

H18 年度 技術士第一次試験（航空宇宙部門）

IV 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。）

IV-1

一様な流れの速度  $V$  を、ピトー管（ピトー静圧管とも呼ばれる）で測った。ピトー管によって計測された全圧（よどみ点圧力）が  $P_0$ 、静圧が  $P$  であるとき、流れの速度を表す式は次のどれが最も適切か。ただし  $\rho$  は流体の密度である。

$$V = \sqrt{\frac{2(P_0 - P)}{\rho}}$$

$$V = \sqrt{\frac{P_0 - P}{\rho}}$$

$$V = 3 \sqrt{\frac{P_0 - P}{\rho}}$$

$$V = \sqrt{\frac{P_0 - P}{2\rho}}$$

$$V = \sqrt{\frac{2(P_0 - P)}{3\rho}}$$

[正解：1]

IV-2

流体の粘性係数  $\mu$  の SI 単位として正しいものは ~ のうちどれか。

（ヒント：流体の密度を  $\rho$ 、速さを  $U$ 、その中にある物体の代表的長さを  $L$  とすると、レイノルズ数  $Re$  は次の式で定義される。  $Re = UL / \mu$  ）

kg・m/s

kg・m<sup>2</sup>/s

kg・s/m

kg/(m・s)

kg・s<sup>2</sup>/m

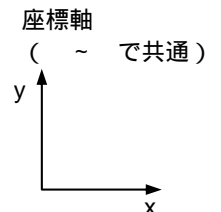
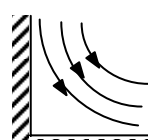
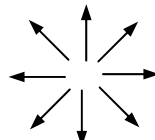
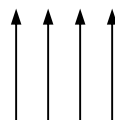
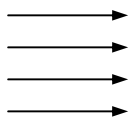
[正解：4]

IV-3

複素ポテンシャル  $w = \phi + i\psi$  が次式のように定義されたとする。（ $\phi$  はポテンシャル、 $\psi$  は流れ関数であり、どちらもスカラーである。また  $i$  は虚数単位である。）

$$w = z^2$$

この  $w$  によって表される流れの流線として、最も適当なものを ~ の中から選べ。ただし  $z$  は複素数で  $z = x + iy$  と表される。



[正解：5]

IV-4

乱流についての次の記述のうち、誤っているものはどれか。

レイノルズ数が、ある限界値を越えると、流れは層流から乱流に遷移する。

乱流は三次元渦度の不規則変動を伴う流れである。

乱流では渦による混合拡散の効果のおかげで、層流中に比べて流体中の運動量やエネルギーの輸送量が大きい。

乱流に遷移すると、表面摩擦の増大や空力過熱の増大が起こる。

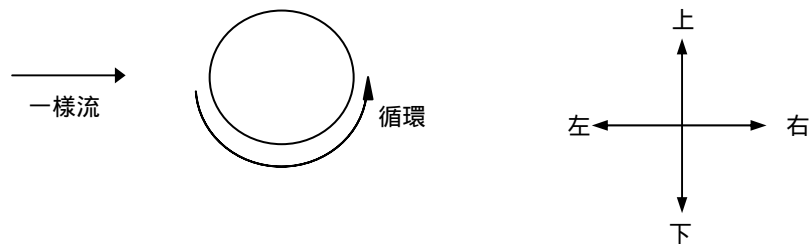
乱流境界層は層流境界層に比べて剥離しやすい。

[正解：5]

IV-5

二次元の一樣なポテンシャル流の中に円柱が置かれている。円柱の周りの流れに矢印の向きの循環を与えたとき、円柱に働く力として最も適当なものは次のうちどれか。

右向き      左向き      上向き      下向き      紙面に垂直な向き



[正解：4]

IV-6

圧力に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

圧力の単位はSI単位系では  $N/m^2 = Pa$  (パスカル) である。

圧力の強さを表すのに、絶対圧とゲージ圧がある。「ゲージ圧」 = 「絶対圧」 + 「大気圧」である。

流体の圧力は流体に接する壁面に常に垂直に働く。

静止流体中の一点における圧力は、方向によらず大きさが等しい。

密閉した容器内で静止している流体の一部に加えた圧力は、流体のすべての部分にそのままの強さで伝わる。

[正解：2]

IV-7

マッハ数に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- マッハ数は流れの速さと音速の比で定義される。
- マッハ数は流体の圧縮性の程度を示すパラメータである。
- マッハ数が1より大きい流れを超音速流と呼ぶ。
- マッハ数が1より小さい流れを遷音速流と呼ぶ。
- 垂直衝撃波の後方の流れのマッハ数は1より小さい。

[正解：4]

IV-8

人工衛星の軌道に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 軌道面と赤道面がなす角度を軌道（面）傾斜角と呼ぶ。
- 長円軌道（楕円軌道）の離心率は1より大きい。
- 静止軌道の高度は約36,000kmである。
- 軌道面に対する太陽の入射角が常に一定となる軌道を太陽同期軌道と呼ぶ。
- 長円軌道（楕円軌道）を周回する衛星の速度は、近地点において最大となる。

[正解：2]

IV-9

人工衛星を設計する際に考慮すべき地球周辺の宇宙環境に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- バンアレン帯（または、ヴァン・アレン帯）の放射線は、主として銀河系から飛来する宇宙線に起因する。
- 人工的な宇宙ゴミ（宇宙デブリ）は、近年の有効な対策によって急激にその数が減少している。
- アルベドは、地球のもつ平均温度（254K）の黒体と等価なエネルギー分布をもつ。
- 地球周囲の磁場を双極磁場で近似する場合、その軸は地球の自転軸に一致する。
- 高度200～600kmの高層大気の主成分は、酸素原子である。

[正解：5]

IV-10

人工衛星のサブシステムや機器に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

太陽電池パドルに使用される各種太陽電池セルのうち、ガリウムヒ素セルはシリコンセルに比較して耐放射線特性に優れている。

人工衛星の熱制御系を設計する際、対流は熱の移動機構としては通常考慮する必要がない。ゼロ・モーメンタム方式の三軸姿勢制御系では、ヨーセンサは不要である。

制御系に使用される各種センサのうち、太陽センサは食の期間に機能が止まるという欠点をもつ。

静止衛星の蓄電池の許容放電深度は、一般に中低軌道衛星に比較して深くできる。

[正解：3]

IV-11

宇宙環境利用実験に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

一般に、落下塔を用いる実験では、航空機の放物飛行を用いる微小重力実験に比較して優れた質の微小重力レベルが得られる。

航空機の放物飛行を用いる微小重力実験は、1回の飛行で複数回の実験が可能であるが、1回の実験時間は小型ロケットを用いる微小重力実験に比較して短い。

微小重力環境において液体に自由表面がある場合、表面張力差に起因する対流が熱対流より優越することがある。

低軌道を周回する宇宙機において微小重力実験を行う場合の残留重力の要因として、空気抵抗による加速度は太陽光放射圧のもたらす加速度に比べて小さい。

地球低軌道において大型の円盤型シールドを周回させれば、その交流（ウェーク）領域において大容量の極真空環境を得ることができる。

[正解：4]

IV-12

人工衛星の構造および構造材料に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

人工衛星の構造設計において、安全余裕は設計係数と解析応力との積で許容応力を除した値として定義される。

炭素繊維複合材は機械的特性や熱的安定性、成形性に優れているが、品質が作業者のワークマンシップに左右されるなどの欠点もある。

金属材料の中では、アルミニウム合金が比強度に優れ、熱伝導性がよいことから広く使用されている。

音響振動荷重はエンジン噴流による音響や空力による圧力変動に起因し、フェアリングを介して人工衛星に作用する。

人工衛星が受ける正弦波振動は、主として液体ロケットエンジンの振動的な燃焼（ポゴ）により生じるが、新しいロケットではポゴは抑制されるようになってきている。

[正解：1]

IV-13

人工衛星による宇宙利用ミッションに関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

静止衛星上の軌道を用いる通信システムでは、1個の衛星で地上表面の1/2をサービスエリアとすることができる。

米国国防省が開発した航行衛星システムであるGPS(Global Positioning System)では、全世界で測位を行うため6軌道面に2個ずつ、合計12個の衛星を用いる。

世界気象機関が推進している世界気象監視計画では、静止気象衛星群と極軌道気象衛星群の両方が用いられる。

地球観測には、地球の広い領域を観測するために静止軌道のみが用いられる。

合成開口レーダを用いると、天候や昼夜によらず地表の温度を測定することができる。

[正解：3]

IV-14

人工衛星の二次推進系に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

ヒドラジンスラスタは、触媒によってヒドラジンを分解し、高温ガスを発生させて噴射する。

イオンエンジンは、推進剤を電離して生成したイオンをローレンツ力によって加速噴射する。

コールドガス（冷ガス）ジェットは非常に簡単なシステムであるが、比推力はヒドラジンシステムや、二液式スラスタに比べ低い。

化学式スラスタの推進剤供給系としては、通常ガス加圧式が用いられる。

二液式スラスタの酸化剤としては、通常常温での貯蔵が可能な酸化剤が使用される。

[正解：2]

IV-15

液体ロケットエンジンの基本サイクルの一つにエキスパンダーブリードサイクルがある。このサイクルの特徴を正しく記述しているものは次のうちどれか。

推進剤のごく一部を用いてガス発生器内で燃焼させた比較的低温の燃焼ガスにより、ターボポンプを駆動する。

燃焼器を冷却した燃焼ガスの一部がターボポンプを駆動し、その後そのまま排出するものであり、一般的に燃料として液体水素が使用される。

燃焼器中の燃焼ガスを一部ブリードして、ターボポンプを駆動するものであり、高温の燃焼ガスをターボポンプが焼損しない温度まで冷却する必要がある。

燃焼器を冷却して気化した燃料の大部分でターボポンプを駆動し、その後燃焼器内で燃焼させるもので、性能損失がない。

プリバーナで燃料リッチな燃焼ガスを作り、これがターボポンプを駆動した後、主燃焼器で酸化剤と完全燃焼するものであり、性能損失がない。

[正解：2]

IV-16

完全ガスの等エントロピー超音速流れの特性として、正しいものは次のうちどれか。

流路断面積が増大するとともに、静温は増大する。

流路断面積が増大するとともに、静圧は増大する。

流路断面積が増大するとともに、流速は増大する。

流路断面積が増大するとともに、全温（よどみ点温度）は減少する。

流路断面積が増大するとともに、全圧（よどみ点圧力）は減少する。

[正解：3]

IV-17

完全ガスを作動流体とし、1,000Kの高温熱源と250Kの低温熱源の間で作動する圧縮比5のスターリングサイクルの理論熱効率は何のどれに最も近い。なお、等容冷却時の放熱を熱交換器により等容加熱時に可逆的に利用できるものとする。

0.25

0.33

0.50

0.75

0.80

[正解：4]

IV-18

ジェットエンジンの排ガスが大気環境に与える影響について述べた次の文章において、

□1、□2、□3に入る排ガス成分中の化学種として正しい組合せは ~ のうちどれか。

□1は炭化水素系燃料を使用する限りは必ず排出されるものであり、温室効果気体として地球温暖化の原因となる。エンジンの熱効率を向上させ、燃料の消費を減少させることがこれの削減につながる。

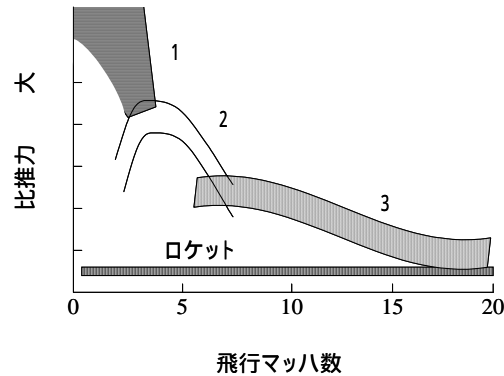
□2および□3は酸性雨を引き起こす原因を生むが、□2の排出は脱硫処理を行った燃料を用いることで抑制される。一方、□3は対流圏においては光化学スモッグの原因となり、成層圏においてはフロン中の塩素と同様にオゾンに対して触媒的な作用をし、オゾン層の破壊をもたらすことが懸念されている。

1	2	3
硫黄酸化物 (SO <sub>x</sub> )	窒素化合物 (NO <sub>x</sub> )	二酸化炭素 (CO <sub>2</sub> )
窒素化合物 (NO <sub>x</sub> )	二酸化炭素 (CO <sub>2</sub> )	硫黄酸化物 (SO <sub>x</sub> )
二酸化炭素 (CO <sub>2</sub> )	窒素化合物 (NO <sub>x</sub> )	硫黄酸化物 (SO <sub>x</sub> )
二酸化炭素 (CO <sub>2</sub> )	硫黄酸化物 (SO <sub>x</sub> )	窒素化合物 (NO <sub>x</sub> )
窒素化合物 (NO <sub>x</sub> )	硫黄酸化物 (SO <sub>x</sub> )	二酸化炭素 (CO <sub>2</sub> )

[正解：4]

IV-19

下図は水素を燃料とする各種空気吸い込み式エンジンとロケットエンジンについて、比推力と飛行マッハ数の関係を模式的に示したものである。図中の1～3の組合せとして正しいものを～の中から選べ。



1	2	3
ターボジェット	ラムジェット	スクラムジェット
ターボジェット	スクラムジェット	ラムジェット
ラムジェット	ターボジェット	スクラムジェット
ラムジェット	スクラムジェット	ターボジェット
スクラムジェット	ラムジェット	ターボジェット

[正解：1]

IV-20

液体ロケットの推進薬タンク内の推進薬が減少するにつれて液体内部に渦動を生じ、またロケットの運動に伴って推進薬が動揺する。これが激しくなると飛翔体の運動に影響を及ぼし、推進薬にガスが混入することによりエンジン作動を不安定にすることもある。このようなタンク内での推進薬の揺動現象を何と呼ぶか。次の中から選べ。

- サージ (surge)
- キャビテーション (cavitation)
- コンタミネーション (contamination)
- フラッタ (flutter)
- スロッシング (sloshing)

[正解：5]



IV-21

大型のガスタービンエンジンで多く用いられている軸流圧縮機の翼列に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 基本構成単位である段は一对の動翼と静翼から構成される。
- 動翼を通過する流れの全圧（よどみ点圧力）は上昇する。
- 静翼を通過する流れは減速し、静圧が上昇する。
- 反動度が0%の段を衝撃段（impulse stage）という。
- 動翼の弦長を短くすると、翼1枚当たりの翼面付負荷は減少する。

[正解：5]

IV-22

ライト兄弟の1903年の飛行が、人類初の飛行機による動力飛行と呼ばれている理由として、ふさわしくないものは次のうちどれか。

- 持続した飛行である。
- 空気より重い機体による飛行である。
- 動力飛行である。
- 人が乗った飛行である。
- 操縦はできないが安定な飛行である。

[正解：5]

IV-23

ロケットの歴史に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ロシアのチオルコフスキーはロケット推進の原理を科学的に明らかにした。
- 1926年、アメリカのゴダードは、人類初の固体ロケットの発射に成功した。
- 1942年、ドイツの技術者たちは大型液体ロケット A-4 ロケットの打ち上げに成功した。
- 1967年、米国がこれまでに開発した最大のロケット、サターン V 型が初飛行に成功した。
- 1969年、サターン V 型ロケットによって打ち上げられたアポロ 11 号が月面に着陸した。

[正解：2]

IV-24

地球を包む大気は、大気圏として高さによって下から上へ、通常次の5つに区分されるが、電離状態にある大気層である電離層が存在するものとしては、次のどれが最もふさわしいか。

対流圏      成層圏      中間圏      熱圏      外気圏

[正解：4]

IV-25

飛行機の性能に関する次の記述のうち、最もふさわしくないものはどれか。

航続時間を最大にするためには揚抗比が最大で飛行すればよい。

航続時間を最大にするためには最小必要推力で飛行すればよい。

定常水平飛行するために必要な推力は揚抗比に比例する。

高出力エンジンを装備すれば、上昇時の速度の鉛直成分である上昇率を大きくすることができる。

機体質量を軽くすれば、上昇時の速度の鉛直成分である上昇率は大きくなる。

[正解：3]

IV-26

耐空類別が飛行機輸送Tである飛行機において、パイロットが離陸を続行するか否かを決定するための速度に関する次の記述のうち、最もふさわしいものはどれか。

ブレーキが故障したときに停止するまでの滑走路長と離陸を続行したときの離陸距離が同一となる場合の滑走路長を与える速度である。

1つの臨界発動機が停止したとき、飛行機にブレーキをかけて停止させるまでの制動距離と、離陸を続行したときの離陸距離が同一となる場合の滑走路長を与える速度である。

全ての臨界発動機が停止したとき、飛行機にブレーキをかけて停止させるまでの規定した制動距離を与える速度である。

半数以上の臨界発動機が停止したとき、飛行機にブレーキをかけて停止させるまでの制動距離と、離陸を続行したときの離陸距離が同一となる場合の滑走路長を与える速度である。

1つの臨界発動機が停止しても離陸を続行したときに規定の滑走路長を与える速度である。

[正解：2]

IV-27

飛行機の上昇率に関する次の記述のうち、最もふさわしくないものはどれか。

海面高度での上昇率は、離陸時における上昇性能に関係するので飛行機の性能のうちで重要な項目の一つである。

上昇率は原則として、高度増加とともに減少する。

上昇率を高度に対して描いた曲線から上昇時間と上昇限度を知ることができる。

上昇率が負になる高度を絶対上昇限度という。

実用上昇限度としては上昇率が 0.5m/s になる高度と決めている。

[正解： 4 ]

IV-28

宇宙機のバス部の構成要素に関する次の記述のうち、最もふさわしくないものはどれか。

電源系は人工衛星内の構成要素に電力を供給するシステムである。

推力系はミッション軌道への移行、軌道変更、軌道維持、地球への帰還などを目的とした推力を発生するシステムである。

テレメトリ・コマンド系は人工衛星と地上局あるいは他の人工衛星との間の情報の中継をするシステムである。

姿勢・軌道制御系は、人工衛星の姿勢や軌道を乱されたときに、これを正しく維持するために制御するシステムであり、大部分の人工衛星の寿命は、姿勢や軌道の制御ができなくなることによって定まる。

熱制御系は、打ち上げ中、軌道航行中、姿勢異常時などにおいて、各種の搭載機器の温度を許容温度範囲内に保つためのシステムである。

[正解： 3 ]

IV-29

航空用データリンク ACARS ( Aircraft Communication Addressing and Reporting System ) に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

ACARS は主に航空管制のデータリンクを目的として開発された。

ACARS は VHF 帯の電波を使用する。

地上の送受信機の施設は RGS と呼ばれ、空域をカバーするため複数設置される。

機上では表示装置またはプリンタでデータを見ることができる。

通信制御コンピュータと RGS は一般に離れており、通信回路で結ばれている。

[正解： 1 ]

IV-30

GPS (Global Positioning System) 衛星航法に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- GPS の精度を劣化させていた選択利用性 (SA) は 2000 年に解除された。
- GPS の 3 衛星の信号が受信できれば 3 次元測位を行うことができる。
- SBAS の補強信号は GPS とは別の衛星から送信される。
- SBAS と GBAS では補強信号の互換性はない。
- 衛星航法による高カテゴリの進入着陸には GBAS が必要とされる。

[正解： 2 ]

IV-31

次の電離層伝播のフェージング対策のうち、有効性の最も低いものはどれか。

- 偏波ダイバシティ受信方式を用いる。
- 空間ダイバシティ受信方式を用いる。
- 周波数ダイバシティ受信方式を用いる。
- 受信機の選択度を上げる。
- 受信機に AGC 回路を設ける。

[正解： 4 ]

IV-32

航空管制用一次レーダに関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 航空機には航空管制用一次レーダのための搭載装置は必要ない。
- 固定物体と航空機の識別のための MTI を用いる。
- 航空管制用に 3 次元レーダが一般に使用され、航空機の高度も表示できる。
- 降雨時には円偏波を用いると航空機の識別が容易になる。
- アンテナ回転速度は航空路監視レーダより空港監視レーダの方が早い。

[正解： 3 ]

IV-33

モード S システムに関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 航空機はフライト毎に割り当てられるモード S アドレスにより識別される。
- モード S の装置は従来のモード A/C 装置の機能を包含し、共存できる。
- モード S 地上局はモノパルス測角を行う。
- モード S トランスポンダは衝突防止装置の一部としても利用できる。
- モード S 個別質問により個々の航空機を分離して検出しやすくなる。

[正解： 1 ]

IV-34

計器着陸システム ( ILS ) グライドパス ( GP ) に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- GP は地上反射を利用してコースを形成している。
- GP アンテナ素子はコーナーリフレクタ型アンテナが一般的である。
- GP は UHF 帯の電波を使用している。
- GP のアンテナ基部を基点としてパス角で傾いた平面が、変調度の差 ( DDM ) がゼロの位置となる。
- GP を 2 周波方式にすると、低迎角にある障害物の影響を軽減できる。

[正解： 4 ]

IV-35

エリアナビゲーション ( RNAV ) に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- RNAV を行うにはコースを算出するコンピュータが不可欠である。
- RNAV を行うには慣性航法装置 ( INS ) の搭載が不可欠である。
- 水平面に加え高度も変化する 3 次元 RNAV も可能である。
- レーダ・ベクタ航路もパイロット独自で航法可能である。
- RNAV 機能は FMS の一部として組み込み可能である。

[正解： 2 ]