平成29年度技術士第一次試験問題〔専門科目〕

【01】機械部門

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　A群の用語と関連の深い用語をB群の中から選んだとき，A群の用語の中で対応する適切な用語がB群にないものはどれか。

A群

① 応力集中係数　② 降伏応力　③ 縦弾性係数

④ 座屈荷重　⑤ 主応力

B群

ミーゼスの条件，フックの法則，モールの応力円，

オイラーの理論，カスティリアノの定理

Ⅲ－2　一辺の長さa＝4［cm］の正方形断面で長さl＝2［m］の軟鋼棒の軸方向に引張荷重P＝336［kN］を加えた。このとき，軟鋼棒に発生する引張応力σと伸び量δの組合せとして，最も適切なものはどれか。なお，縦弾性係数（ヤング率）をE＝210［GPa］とする。

① σ＝21［MPa］，δ＝0.2［mm］

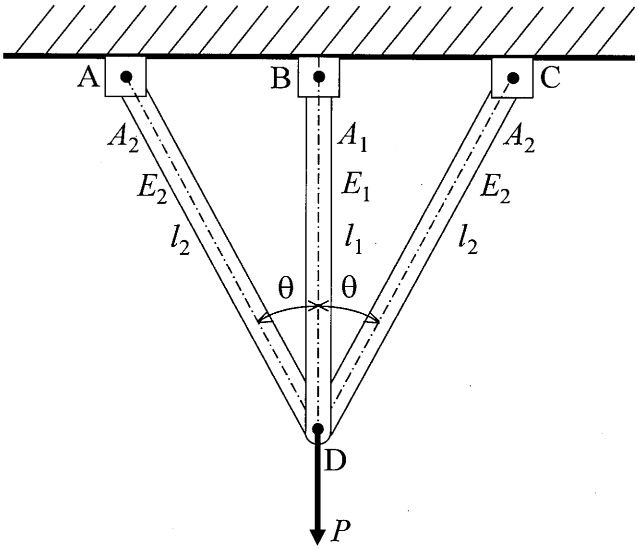
② σ＝21［MPa］，δ＝2.0［mm］

③ σ＝210［MPa］，δ＝0.2［mm］

④ σ＝210［MPa］，δ＝2.0［mm］

⑤ σ＝210［MPa］，δ＝20［mm］

Ⅲ－３　下図に示すように，３本の棒AD，BD，CDからなるトラス構造において，棒BDはヤング率E_1，断面積A_1，長さl_1，棒ADとCDは同じヤング率E_2，同じ断面積A_2，同じ長さl_2であり，左右対称である。また，棒ADと棒BDのなす角度と棒CDと棒BDのなす角度は共にθである。D点に下向きの力Pが作用するとき，棒BDに生じる軸力T_1と棒AD，CDに生じる軸力T_2の組合せとして，最も適切なものはどれか。



① $T_1=\dfrac{P}{1+2\cos\theta\left(A_2E_2/A_1E_1\right)}$ ，$T_2=\dfrac{P}{\left(A_1E_1/A_2E_2\right)+2\cos\theta}$

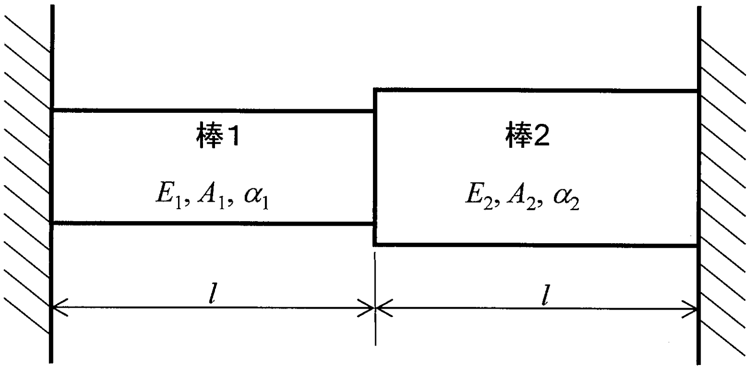
② $T_1=\dfrac{P}{1+\cos\theta\left(A_2E_2/A_1E_1\right)}$ ，$T_2=\dfrac{P}{\left(A_1E_1/A_2E_2\right)+\cos\theta}$

③ $T_1=\dfrac{P}{1+\cos^3\theta\left(A_1E_1/A_2E_2\right)}$ ，$T_2=\dfrac{P\cos^2\theta}{\left(A_1E_1/A_2E_2\right)+\cos^3\theta}$

④ $T_1=\dfrac{P\cos\theta}{\cos\theta+2\left(A_2E_2/A_1E_1\right)}$ ，$T_2=\dfrac{P}{\cos^2\theta\left(A_1E_1/A_2E_2\right)+2\cos\theta}$

⑤ $T_1=\dfrac{P}{1+2\cos^3\theta\left(A_2E_2/A_1E_1\right)}$ ，$T_2=\dfrac{P\cos^2\theta}{\left(A_1E_1/A_2E_2\right)+2\cos^3\theta}$

Ⅲ－４　下図に示すように，長さがlの棒１と棒２が接合され，剛体壁に取り付けられている。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。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 $\sigma_1 = \dfrac{-(\alpha_1+\alpha_2)A_2E_1E_2}{A_1E_1+A_2E_2}\Delta T$

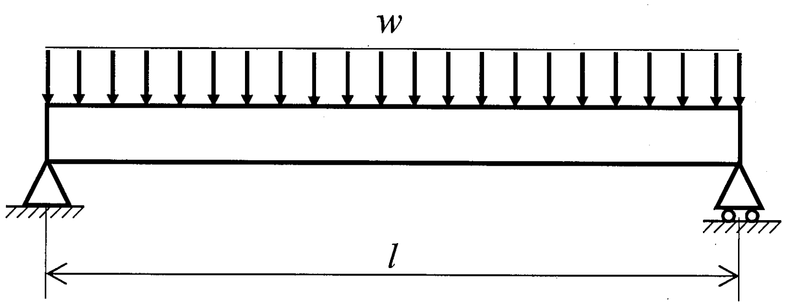
② $\sigma_1 = \dfrac{-(\alpha_1-\alpha_2)A_2E_1E_2}{A_1E_1+A_2E_2}\Delta T$

③ $\sigma_1 = \dfrac{(\alpha_1-\alpha_2)A_2E_1E_2}{A_1E_1+A_2E_2}\Delta T$

④ $\sigma_1 = \dfrac{(\alpha_1-\alpha_2)A_2E_1E_2}{A_1E_1-A_2E_2}\Delta T$

⑤ $\sigma_1 = \dfrac{-(\alpha_1+\alpha_2)A_2E_1E_2}{A_1E_1-A_2E_2}\Delta T$

Ⅲ－５　下図に示すように，一様断面の長さlの単純支持はりに等分布荷重wが作用している。はりの最大曲げモーメントM_{max}として，最も適切なものはどれか。



① $M_{max}=wl^2$

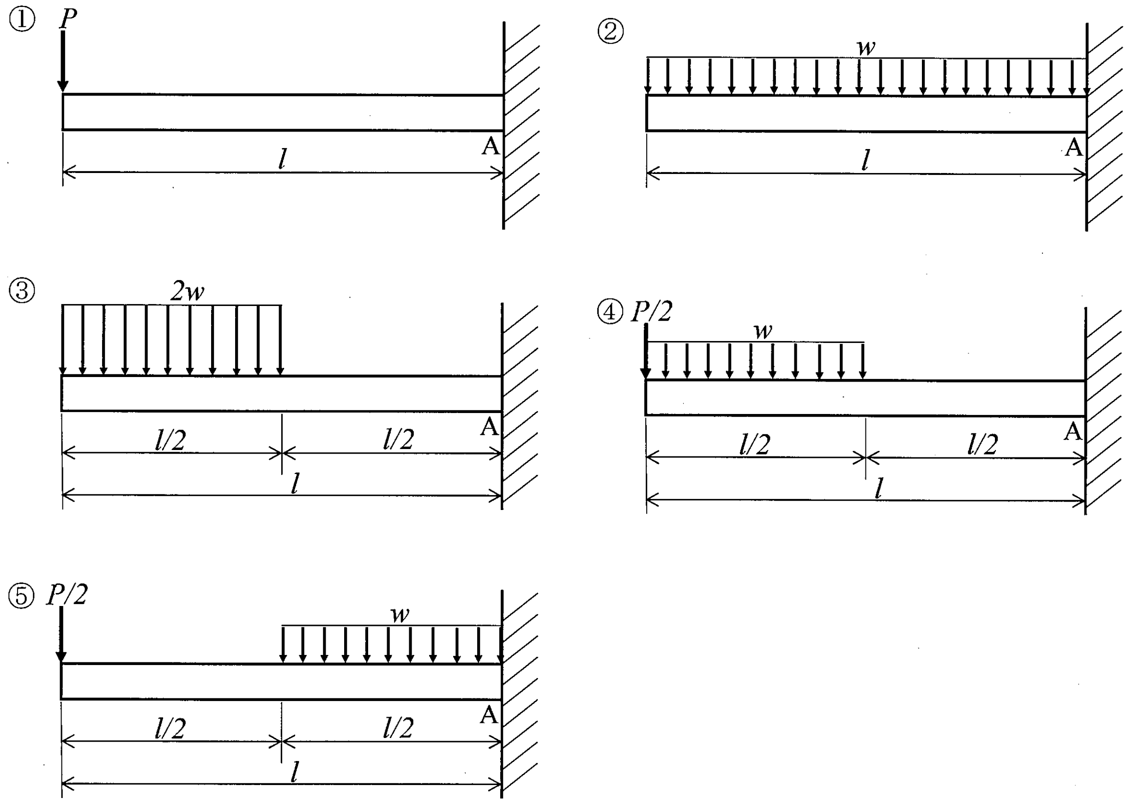
② $M_{max}=\dfrac{wl^2}{2}$

③ $M_{max}=\dfrac{wl^2}{4}$

④ $M_{max}=\dfrac{wl^2}{8}$

⑤ $M_{max}=\dfrac{wl^2}{16}$

Ⅲ－６　下図に示すように，一様断面の長さlの片持ちはりに，集中荷重及び等分布荷重のいずれか一方，若しくは両方が作用している。図中のPは集中荷重，wは等分布荷重を表し，Pとwの間には$P=wl$の関係がある。このとき，固定端（A点）における反力の大きさがPとなり，曲げモーメントの大きさが$\frac{3}{4}Pl$となる片持ちはりの荷重のかけ方として，最も適切なものはどれか。ただし，反力と曲げモーメントの正負は問わない。



Ⅲ－７　軸直径$d=40$［mm］の中実丸軸を回転数$N=2000$［rpm］で回転させて動力を伝達する。軸材料の許容せん断応力を$\tau_a=100$［MPa］とするとき，最大伝達動力H_{max}に最も近い値はどれか。

① $H_{max}=132$［kW］

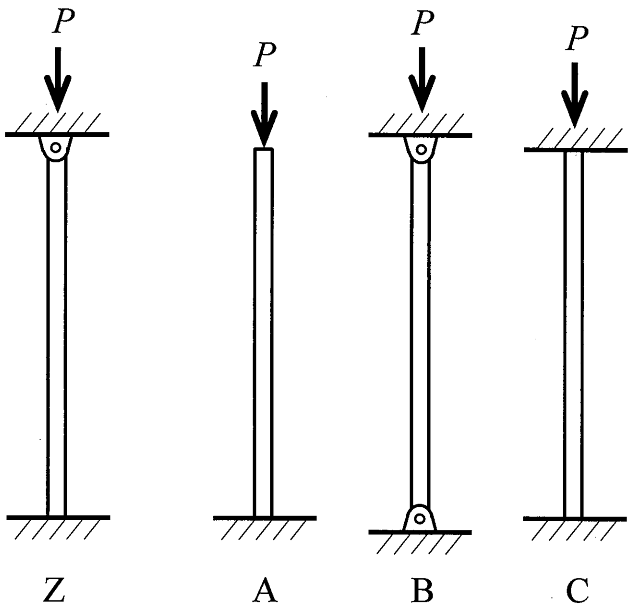
② $H_{max}=263$［kW］

③ $H_{max}=526$［kW］

④ $H_{max}=1053$［kW］

⑤ $H_{max}=2106$［kW］

Ⅲ－８　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 $P_Z \fallingdotseq \dfrac{2\pi^2 EI}{L^2}$ 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 $P_A = 0.5P_Z$，$P_B = 2P_Z$，$P_C = 8P_Z$

② $P_A = 0.25P_Z$，$P_B = 2P_Z$，$P_C = 4P_Z$

③ $P_A = 0.25P_Z$，$P_B = 0.5P_Z$，$P_C = 2P_Z$

④ $P_A = 0.125P_Z$，$P_B = 0.25P_Z$，$P_C = 4P_Z$

⑤ $P_A = 0.125P_Z$，$P_B = 0.5P_Z$，$P_C = 2P_Z$

Ⅲ－９　平面応力状態における応力成分に関する次の記述のうち，最も不適切なものはどれか。

①　純粋せん断の応力状態では，主応力の和は零である。

②　主応力が作用する面と主せん断応力（最大せん断応力）が作用する面のなす角度は，45度である。

③　主応力の差は，主せん断応力（最大せん断応力）に等しい。

④　垂直応力成分の和は，座標系の取り方によらず一定である。

⑤　等二軸引張りの応力状態では，どの方向の面においてもせん断応力成分は零である。

Ⅲ－10　内径 $d=370$ [mm]，肉厚 $t=2.5$ [mm] の薄肉円筒圧力容器に内圧 $p=3.0$ [MPa] が作用するとき，容器の両端から十分離れた円筒部分に生じる円周方向応力 σ_θ と軸方向応力 σ_z の値の組合せとして，最も適切なものはどれか。

① $\sigma_\theta=111$ [MPa]，$\sigma_z=55.5$ [MPa]

② $\sigma_\theta=222$ [MPa]，$\sigma_z=111$ [MPa]

③ $\sigma_\theta=444$ [MPa]，$\sigma_z=222$ [MPa]

④ $\sigma_\theta=111$ [MPa]，$\sigma_z=222$ [MPa]

⑤ $\sigma_\theta=55.5$ [MPa]，$\sigma_z=111$ [MPa]

Ⅲ－11　次の記述の，$\boxed{\quad\quad}$ に入る語句の組合せとして，最も適切なものはどれか。

PID制御において，目標値と制御量の偏差に比例した操作を行うのがＰ制御である。偏差の積分値に比例した操作を行うのがＩ制御であり，PI制御は一般に $\boxed{\text{　ア　}}$ に有効である。また，偏差の微分値に比例した操作を行うのがＤ制御で，PD制御は一般に $\boxed{\text{　イ　}}$ に有効である。

	ア	イ
①	定常偏差の除去	むだ時間の低減
②	定常偏差の除去	応答性の向上
③	応答性の向上	定常偏差の除去
④	むだ時間の低減	応答性の向上
⑤	応答性の向上	むだ時間の低減

Ⅲ－12　下図に示すフィードバック制御系が安定に動作するためのゲイン K の範囲として，最も適切なものはどれか。

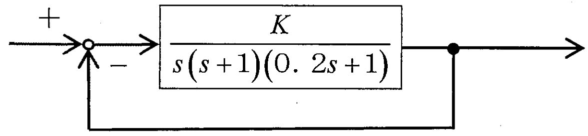
① $0 < K < 1.2$

② $0 < K < 2$

③ $0 < K < 6$

④ $0 < K < 15$

⑤ $0 < K < 30$

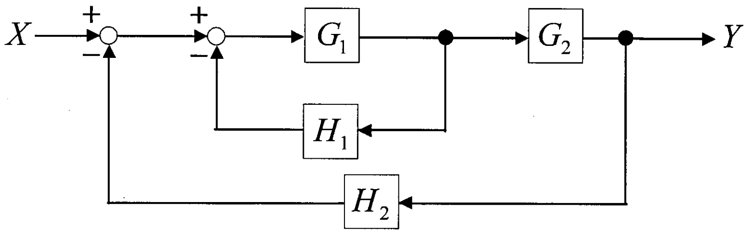


Ⅲ－13　伝達関数をグラフ表現する方法に関する次の記述の，$\boxed{}$に入る語句の組合せとして，最も適切なものはどれか。

周波数伝達関数$G(j\omega)$をグラフ表現する方法の１つに$\boxed{ア}$がある。$\boxed{ア}$は，角周波数ωを0から$+\infty$まで変化させたときの複素数$G(j\omega)$を複素平面上にプロットしたもので，伝達関数の周波数特性であるゲインや位相が一目でわかり，ナイキスト安定判別にも用いられる。もう１つの方法が$\boxed{イ}$である。$\boxed{イ}$は，ゲイン線図と位相線図から構成され，角周波数ωとゲイン，角周波数ωと位相の関係が陽に示されているので，周波数特性を定量的に評価するのに適している。一方，$\boxed{ウ}$は，一巡伝達関数$w=P(s)$で表されるシステムに対して，複素平面上においてsを規定の閉曲線上で動かしたときの複素数wを複素平面上にプロットしたものである。

	ア	イ	ウ
①	根軌跡	ボード線図	ベクトル軌跡
②	根軌跡	ナイキスト線図	ボード線図
③	ベクトル軌跡	ナイキスト線図	根軌跡
④	ベクトル軌跡	ボード線図	ナイキスト線図
⑤	ボード線図	ベクトル軌跡	ナイキスト線図

Ⅲ－14　下図のブロック線図の入力Xと出力Yの間の伝達関数として，最も適切なものはどれか。



① $\dfrac{G_1G_2}{1+H_1G_1+H_2G_1G_2}$

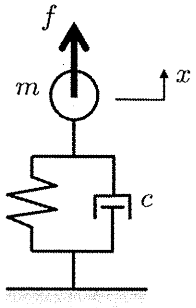
② $\dfrac{G_1G_2}{1+H_1H_2G_1G_2}$

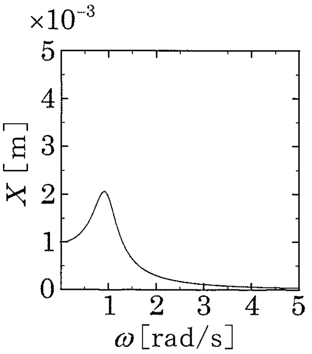
③ $\dfrac{H_1G_1G_2}{1+H_2G_1G_2}$

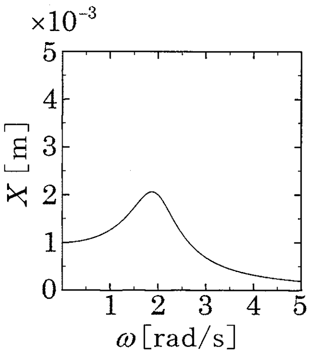
④ $\dfrac{G_1G_2}{1+H_1G_1G_2+H_2G_1G_2}$

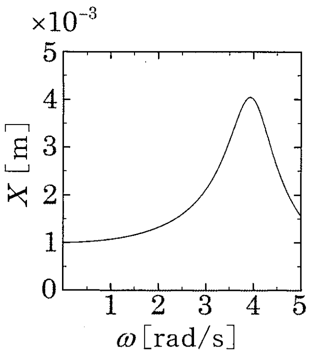
⑤ $\dfrac{H_1G_1+H_2G_2}{1+H_1G_1+H_2G_2+H_1H_2G_1G_2}$

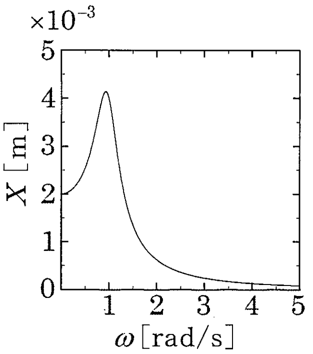
Ⅲ－15　下図に示す，質量 $m=1$［kg］の物体，ばね定数 $k=4$［N/m］のばね，粘性減衰係数 $c=1$［N/(m/s)］のダンパからなる１自由度振動系において，振幅 F が0．004［N］，角振動数 ω の周期的な力 $f=F\sin\omega t$ が物体に作用するとき，物体の変位は $x=X\sin(\omega t+\varphi)$ と表される。このとき，物体の変位 x の振幅 X と作用する力の角振動数 ω の関係を表す周波数応答線図として，最も適切なものはどれか。

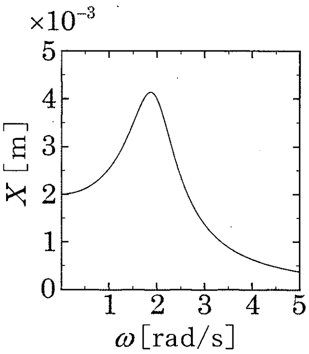


①


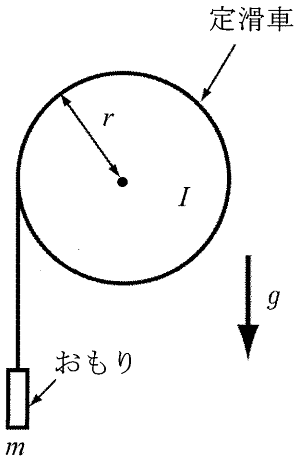
②


③


④


⑤


Ⅲ－16　下図のように慣性モーメントI，半径rの定滑車に質量の無視できる伸びないロープがまかれ，ロープの一端につけられたおもり（質量m）が重力によって落下するときの加速度として，最も適切なものはどれか。ただし，定滑車は摩擦なく回転し，定滑車とロープとの間にすべりはないものとする。また，重力は図のように下向きに作用し，重力加速度をgとする。



① $\dfrac{mg}{m+I}$

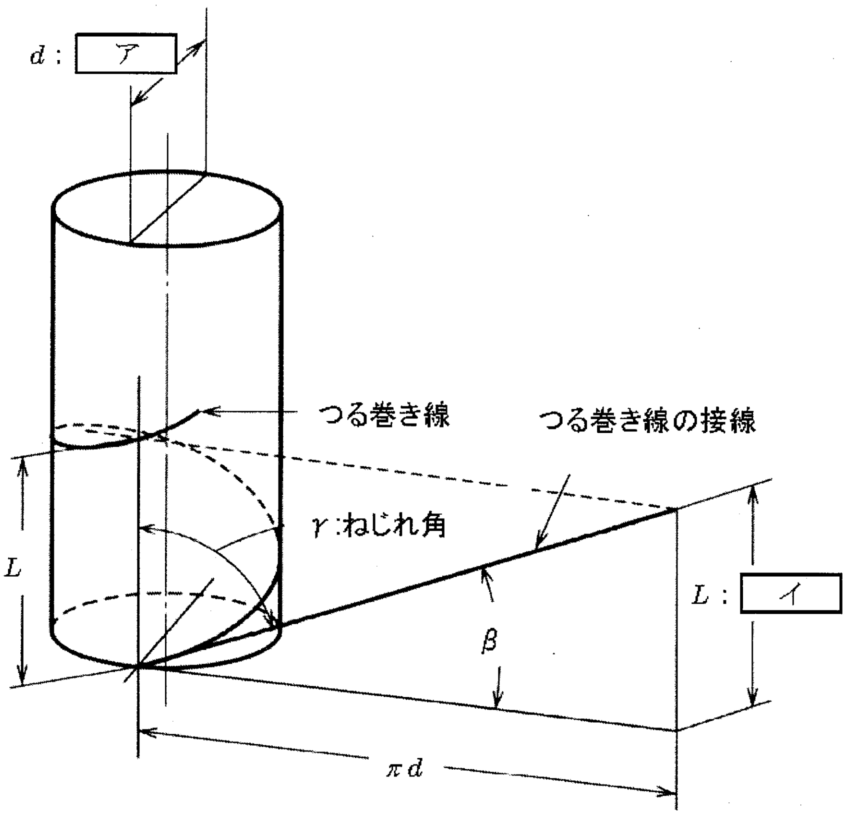
② mg

③ $\dfrac{2mr^2g}{mr^2+2I}$

④ $\dfrac{mr^2g}{mr^2-I}$

⑤ $\dfrac{mr^2g}{mr^2+I}$

Ⅲ－17　下図は，ねじの原理を表している。図及び次の記述の，$\boxed{\text{ア}}$ ～ $\boxed{\text{ウ}}$ に入る語句の組合せとして，最も適切なものはどれか。



L は，ねじを１周回転させたときに軸方向に進む距離であり，図中の記号を使うと $\boxed{\text{ウ}}$ の式で表すことができる。

	ア	イ	ウ
①	有効径	リード	$L = \pi d \tan\beta$
②	山径	ピッチ	$L = \pi d \sin\beta$
③	谷径	リード	$L = \pi d \cos\beta$
④	有効径	リード	$L = \pi d \tan^{-1}\beta$
⑤	有効径	ピッチ	$L = \pi d \tan\beta$

Ⅲ－18　横振動するはりの支持条件として，自由端，固定端，単純支持端などがある。支持条件と境界条件に関する次の記述のうち，最も不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。

① 単純支持端では，たわみが零（$w(x)=0$）を満たす。

② 固定端では，たわみ角が零（$dw(x)/dx=0$）を満たす。

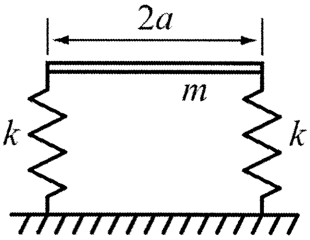
③ 自由端では，曲げモーメントが零（$d^2w(x)/dx^2=0$）を満たす。

④ 自由端では，せん断力が零（$d^3w(x)/dx^3=0$）を満たす。

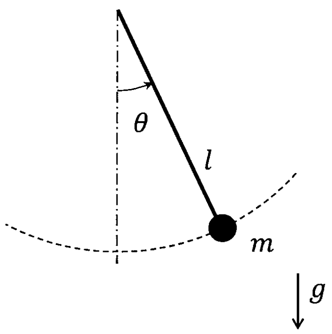
⑤ 単純支持端では，曲げモーメントが零（$d^2w(x)/dx^2=0$）を満たさない。

Ⅲ－19　下図のように，質量 m，長さ $2a$ で断面積及び密度の一様な剛体棒が，両端をばね定数 k のばねで支えられているとき，この系が微小振動する場合の並進振動と回転振動の固有角振動数として，最も適切な組合せはどれか。

	並進	回転
①	$\sqrt{\dfrac{k}{3m}}$	$\sqrt{\dfrac{k}{m}}$
②	$\sqrt{\dfrac{2k}{m}}$	$\sqrt{\dfrac{6k}{m}}$
③	$2\sqrt{\dfrac{k}{m}}$	$\sqrt{\dfrac{6k}{m}}$
④	$\sqrt{\dfrac{2k}{m}}$	$3\sqrt{\dfrac{k}{m}}$
⑤	$\sqrt{\dfrac{2k}{m}}$	$2\sqrt{\dfrac{6k}{m}}$

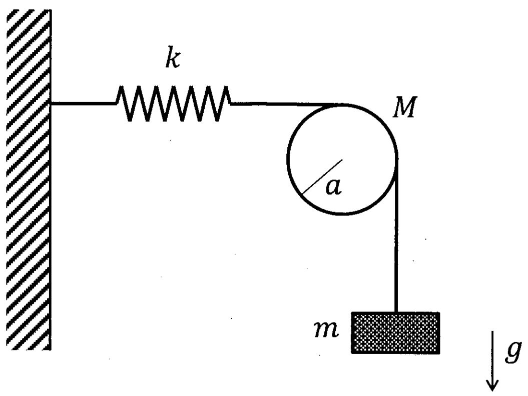


Ⅲ－20　下図のように，長さlの軽い糸の先に質量mのおもりをつけた単振り子に，最下点で水平にv_0の初速を与える。ここでv_0が小さいとき，おもりの運動は鉛直面内の最下点付近に限られ，$\theta = A\sin(\omega t)$ と表されるような，最下点を中心とした単振動を行う。このとき角度の振幅Aとして，最も適切なものはどれか。ここで，θは最下点からの角度，ωは角振動数である。また，gは重力加速度とする。



①　$\dfrac{\sqrt{lg}}{2v_0}$　　②　$\dfrac{\sqrt{lg}}{v_0}$　　③　$\dfrac{v_0}{\sqrt{lg}}$　　④　$\dfrac{2v_0}{\sqrt{lg}}$　　⑤　$\sqrt{\dfrac{g}{l}}$

Ⅲ－21　下図のように，ばね定数kのばね，半径a，質量Mの円板状の滑車，質量mのおもり，及び質量が無視できるひもから成る系がある。このおもりは，つりあいの位置を中心に上下に振動することができる。このときの周期として，最も適切なものはどれか。ただし，滑車とひもの間にはすべりがないとする。



①　$2\pi\sqrt{\dfrac{M+m}{k}}$

②　$2\pi\sqrt{\dfrac{k}{M+m}}$

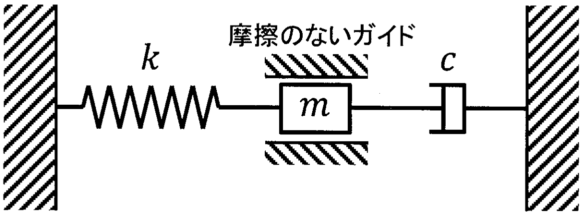
③　$2\pi\sqrt{\dfrac{M+\frac{1}{2}m}{k}}$

④　$2\pi\sqrt{\dfrac{\frac{1}{2}M+m}{k}}$

⑤　$\pi\sqrt{\dfrac{M+m}{k}}$

Ⅲ－22　下図の１自由度の直線振動系において，質量m＝1[kg]，ばね定数k＝100[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 1 [Ns/m]
② 2 [Ns/m]
③ 3.3 [Ns/m]
④ 10 [Ns/m]
⑤ 20 [Ns/m]



Ⅲ－23　温度270Kの熱源から吸熱し，温度300Kの熱源へ放熱する冷凍機がある。この冷凍機の成績係数（COP）の最大値に最も近い値はどれか。

① 0.10　② 0.11　③ 9.0　④ 10　⑤ 20

Ⅲ－24　次の記述の，[ ]に入る語句の組合せとして，最も適切なものはどれか。

温度境界層厚さと速度境界層厚さの比は[ア]に依存する。

熱伝達率の無次元数は[イ]であり，強制対流の場合は一般に[ア]と[ウ]の関数で表される。

垂直に置かれた加熱板上の自然対流では局所[エ]が約10^9以上の値になると乱流に遷移する。

	ア	イ	ウ	エ
①	プラントル数	ペクレ数	レイノルズ数	ヌセルト数
②	レイノルズ数	ヌセルト数	プラントル数	レイリー数
③	プラントル数	ヌセルト数	レイノルズ数	レイリー数
④	ヌセルト数	プラントル数	レイリー数	レイノルズ数
⑤	レイノルズ数	ペクレ数	プラントル数	レイリー数

Ⅲ－25　黒体面の屋根（3m×5m）に太陽エネルギー（1kW/m^2）が垂直に入射し，同時に屋根からふく射によりエネルギーが放射している場合を考える。屋根温度が70℃のとき，入射と放射の差として，屋根が受け取るエネルギー量に最も近い値はどれか。ただし，ステファンボルツマン定数を5.67×10^{-8}W/(m^2・K^4)とし，対流による放熱は無視できるものとする。

① 0.2［kW］

② 3.2［kW］

③ 9.1［kW］

④ 12.6［kW］

⑤ 15.0［kW］

Ⅲ－26　絶対圧力14［MPa］における乾き度0.85の湿り蒸気の比エンタルピーに最も近い値はどれか。ただし，この圧力における飽和水及び飽和蒸気の比エンタルピーを，それぞれ1571［kJ/kg］，2638［kJ/kg］とする。

① 396［kJ/kg］

② 1731［kJ/kg］

③ 2105［kJ/kg］

④ 2242［kJ/kg］

⑤ 2478［kJ/kg］

Ⅲ－27　フィン（拡大伝熱面）に関する次の（ア）～（オ）の記述のうち，不適切なものの組合せはどれか。

（ア）フィンは気体と液体の熱交換だけでなく，気体と気体の熱交換にも用いられる。

（イ）フィンを密に設置することで流体の流動抵抗が低下し，伝熱が促進される。

（ウ）実際のフィン効率ηの値は$0 < \eta < 1$となる。

（エ）定常状態では矩形フィン内部の熱流束は場所によらず一定値となる。

（オ）熱交換器の伝熱面にフィンを用いることで，高温流体と低温流体の間の総括熱抵抗は小さくなる。

①　（ア）と（エ）

②　（イ）と（オ）

③　（ア）と（ウ）

④　（イ）と（エ）

⑤　（ウ）と（オ）

Ⅲ－28　均一な物質で構成される閉じた系に，エントロピーの定義と熱力学の第一法則より，$T\mathrm{d}s = \mathrm{d}u + p\mathrm{d}v$が得られる。ここで，$T$は温度，$s$は比エントロピー，$u$は比内部エネルギー，$p$は圧力，$v$は比体積である。この式を使って，状態１から状態２に至る理想気体のエントロピー変化Δsを求めた結果として，最も適切なものはどれか。ただし，c_v，Rはそれぞれ，定積比熱，気体定数とし，添え字の１，２は状態１，状態２を意味する。

①　$\Delta s = c_v \ln\left(\dfrac{T_1}{T_2}\right) + R\left(\dfrac{v_1}{v_2}\right)$

②　$\Delta s = c_v \ln\left(\dfrac{T_1}{T_2}\right) + R\ln\left(\dfrac{v_1}{v_2}\right)$

③　$\Delta s = c_v \left(\dfrac{T_1}{T_2}\right) + R\ln\left(\dfrac{v_1}{v_2}\right)$

④　$\Delta s = c_v \ln\left(\dfrac{T_2}{T_1}\right) + R\ln\left(\dfrac{v_2}{v_1}\right)$

⑤　$\Delta s = c_v \ln\left(\dfrac{T_2}{T_1}\right) + R\left(\dfrac{v_2}{v_1}\right)$

Ⅲ－29　蒸気タービンに流入，流出する流れを考える。流入部の流速を20［m/s］，エンタルピーを3502［kJ/kg］とする。流出部の流速を60［m/s］，エンタルピーを2500［kJ/kg］とする。タービン内を通過する流体は，断熱変化すると仮定する。また，重力の影響は無視する。このとき，タービンを通過する単位質量あたりの蒸気が行う仕事として，最も近い値はどれか。

① 1000［kJ/kg］

② 598［kJ/kg］

③ 2298［kJ/kg］

④ 7602［kJ/kg］

⑤ 6004［kJ/kg］

Ⅲ－30　下図に示すようなつり合い状態を考える。図中の寸法は［mm］で記載してある。圧力 p_A と圧力 p_B の差，$\Delta p = p_A - p_B$ に最も近い値はどれか。ただし，グリセリン，ベンジン，水銀の密度は，各々，$\rho_A = 1.26 \times 10^3$［kg/m³］，$\rho_B = 7.16 \times 10^2$［kg/m³］，$\rho_S = 1.35 \times 10^4$［kg/m³］とする。また重力加速度は，9.8［m/s²］とする。

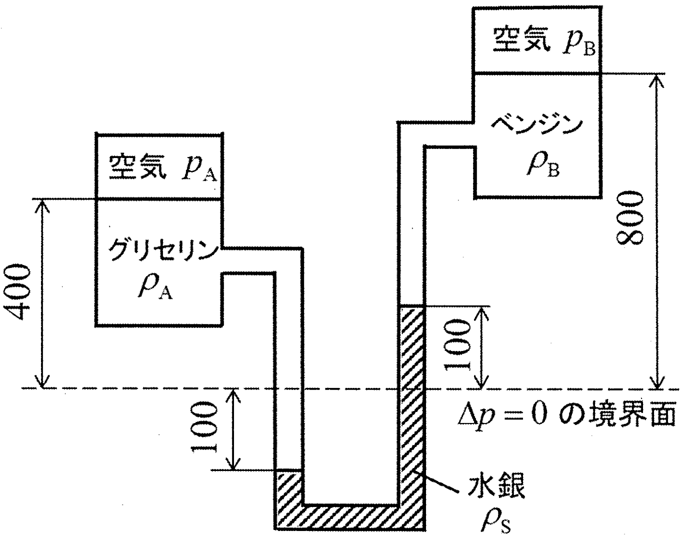
① -2.57×10^3［Pa］

② -2.52×10^4［Pa］

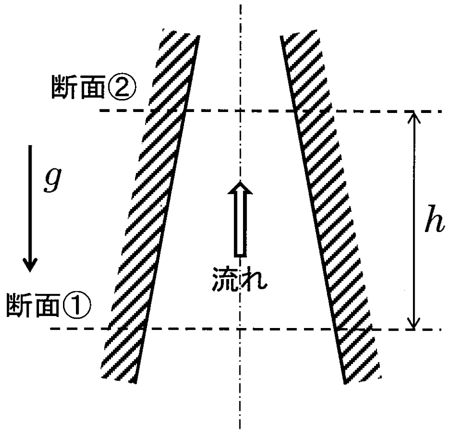
③ 2.52×10^4［Pa］

④ 3.75×10^4［Pa］

⑤ -3.75×10^4［Pa］



Ⅲ－31　鉛直下向きに重力が作用する縮小管がある。管内を上向きに水が流れているとき，図中の断面①と断面②の圧力差Δpを与える式として，最も適切なものはどれか。ただし，断面①，②の面積はそれぞれA，$A/2$であり，水の密度はρ，体積流量はQ，高さの差はh，重力加速度はgとし，圧力損失は無視できるとしてよい。



①　ρgh

②　$\rho gh+\dfrac{3\rho Q^2}{2A^2}$

③　$\rho gh-\dfrac{3\rho Q^2}{2A^2}$

④　$\rho gh+\dfrac{\rho Q}{2A}$

⑤　$\rho gh-\dfrac{\rho Q}{2A}$

Ⅲ－32　渦の中心を原点にとり，円柱座標系(r,θ)で表したときに，周方向の速度成分V_θが，$V_\theta(r)=Cr$（Cは定数）の分布を持つ２次元渦構造を考える。このときの圧力分布pとして，最も適切な式はどれか。ただし，流体の密度をρ，原点の圧力をp_0とする。

①　$p=p_0+\dfrac{1}{2}\rho C^2r^2$

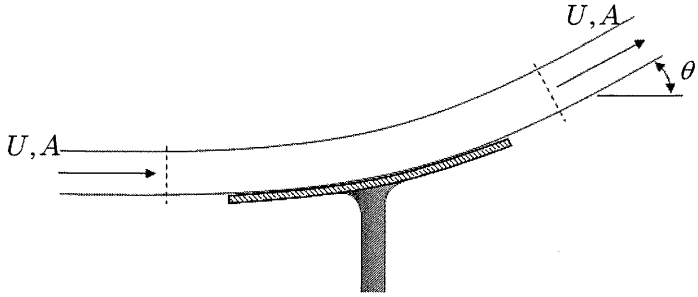
②　$p=p_0+\rho Cr$

③　$p=p_0$

④　$p=p_0-\rho Cr$

⑤　$p=p_0-\dfrac{1}{2}\rho C^2r^2$

Ⅲ－33　下図に示すように，流速U，断面積Aの噴流が，固定曲面に沿って速さを変えることなく流れ，その方向がθだけ上方に曲げられたとする。噴流が固定曲面に及ぼす力の大きさを表す式として，最も適切なものはどれか。ただし，液体の密度はρ，大気圧はp_0とする。また，重力の影響は無視して良い。



① $\left(p_0+\dfrac{1}{2}\rho U^2\right)A$

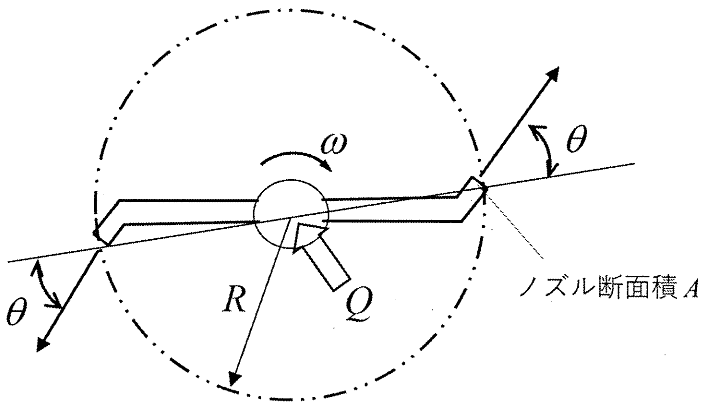
② $\dfrac{1}{2}\rho AU^2$

③ ρAU^2

④ $\rho AU^2\sin\theta$

⑤ $\rho AU^2\sqrt{2(1-\cos\theta)}$

Ⅲ－34　下図に示すような２本のノズルを持つスプリンクラーの中心に，流量Qの水が供給されている。中心からノズル先端までの長さをR，ノズルの断面積をA，ノズルの噴出方向が半径方向となす角をθとする。スプリンクラーには，トルクは働かず，一定の角速度で回転しているとする。このとき，スプリンクラーの角速度ωを与える式として，最も適切なものはどれか。



① $\omega=\dfrac{Q}{RA}\sin\theta\cos\theta$

② $\omega=\dfrac{Q}{RA}\sin\theta$

③ $\omega=\dfrac{Q}{2RA}\cos\theta$

④ $\omega=\dfrac{Q}{2RA}\sin\theta$

⑤ $\omega=\dfrac{Q}{RA}\cos\theta$

Ⅲ－35　入口と出口の圧力差が一定に保たれている内径Dの円管内部の流れを考える。流量Qと円管内径D及び流体の粘性係数μの関係に関する次の記述のうち，最も適切なものはどれか。ただし，円管内の流れは十分発達した非圧縮定常流れとし，層流状態であるとする。

①　Qは，Dの１乗に比例し，μに反比例する。

②　Qは，Dの２乗に比例し，μに反比例する。

③　Qは，Dの４乗に比例し，μに反比例する。

④　Qは，Dの２乗に比例し，μの２乗に反比例する。

⑤　Qは，Dの２乗に比例し，μに依存しない。