 $U(s)$ 、制御量 $Y(s)$ の関係は次式で与えられる。

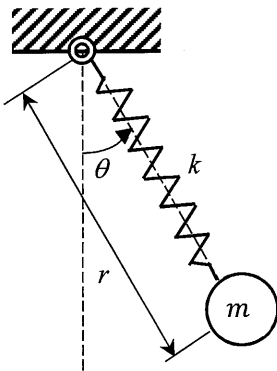


$$U(s) = G_{ur}(s)R(s) + G_{ud}(s)D(s), \quad Y(s) = G_{yr}(s)R(s) + G_{yd}(s)D(s)$$

このとき、 $R(s)$ と $Y(s)$ の間の伝達関数 $G_{yr}(s)$ として、最も適切なものはどれか。

- ① $\frac{P(s)C(s)}{1 - P(s)C(s)}$
- ② $\frac{C(s)}{1 - P(s)C(s)}$
- ③ $\frac{P(s)}{1 + P(s)C(s)}$
- ④ $\frac{C(s)}{1 + P(s)C(s)}$
- ⑤ $\frac{P(s)C(s)}{1 + P(s)C(s)}$

Ⅲ-15 図に示すように、バネ定数 k のバネの一端をピン支持し、他端に質量 m のおもりをつけてぶら下げた「バネ振り子」がある。このバネの自然の長さを L 、おもりをつけてぶら下げているときの長さを r とし、バネの鉛直からの傾き角を θ とする（ただし r 、 θ は時間変化する変数であり、これらを時間微分した変数を \dot{r} 、 $\dot{\theta}$ とする）。このバネ振り子の運動方程式を「ラグランジュの方程式」を用いて導こうとするとき、用いるラグランジュ関数（ラグランジアン）として、最も適切なものはどれか。ただし、バネの質量、バネの曲げ変形、おもりの大きさはいずれも無視できるものとし、振り子の運動は θ を含む平面内でのみ生じるものとする。また、重力加速度は g とし、空気抵抗や摩擦力などの非保存力は無視する。



- ① $\frac{1}{2}m\dot{r}^2 - \frac{1}{2}kr^2$
- ② $\frac{1}{2}mr^2\dot{\theta}^2 - (-mgr\cos\theta)$
- ③ $\frac{1}{2}m(\dot{r}^2 + r^2\dot{\theta}^2) + mgr\cos\theta - \frac{1}{2}kr^2$
- ④ $\frac{1}{2}m(\dot{r}^2 + r^2\dot{\theta}^2) + mgr\cos\theta - \frac{1}{2}k(r-L)^2$
- ⑤ $\frac{1}{2}m(\dot{r}^2 + r^2\dot{\theta}^2) - mgr\cos\theta - \frac{1}{2}k(r-L)^2$

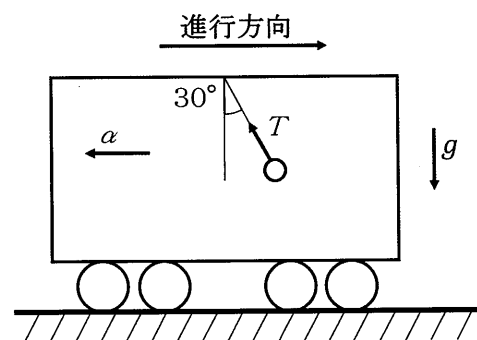
Ⅲ-16 横振動するはりの境界条件には、自由端、固定端、単純支持端などがある。以下はそれぞれの境界条件に適合する式を示したものである。条件式 (A), (B), (C) と、境界条件の組合せにおいて、最も適切なものはどれか。ただし、はりの長手方向の座標を x 、横方向の変位を $w(x)$ とする。

$$(A) \begin{cases} w(x)=0 \\ \frac{\partial w(x)}{\partial x}=0 \end{cases} \quad (B) \begin{cases} w(x)=0 \\ \frac{\partial^2 w(x)}{\partial x^2}=0 \end{cases} \quad (C) \begin{cases} \frac{\partial^2 w(x)}{\partial x^2}=0 \\ \frac{\partial^3 w(x)}{\partial x^3}=0 \end{cases}$$

- | | (A) | (B) | (C) |
|---|-------|-------|-------|
| ① | 固定端 | 単純支持端 | 自由端 |
| ② | 固定端 | 自由端 | 単純支持端 |
| ③ | 単純支持端 | 固定端 | 自由端 |
| ④ | 単純支持端 | 自由端 | 固定端 |
| ⑤ | 自由端 | 単純支持端 | 固定端 |

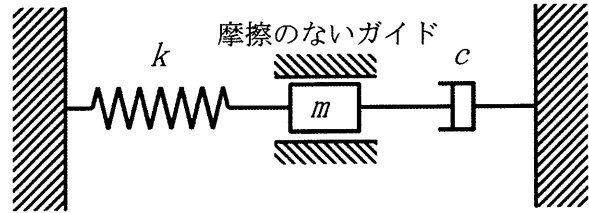
Ⅲ-17 下図のように、電車が一定の加速度 α (> 0) で減速し、車内につり下げられた質量 m の振り子が進行方向に 30° だけ傾いていたとする。重力加速度を g とするとき、電車の加速度 α 及び振り子の糸に働く張力 T の組合せとして、最も適切なものはどれか。

- ① $\alpha = \frac{1}{\sqrt{3}}g, \quad T = \left(1 + \frac{1}{\sqrt{3}}\right)mg$
- ② $\alpha = \frac{1}{\sqrt{3}}g, \quad T = \frac{2}{\sqrt{3}}mg$
- ③ $\alpha = \frac{1}{2}g, \quad T = \frac{3}{2}mg$
- ④ $\alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}g, \quad T = (1 + \sqrt{3})mg$
- ⑤ $\alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}g, \quad T = \frac{2}{\sqrt{3}}mg$



Ⅲ-18 下図の1自由度の直線振動系において、質量 $m = 0.5$ [kg]、ばね定数 $k = 800$ [N/m] とする。この系の臨界減衰定数 c に最も近い値はどれか。

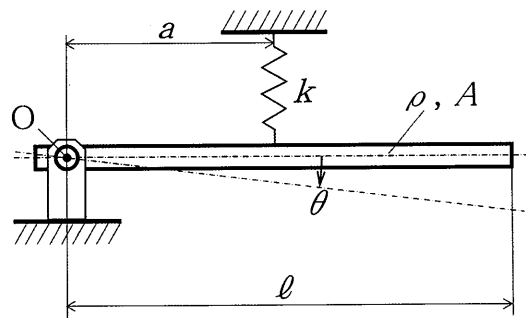
- ① 0.1 [Ns/m]
- ② 10 [Ns/m]
- ③ 20 [Ns/m]
- ④ 40 [Ns/m]
- ⑤ 80 [Ns/m]



Ⅲ-19 密度 ρ 、断面積 A 及び長さ ℓ の剛体棒が図のようにO点でピン支持され、その点より a の距離のところではばね定数 k のばねで支持されている。この棒の鉛直面内の運動方程式と固有角振動数 ω_n の組合せとして、最も適切なものはどれか。

ここで、 θ はO点まわりの剛体棒の回転角を表す。

- ① $\frac{\rho A \ell^3}{3} \ddot{\theta} + ka^2 \theta = 0, \quad \omega_n = \sqrt{\frac{3ka^2}{\rho A \ell^3}}$
- ② $\frac{\rho A \ell^3}{12} \ddot{\theta} + ka^2 \theta = 0, \quad \omega_n = 2\sqrt{\frac{3ka^2}{\rho A \ell^3}}$
- ③ $\frac{\rho A \ell^3}{3} \ddot{\theta} + ka^2 \theta = 0, \quad \omega_n = \sqrt{\frac{\rho A \ell^3}{3ka^2}}$
- ④ $\frac{\rho A \ell^3}{12} \ddot{\theta} + ka^2 \theta = 0, \quad \omega_n = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{\rho A \ell^3}{3ka^2}}$
- ⑤ $\frac{\rho A \ell^3}{2} \ddot{\theta} + ka^2 \theta = 0, \quad \omega_n = \sqrt{\frac{\rho A \ell^3}{2ka^2}}$



Ⅲ-20 水平でなめらかな床の上に置かれた質量 $2m$ の三角ブロックのなめらかな斜面に、鉛直方向下向きに速さ v_0 で落下してきた質量 m の質点が完全弾性衝突した。衝突後の三角ブロックの x 方向速度 V 、質点の x 、 y 方向の速度 v_x 、 v_y の組合せとして、最も適切なものはどれか。ただし、摩擦力は無視できるものとし、三角ブロックの斜面の角度を 45° とする。

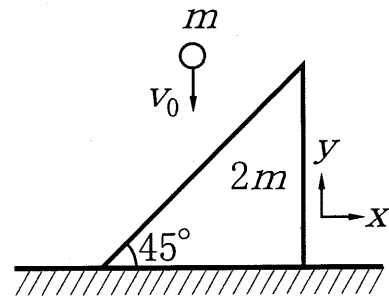
① $V = -\frac{2}{5}v_0$, $v_x = \frac{4}{5}v_0$, $v_y = -\frac{1}{5}v_0$

② $V = -\frac{2}{7}v_0$, $v_x = -\frac{4}{7}v_0$, $v_y = -\frac{5}{7}v_0$

③ $V = \frac{2}{5}v_0$, $v_x = -\frac{4}{5}v_0$, $v_y = -\frac{1}{5}v_0$

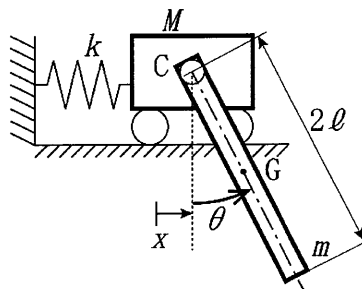
④ $V = \frac{2}{3}v_0$, $v_x = -\frac{2}{3}v_0$, $v_y = \frac{1}{3}v_0$

⑤ $V = -\frac{1}{2}v_0$, $v_x = -v_0$, $v_y = 0$



Ⅲ-21 下図に示すような重力場で質量 M の台車がばね定数 k のばねに取り付けられ、なめらかな水平床上を動けるようになっている。その台車に、長さ 2ℓ 、質量 m 、重心 G まわりの慣性モーメント I の一様な棒が摩擦の無い回転ジョイント C を通して接続されている。この系の線形化された運動方程式は次式となる。式中のア～エの空欄に当てはまる数式の組合せとして、最も適切なものはどれか。ただし、一般化座標として点 C の変位 x と一様な棒の傾き角を θ 、重力加速度は g とする。

$$\begin{cases} \boxed{\text{ア}} \ddot{x} + \boxed{\text{イ}} \ddot{\theta} + kx = 0 \\ \boxed{\text{ウ}} \ddot{x} + \boxed{\text{エ}} \ddot{\theta} + mg\ell\theta = 0 \end{cases}$$



- | | ア | イ | ウ | エ |
|---|---------|---------------------|---------------------|---------------|
| ① | $(M+m)$ | $m\ell \cos \theta$ | $m\ell \cos \theta$ | $(I+m\ell^2)$ |
| ② | M | $m\ell$ | $m\ell$ | $(I+m\ell^2)$ |
| ③ | $(M+m)$ | $m\ell$ | $m\ell$ | $m\ell^2$ |
| ④ | M | $m\ell \cos \theta$ | $m\ell \cos \theta$ | $m\ell^2$ |
| ⑤ | $(M+m)$ | $m\ell$ | $m\ell$ | $(I+m\ell^2)$ |

Ⅲ-22 図1に示す，質量 m の物体，ばね定数 k のばね，減衰係数 c のダンパからなる1自由度振動系において，励振振幅 f ，励振角振動数 Ω の調和外力 $f \cos \Omega t$ が物体に作用するときを考える。床に伝わる伝達力の振幅 P_0 と励振振幅 f の比は力の伝達率 γ と呼び，次式で表される。

$$\gamma = \frac{P_0}{f} = \frac{\sqrt{1 + (2\zeta \nu)^2}}{\sqrt{(1 - \nu^2)^2 + (2\zeta \nu)^2}} \quad (\text{a})$$

ただし， ν は励振角振動数 Ω を固有角振動数 ω_n で除した振動数比とする。図2は式(a)の力の伝達率をグラフ化したものである。

図2の点Aに示すとおり， $\nu > 0$ の条件で減衰比 ζ の値によらず，一定値となる点の力の伝達率 γ_A とそのときの振動数比 ν_A の値の組合せとして，最も適切なものはどれか。

- ① $\gamma_A = \sqrt{2}$, $\nu_A = 2$
- ② $\gamma_A = \sqrt{2}$, $\nu_A = \sqrt{2}$
- ③ $\gamma_A = 1$, $\nu_A = 2$
- ④ $\gamma_A = 1$, $\nu_A = \sqrt{2}$
- ⑤ $\gamma_A = (1/\sqrt{2})$, $\nu_A = \sqrt{2}$

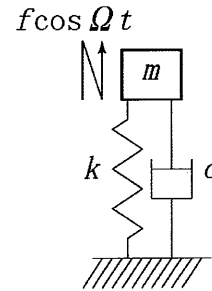


図1

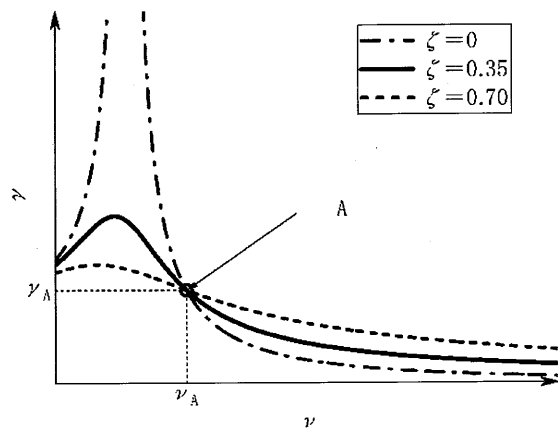


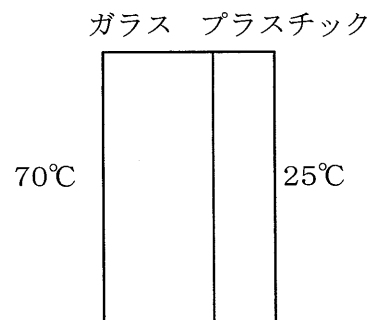
図2

Ⅲ-23 室温20℃の大きな部屋で、表面温度300℃、放射率0.8の物体が置かれている。物体表面での平均対流熱伝達率を20 W/(m²·K)とすると、物体から放熱される熱流束として、最も近い値はどれか。ただし、物体からの伝熱は等方的であるとし、ステファン・ボルツマン定数は5.67×10⁻⁸ W/(m²·K⁴)とする。

- ① 0.5 kW/m²
- ② 1 kW/m²
- ③ 5 kW/m²
- ④ 6 kW/m²
- ⑤ 10 kW/m²

Ⅲ-24 図のように、厚さが異なるガラス板とプラスチック板が密着している。両板は無
限平板とみなしてよく、定常状態においてガラス板とプラスチック板の表面温度がそれぞ
れ70℃、25℃であった。ガラス板とプラスチック板の厚さと熱伝導率がそれぞれ10mm、
5mm、1.5W/(m·K)、0.2W/(m·K)のとき、ガラスとプラスチックの界面温度
は(ア)となり、単位時間、単位面積あたりに板を通過する熱量は(イ)となる。(ア)
と(イ)の値の組合せとして、最も適切なものはどれか。

- | | ア | イ |
|---|-----|-----------------------|
| ① | 35℃ | 0.84kW/m ² |
| ② | 35℃ | 1.42kW/m ² |
| ③ | 48℃ | 0.84kW/m ² |
| ④ | 61℃ | 0.84kW/m ² |
| ⑤ | 61℃ | 1.42kW/m ² |

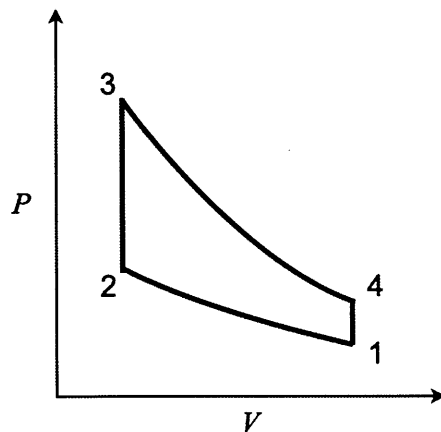


Ⅲ-25 定常状態で用いられている熱交換器に関する次の(ア)～(オ)の記述のうち、正しいものの組合せとして、最も適切なものはどれか。

- (ア) 並流型熱交換器において、高温流体と低温流体の温度差は入口において最大となる。
- (イ) 対数平均温度差は、高温流体の入口温度と低温流体の出口温度が与えられれば求めることができる。
- (ウ) 向流型熱交換器において、低温流体の温度は高温流体の出口温度を超えることがある。
- (エ) 向流型熱交換器の熱交換量は、熱通過率と対数平均温度差が与えられれば求められる。
- (オ) 熱交換器内部の隔板の熱通過率に対し、隔板の厚さと密度の両方が影響する。

- ① (ア) と (ウ)
- ② (ウ) と (エ)
- ③ (ウ) と (オ)
- ④ (ア) と (エ)
- ⑤ (イ) と (エ)

Ⅲ-26 図のような、理想気体を作動流体とした、断熱変化と等積変化より構成されるサイクルがある。状態1の圧力、温度はそれぞれ0.1MPa、300Kで、状態4の温度は1000Kであり、圧縮比は9とする。作動流体の比熱比が1.5のとき、サイクルの熱効率として、最も近い値はどれか。



- ① 0.33 ② 0.67 ③ 0.70 ④ 0.90 ⑤ 0.96

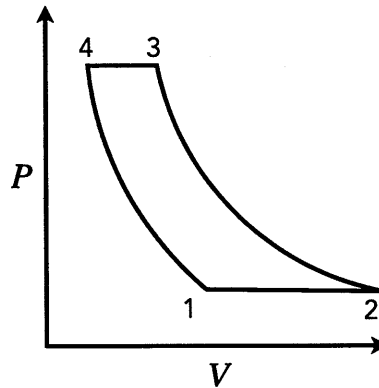
Ⅲ-27 次の記述の、に入る数字の組合せとして、最も適切なものはどれか。

一様流中に水平に置かれた平板上を流れる層流による強制対流熱伝達について考える。
 平板の平均熱伝達率は、流れ方向の平板の長さが2倍になると ア 倍に、流速が2倍
 になると イ 倍になる。

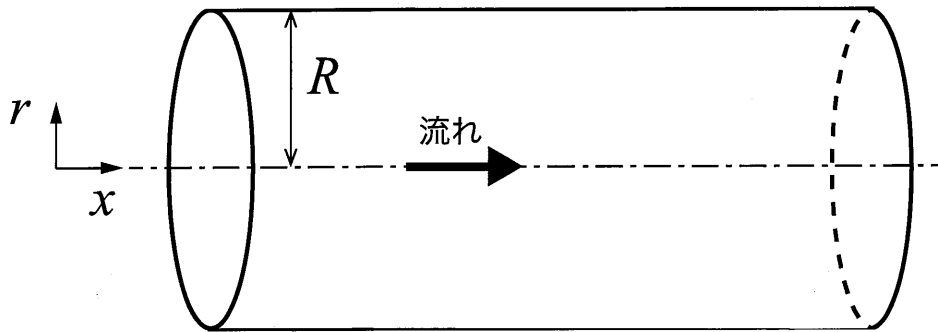
- | | | |
|---|-----|-----|
| | ア | イ |
| ① | 0.5 | 2 |
| ② | 1.4 | 1.4 |
| ③ | 1.4 | 0.7 |
| ④ | 0.7 | 1.4 |
| ⑤ | 2 | 0.5 |

Ⅲ-28 理想気体の等圧変化と断熱変化から構成される、ブレイトンサイクルの逆サイクルである、ガス冷凍サイクルの動作係数を最も適切に表しているものはどれか。ただし、断熱圧縮前の状態を状態1として、図のように順に状態2, 3, 4を経るとして、各状態の温度をそれぞれ T_1 , T_2 , T_3 , T_4 とする。

- ① $\frac{T_2 - T_1}{T_1}$
- ② $\frac{T_2 - T_4}{T_4}$
- ③ $\frac{T_4}{T_3 - T_4}$
- ④ $\frac{T_3}{T_4 - T_3}$
- ⑤ $\frac{T_3 - T_4}{T_4}$



Ⅲ-29 図に示す半径 R の静止した円管内において、 x 方向への一定の圧力勾配で流れが駆動されている。流れ方向を x 、半径方向を r とする。流体はニュートン流体であり、粘性係数を μ とする。圧力は p で表される。流れは十分に発達した層流である。 x 方向の速度分布 u として、最も適切なものはどれか。



① $u = \frac{R^2}{2\mu} \left(-\frac{dp}{dx} \right) \left(1 - \left(\frac{r}{R} \right)^2 \right)$

② $u = \frac{R^2}{4\mu} \left(-\frac{dp}{dx} \right) \left(\left(\frac{r}{R} \right)^2 - 1 \right)$

③ $u = \frac{R^2}{2\mu} \left(-\frac{dp}{dx} \right) (-r^2)$

④ $u = \frac{R^2}{4\mu} \left(-\frac{dp}{dx} \right) \left(1 - \left(\frac{r}{R} \right)^2 \right)$

⑤ $u = \frac{R^2}{4\mu} \left(-\frac{dp}{dx} \right) (-r^2)$

Ⅲ-30 xy 平面上の 2 次元流れにおいて、速度ベクトルの x 方向成分 u 、 y 方向成分 v がそれぞれ

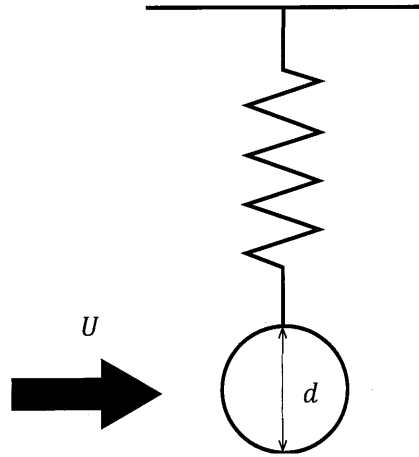
$$u = A(x+y), v = A(x-y)$$

と表されているとき、 xy 平面に直交する方向の渦度として、最も適切なものはどれか。ただし、 A は定数とする。

- ① $-2A$ ② $-A$ ③ 0 ④ A ⑤ $2A$

Ⅲ-31 バネで吊るされた直径 d の物体が、速度 U の流れの中において振動数 f で上下に振動した。 U , d , f から求まる無次元パラメータとして、最も適切なものはどれか。ただし、 f の指数は1とする。

- ① fU/d
- ② $f\sqrt{U/d}$
- ③ $f\sqrt{d/U}$
- ④ fd/U
- ⑤ $(f\sqrt{d})/U$

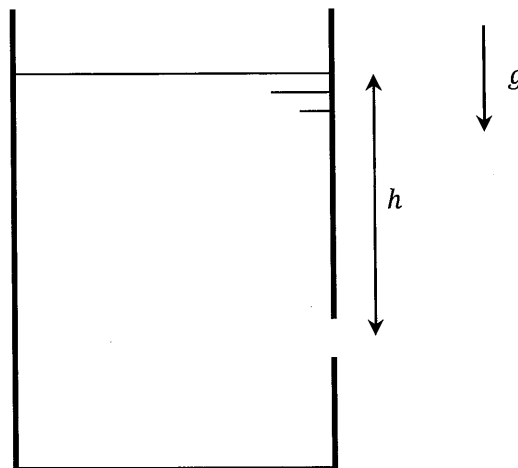


Ⅲ-32 流体力学に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 自由渦では、渦度は存在しない。
- ② ニュートン流体では、せん断ひずみ速度とせん断応力が比例関係にある。
- ③ 定常状態では流線・流脈線・流跡線が一致する。
- ④ 粘性のない流体の流れをポテンシャル流れと呼ぶ。
- ⑤ 非圧縮性流れの連続の式は、流体の密度に依存しない形で与えられる。

Ⅲ-33 大きな容器が水で満たされ、水面より深さ h の側壁に小さな穴が空いている。側壁より流れ出る流速として、最も適切なものはどれか。ただし、水の密度は ρ 、重力加速度は g とし、粘性の影響は無視する。

- ① $2gh$
- ② gh
- ③ \sqrt{gh}
- ④ $\sqrt{2gh}$
- ⑤ $\sqrt{2gh^2}$



Ⅲ-34 固体壁近傍に発達する境界層について考える。境界層厚さを δ ，境界層外縁の一例流速を U ，壁面からの距離を y とし，境界層内の速度分布 $u(y)$ が，

$$u(y) = U \left(\frac{y}{\delta} \right)^{\frac{1}{7}}$$

で与えられるとする。 $\delta = 30$ [mm] のとき，形状係数の値として，最も近い値はどれか。

- ① 0.78 ② 1.29 ③ 2.92 ④ 3.75 ⑤ 7.00

Ⅲ-35 直径 d のノズルから速度 v で噴出する水の噴流が，噴流と同じ向きに速度 u で動いている大きな平板に垂直に衝突するとき，噴流が平板に及ぼす力として，最も適切なものはどれか。ただし，水の密度は ρ とし， $v > u$ であり，粘性の影響は無視する。

- ① $\rho(v^2 - u^2) \frac{\pi}{4} d^2$
- ② $\rho(v^2 - u^2) \left(\frac{\pi}{4} d^2 \right)^2$
- ③ $\rho(v - u) \frac{\pi}{4} d^2$
- ④ $\rho(v - u)^2 \frac{\pi}{4} d^2$
- ⑤ $\rho(v - u)^2 \left(\frac{\pi}{4} d^2 \right)^2$