






1 機械部門【必須科目 I】

I 次の20問題のうち15問題を選び解答せよ。(解答欄に1つだけマークすること。)

I-1 図面表示のあいまい性をなくすため、図面への幾何公差の設定と普及が進められている。JIS B 0021 に示されている幾何公差の記号と種類の組合せとして、最も不適切なものはどれか。

- ①  線の輪郭度公差 ②  位置度公差
- ③  平行度公差 ④  同心度公差 (中心点に対して)
- ⑤  傾斜度公差

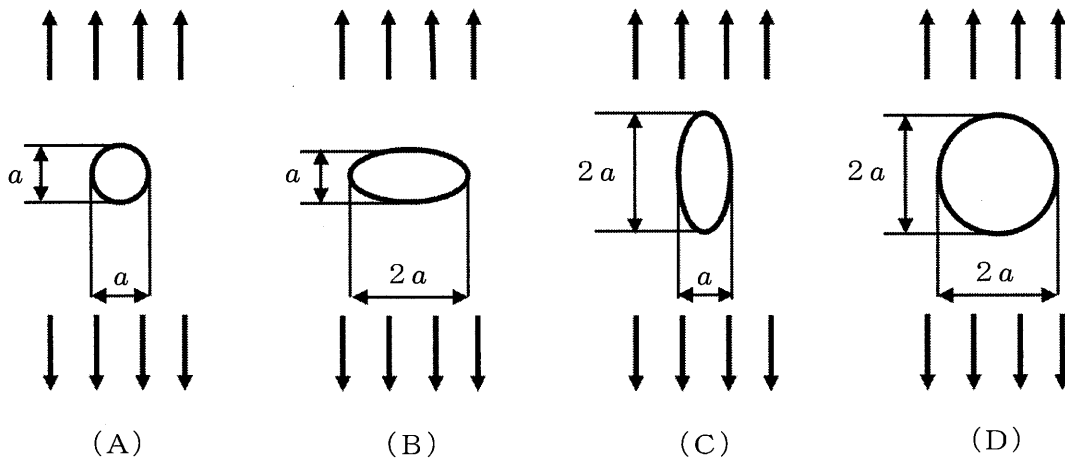
I-2 機械要素に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 平歯車の歯数をピッチ円直径で除した値をモジュールといい、標準平歯車同士が滑らかに噛み合いながら回転するにはモジュールが等しくなければならない。
- ② インボリュート歯車は、歯切りが簡単であり、取付け中心間距離に多少の誤差が生じても歯のかみ合いに大きな影響を及ぼさない。
- ③ 滑り軸受では、軸が回転し始めると、軸と軸受との隙間に潤滑油が引き込まれて油膜圧力が発生し、軸が浮上し軸受荷重と釣り合う位置で安定に作動する。
- ④ カム機構とは、ある形状をした部材(カム)に回転又は直線の動きをさせて、これに接触している部材に周期的な往復直線運動や往復揺動運動などを与える機構である。
- ⑤ 複数の棒状の部材を回転できるようピンで結合し、1つの部材に運動を与えることで、別の運動に変える機構をリンク機構という。

I-3 先端に集中荷重が負荷される一様円形断面の片持ちはりを考える。先端に同じ大きさの荷重を加え、はりの長さが3倍に、かつ直径が3倍になった場合、はりの先端のたわみとはり付け根の最大曲げ応力はそれぞれ元の形状の場合の何倍になるか。

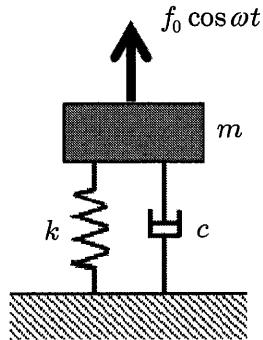
- ① たわみは27倍に、また応力は1/27倍になる。
- ② たわみは1/3倍に、また応力は1/9倍になる。
- ③ たわみは3倍に、また応力は3倍になる。
- ④ たわみは1/3倍に、また応力は1/3倍になる。
- ⑤ たわみは1/3倍に、また応力は1/27倍になる。

I-4 下図に示す円孔又はだ円孔を有する4種類の無限平板がある。これらの無限平板が図に示す矢印の方向に一樣引張荷重を受ける場合、孔縁に生ずる荷重方向の応力集中係数の最大値の関係として、最も適切なものはどれか。



- ① $B = C > A = D$ ② $A > B = D > C$ ③ $A = B > C = D$
- ④ $B > A = D > C$ ⑤ $A > B > C > D$

I-5 下図のように、質量 m の質点をばね定数 k のばねと減衰係数 c のダッシュポットで支えた1自由度振動系に調和加振力 $f_0 \cos \omega t$ (f_0 : 振幅, ω : 角振動数, t : 時間) が作用している。この振動系に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。



- ① m を大きくすると固有振動数は低くなり, k を大きくすると固有振動数は高くなる。
- ② c を大きくすると共振振幅が小さくなり, この共振振幅の大きさは c にのみに依存する。
- ③ ω を徐々に変化させて固有振動数に近づけると, 振動振幅は急に大きくなる。
- ④ 固有振動数を超えて ω を増大させていくと, 振動振幅は徐々に0に近づく。
- ⑤ c が小さい場合に ω を変化させると, ω が固有振動数近傍を境に応答の位相は大きく変化する。

I-6 下図に示すような入力 $r(s)$ 、出力 $y(s)$ のフィードバック系において、 K を開ループゲイン、 $G(s)$ を伝達関数とする。ただし、 s はラプラス演算子である。

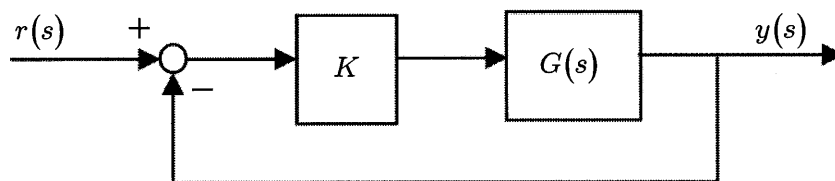
閉ループ伝達関数 $T(s)$ は

$$T(s) = \frac{y(s)}{r(s)} = \frac{KG(s)}{1+KG(s)}$$

であり、伝達関数 $G(s)$ が s の多項式を用いて

$$G(s) = \frac{N(s)}{D(s)}$$

と表されるとき、フィードバック系の特性方程式として、最も適切なものはどれか。



- ① $KN(s) = -1$
- ② $D(s) + KN(s) = -1$
- ③ $KN(s) = 0$
- ④ $D(s) + KN(s) = 0$
- ⑤ $D(s) + KN(s) = 1$

I-7 ガスタービンと蒸気タービンを組み合わせたコンバインドサイクル発電は、高効率であり、環境性・運用性も優れていることから、LNG焚発電プラントとして数多く運用されている。コンバインドサイクル発電に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ガスタービン入口温度が高いほど、ガスタービンの比出力と熱効率は増加するが、高温ガスにさらされるタービン翼の冷却を強化する必要がある。
- ② コンバインドサイクル発電の高効率化には、ガスタービン入口温度の高温化と、それに応じて圧力比を最適値に増大させる必要がある。
- ③ コンバインドサイクル発電の排熱回収ボイラでは、燃料を使用することなく、ガスタービン排気ガスの保有する廃熱のみを利用して、水から蒸気を製造する。
- ④ コンバインドサイクル発電ではガスタービンをボトムングに、蒸気タービンをトップングに使用するため、エネルギー効率が低い。
- ⑤ ガスタービンの高温部材として使用される金属材料は、高温クリープ強度が材料選定上重要なポイントになる。

I-8 次の(ア)～(オ)の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- (ア) オットーサイクルは、可逆断熱圧縮・可逆等積加熱・可逆断熱膨張・可逆等積冷却からなるサイクルで、火花点火機関の理論サイクルである。
- (イ) 水車には、衝動水車と反動水車があり、フランシス水車は衝動水車に、ペルトン水車は反動水車に分類される。
- (ウ) 貫流ボイラは、蒸気と水の分離用のドラムがなく、高圧用に適しているが、十分に処理された水を用いる必要がある。
- (エ) 風力発電で用いられる風車には水平軸形風車と垂直軸形風車があるが、水平軸形風車にはダリウス風車、垂直軸形風車には多翼風車がある。
- (オ) 蒸気タービンには、復水タービンと背圧タービンがあるが、背圧タービンは産業用で動力とともに作業用低圧蒸気を必要とする場合に用いられる。

- ① ア, ウ, オ ② ア, イ, オ ③ ウ, エ, オ
- ④ ア, イ, エ ⑤ イ, ウ, エ

I-9 燃料 1 kg に対して供給した空気量を L [kg], 空気過剰率を μ とした燃焼について、次の(ア)～(オ)の記述のうち正しいものの組合せはどれか。ただし、空気の重量組成は近似的に酸素 23.2 %, 窒素 76.8 % とし、空気過剰率は供給した空気量と完全燃焼に必要な最小空気量との比とする。

(ア) 燃焼に利用された酸素以外の気体の合計は $(\mu - 0.232)L/\mu$ [kg] である。

(イ) 燃焼に利用された空気以外の残りの空気量は $(\mu - 1)L/\mu$ [kg] である。

(ウ) 燃焼に利用されない空気中の窒素量は $0.232L$ [kg] である。

(エ) 燃焼に利用された酸素量は $0.232L/(\mu - 1)$ [kg] である。

(オ) 燃焼に利用された空気量は L/μ [kg] である。

- ① ア, ウ, エ ② イ, エ, オ ③ ウ, エ, オ
④ ア, イ, オ ⑤ ア, イ, ウ

I-10 無次元数の物理的な意味に関する次の(ア)～(オ)の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

(ア) ヌセルト数 = (固体壁近傍での流体の熱伝導による伝熱量)/(熱伝達による伝熱量)

(イ) レイノルズ数 = (流体の慣性力)/(流体の粘性力)

(ウ) グラスホフ数 = (自然対流による浮力)/(浮力に抗する粘性力)

(エ) プラントル数 = (流体の温度伝導率)/(流体の動粘性係数)

(オ) ビオ数 = (熱伝達による伝熱量)/(固体中の熱伝導による伝熱量)

- ① ア, ウ, オ ② イ, ウ, エ ③ ア, イ, エ
④ イ, ウ, オ ⑤ ア, エ, オ

I-11 キャビテーションに関する次の(ア)～(オ)の記述のうち、誤ったものの組合せはどれか。

- (ア) キャビテーションによる壊食は、低圧部で発生したキャビテーション気泡の高圧域での圧壊に伴って生じる超音波によって起こる。
- (イ) キャビテーションは、羽根車などの動くもののほかに、固定配管などの曲り部分でも起きる。
- (ウ) キャビテーションによる壊食は、液体から気化した気泡の崩壊により起こるので、その箇所に他から空気を混入させると壊食は進行する。
- (エ) キャビテーションによる壊食は、おもに気泡発生部よりも気泡消滅部近傍で起きる。
- (オ) キャビテーションによる壊食は、金属に対する腐食の一種であるから、壊食の程度は金属の硬さには関係しない。

- ① ア, イ, ウ ② ア, ウ, オ ③ ア, エ, オ
- ④ イ, ウ, エ ⑤ イ, エ, オ

I-12 管路の水撃作用に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 管路の流速変化が大きいほど水撃作用による圧力変化は大きくなるが、管径が大きくなっても流速変化が同じならば、水撃作用による圧力変化は変わらない。
- ② 運転中のポンプの電源が瞬時に遮断された場合、ポンプ駆動軸にフライホイールが付けてあれば、水撃作用による圧力上昇や圧力降下は緩和される。
- ③ 運転中のポンプの電源が瞬時に遮断された場合、ポンプ吐出弁をゆっくり閉鎖すれば水撃作用による圧力上昇や圧力降下は緩和される。
- ④ 管路系の水の圧力波の伝播速度は水中に混入した空気量に影響され、空気量が増えるとき空気中の音速以下になることがある。
- ⑤ 水撃作用により過渡的に管路内部の圧力が低下する部位については、キャビテーションが発生し衝撃的な高圧が発生する場合もある。

I-13 切れ刃外径30 mm, 刃先の角度118度, 刃数2枚のドリルを用いた鋳鉄の穴加工において, 切削速度(切れ刃外周速度)100 m/min, 1刃当たりの送り量0.25 mmの切削条件で穴加工した場合, 板厚40 mmの鋳鉄に貫通穴をあける時間として最も近いものはどれか。

- ① 0.1秒 ② 1.5秒 ③ 5秒 ④ 10秒 ⑤ 15秒

I-14 工作機械による切削・研削加工において, びびり振動に起因する不具合が発生することがある。びびり振動に関する次の記述のうち, 最も不適切なものはどれか。

- ① びびり振動は, 発生原因から強制びびり振動と, 自励びびり振動に分けることができる。
- ② 自励びびり振動の1つである再生びびり振動とは, 前加工面の凹凸が加工時の切削力変動に影響を与える振動である。
- ③ 自励びびり振動の1つである再生びびり振動を抑制する方法として, 切削速度を常時変動させる方法がある。
- ④ バイトを用いた旋削加工では, 連続切削であることからびびり振動は生じない。
- ⑤ 切削時の切り込みを小さくすると, 一般にびびり振動の振幅は減少する。

I-15 CAD (Computer Aided Design) に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 3次元CADにおいて3次元形状を表現するモデルには、ドットモデル、サーフェスモデル、ソリッドモデルの3つがある。
- ② CADには、2次元情報のみを取り扱うことができる2次元CADと、3次元情報も取り扱うことができる3次元CADがある。
- ③ CADとは、製品の形状、その他属性データを、コンピュータの内部にデジタルデータ化し、このデータを用いて設計作業を支援するシステムである。
- ④ NURBS曲面は、B-Spline基底関数を用いて表現される曲面で、3次元空間における自由曲面表現に使用されている。
- ⑤ CSG (Constructive Solid Geometry)は、あらかじめ基本的な立体であるプリミティブを用意しておき、これにより複雑な形状を表現する。

I-16 車両の走行・運動性能に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

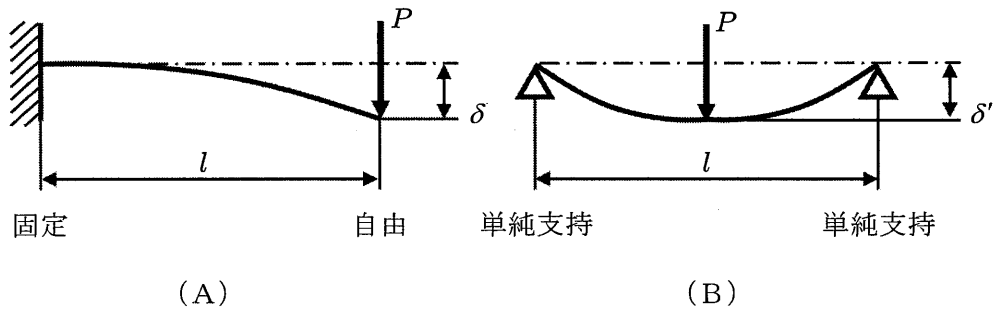
- ① オーバーステアとは、車両が定常円旋回中に車速を上げたとき、旋回半径が大きくなっていく特性である。
- ② 抗力とは、走行中の車両が受ける上下方向に作用する空気力であり、車速の2乗に比例して増加する。
- ③ ウォーターフェードとは、水溜まりを走行する場合などに、ブレーキの摩擦面が水に濡れて制動力が一時的に低下する現象である。
- ④ シミーとは、摩擦クラッチや摩擦ブレーキが作動するときにスティックスリップによって発生する駆動系のねじり共振現象である。
- ⑤ ローリングとは、車両がタイヤ接地面や横風などから横力を受け、鉛直軸周りに回転運動（又は振動）する現象である。

I-17 図 (A) に示す縦弾性係数 E 、長さ l 、断面二次モーメント I で、一端固定他端自由のまっすぐなはりの自由端に荷重 P が作用する場合の最大たわみ δ は次式で表される。

$$\delta = \frac{Pl^3}{3EI}$$

図 (B) に示す両端単純支持のはりの中央に荷重 P が作用する場合の最大たわみ δ' は、図 (A) に示したはりの最大たわみ δ の何倍になるか。

- ① 1/4 ② 1/8 ③ 1/16 ④ 1/32 ⑤ 1/64



I-18 労働安全衛生法（昭和47年法律第57号）第28条第1項の規定に基づき規定された、「産業用ロボットの使用等の安全基準に関する技術上の指針」（昭和58年9月1日、技術上の指針公示第13号）に照らして、産業用ロボットの選定に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 異常時に直ちに運転を停止することができる装置（非常停止装置）が備えられていること。
- ② 教示運転の状態において使用するマニプレータを作動させるための可搬型操作盤のスイッチは、当該スイッチから手を離れた場合に、自動的に当該産業用ロボットが運転を停止する構造のものであること。
- ③ 産業用ロボットの外面には、使用上必要な部分を除き、突起部、鋭い角、歯車の露出部等危険な部分がないこと。
- ④ 油圧によって駆動される産業用ロボットにあつては、駆動用シリンダー内の残圧を容易に、かつ、安全に開放できる構造のものであること。
- ⑤ マニプレータの関節部等に当該マニプレータの作動方向を表示することができる産業用ロボットにあつては、その作動方向が、操作盤上の当該マニプレータを作動させるためのスイッチの表示と対応して、当該関節部等に表示されているものであること。

I-19 CAE（Computer Aided Engineering）に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 近年ではモデル化手法の進化によって、CAEとCAD（Computer Aided Design）、CAM（Computer Aided Manufacturing）との統合化がすすんでいる。
- ② CAEの導入によって機能や性能の検討を、試作品を用いなくて、コンピュータ解析のみで実行することも可能になりつつある。
- ③ シミュレーションの定義とは、複雑な物理現象をある目的のために、ある切り口から必要となる現象のみ抽出し、有限要素解析法を用いて計算を行うことである。
- ④ 現象を直接的に表現し、大規模に計算機で解を求めるシミュレーションもあれば、現象を目的に応じて、設計者の経験・ノウハウ・実験結果等より単純化し、数式レベルで表現して解を求めるシミュレーションもある。
- ⑤ 実際のコンピュータシミュレーションでは、解析実行ソフトウェアだけでなく、計算領域の分割や計算条件の設定を行うプリプロセッサと計算した結果を視覚的に提示するポストプロセッサが必要となる。

I-20 下図に示すように、水平な机の上に質量 m の直方体が置かれており、直方体に結びつけられた紐により水平方向に力 f を作用させる場合を考える。力 f を時間 t の関数として、

$$f(t) = Ct^2 \quad (C \text{ は正の定数})$$

のように変化させたとき、 $t=T$ において直方体は動き始めた。机から直方体に作用する摩擦力 f_L の変化として最も適切なものはどれか。ただし、机と直方体の間の摩擦はクーロン摩擦と仮定する。

