

CLASSE 1/A - AEROTECNICA E COSTRUZIONI AERONAUTICHE

Programma d'esame

CLASSE 1/A - AEROTECNICA E COSTRUZIONI AERONAUTICHE

Temi d'esame proposti in precedenti concorsi

CLASSE 1/A - AEROTECNICA E COSTRUZIONI AERONAUTICHE

Programma d'esame

Classe I/A

AEROTECNICA E COSTRUZIONI AERONAUTICHE

L'esame comprende una prova scritta, una prova grafica ed una prova orale.

Le indicazioni contenute nelle « Avvertenze generali » sono parte integrante del programma di esame.

Prova scritta

La prova scritta consiste nello svolgimento di un tema scelto dal candidato, fra tre proposte, relative alle materie comprese nella classe di concorso (durata: 6 ore).

Prova grafica

La prova grafica consiste nello studio e nel disegno quotato di un particolare costruttivo di un aeromobile (durata: 8 ore).

Prova orale

La prova orale verte sulle materie oggetto del concorso, con particolare riferimento agli argomenti di cui all'*Allegato A*.

Al fine di un migliore accertamento della sua preparazione professionale il candidato deve inoltre:

- a) dimostrare di conoscere criticamente alcuni libri di testo della propria materia, e cioè saperne analizzare l'impostazione tecnico-scientifica e di metodo, e, quindi, l'utilizzabilità didattica;
- b) dimostrare adeguata conoscenza del quadro generale di tutte le discipline, e dei loro programmi, che caratterizzano il particolare corso di studi e concorrono al raggiungimento degli specifici obiettivi.

E' data inoltre facoltà al candidato di presentare sintetiche tracce di approfondimento, in prospettiva essenzialmente didattica, di argomenti salienti della materia (indicando anche i criteri seguiti e la bibliografia specifica consultata).

Aerodinamica

Funzione potenziale e funzione di corrente - Tipi fondamentali di moti piani irrotazionali e loro combinazione - Teorema di Kutta-Joukowski - Teoria vorticoso dei profili sottili e poco ricurvi - Ala finita - Velocità indotta e resistenza indotta - Effetti della compressibilità del fluido alle alte velocità subsoniche.

Strato limite - Spessore di spostamento, spessore di quantità di moto - Resistenza di attrito e di scia - Moto laminare e turbolento.

Correnti supersoniche - Velocità critica, velocità limite - Moto isoentropico in un tubo di flusso a sezione variabile - Espansione di una corrente supersonica intorno ad uno spigolo - Onde d'urto oblique - Polare d'urto - Interazione tra onde d'urto, e tra onde d'urto e superfici solide e fluide - Determinazione della forza aerodinamica per un'ala infinita di qualsiasi profilo e incidenza.

Aerodinamica applicata

Metodi di calcolo aerodinamico dei profili alari e dell'ala finita - Le teorie della linea portante e della superficie portante. Polare dell'ala finita e del velivolo completo. L'influenza della compressibilità in regime subsonico.

Il campo transonico - Calcolo dei numeri di Mach critici inferiore e superiore e del Mach di divergenza della resistenza - Lo stallo d'urto - Similitudine transonica - La regola delle aree - L'interazione onda d'urto- strato limite.

Campi supersonici - Le ali finite con bordi d'attacco subsonico e supersonico - La similitudine supersonica - Risoluzione di campi non portanti e portanti - La fusoliera in campo supersonico - La teoria dei corpi affusolati - Campi conici - Interferenza ala-fusoliera - Strato limite comprensibile laminare e turbolento.

Le eliche - Curve caratteristiche e stadi di funzionamento - Eliche a passo variabile - Eliche intubate - L'Aerodinamica degli elicotteri.

Le tecniche dell'aerodinamica sperimentale: gallerie subsoniche, transoniche e supersoniche - Leggi di similitudine e teorie dei modelli.

Costruzioni aeronautiche

Classificazione ed architettura generale degli aeromobili - Norme e regolamenti per il collaudo statico dei velivoli - Fattore di carico - Carichi a contingenza e robustezza.

Diagrammi di manovra e determinazione dei carichi da manovra - Fattore di carico da raffica - Carichi sugli impennaggi orizzontali e verticali - Carichi dovuti alla deflessione degli alettoni - Carichi dovuti ai propulsori - Carichi al suolo.

Requisiti delle strutture aeronautiche - Materiali - La torsioflessione per le strutture a sezione aperta e chiusa - Ordinate e centine di forza.

Stabilità elastica delle strutture ad anima sottile, a guscio pratico e teorico.

L'instabilità delle travi prismatiche compresse.

L'instabilità delle lastre sottoposte a compressione - Le instabilità locali dei correnti compressi - La tensione diagonale - Calcolo oltre la tensione critica - Calcolo a flessione oltre il limite di proporzionalità lineare del materiale - Metodi di calcolo delle chiodature.

Aeroelasticità - Le forze aerodinamiche instazionarie - Determinazione delle velocità critiche e delle frequenze proprie mediante metodi esatti e matriciali - Comportamento dinamico di una struttura investita da una corrente - Determinazione della velocità critica di divergenza, di inversione e di flutter - Il flutter delle parti mobili (bilanciamento di massa e per modi propri). Le prove di vibrazioni al suolo - La fatica - Metodi di calcolo - Prove di fatica.

Meccanica del volo

Equazioni del volo rettilineo orizzontale uniforme - Velocità, trazione e potenza necessarie al volo e loro variazione con la quota - Assetti caratteristici - Influenza del numero di Reynolds e del numero di Mach - Potenza disponibile della motoelica, della turboelica e del turboreattore. Volo in salita e quota di tangenza teorica e pratica con i vari tipi di propulsori - Velocità minima e velocità massima - Salita ripida e salita rapida - Tempi di salita - Quota di tangenza dinamica.

Volo librato e suo odografo - Influenza del vento - Raggio di sicurezza - Autonomia di distanza e di durata dei velivoli con propulsione ad elica e dei veicoli a reazione - Influenza del vento sull'autonomia.

Virata corretta di regime - Coefficiente di contingenza - Raggio della virata di regime e sue limitazioni.

Virata senza inclinazione laterale.

Richiamata e coefficiente di contingenza - Volo elicoidale in salita e in discesa e raggio di evoluzione.

Determinazione delle lunghezze delle corse di decollo e di atterramento - Uso degli iperstentatori - Decolli assistiti - Decolli brevi con orientazione del vettore spinta.

Vite stazionaria - Metodi statistici per la previsione del comportamento in vite dei velivoli - Vite rovescia.

Volo in aria agitata: teoria della raffica verticale istantanea e graduale - Fattore di attenuazione - Fronte di raffica a gradiente costante.

Stabilità statica e manovrabilità longitudinale, direzionale e trasversale, su traiettoria rettilinea e curvilinea, a comandi bloccati e liberi.

Stabilità dinamica - Periodo e smorzamento del moto perturbato - Stabilità dinamica longitudinale e laterale a comandi bloccati e liberi - Stabilità spirale e stabilità pendolare.

Velivoli V/STOL - La transizione.

Progetto dei velivoli

Progetti e specifica di progetto - Stima del peso.

Dimensionamento dell'ala - Influenza della superficie alare e del suo allungamento sull'autonomia, sulla quota di tangenza e sullo spazio di decollo e di atterraggio - Determinazione dell'apertura alare e della forma in pianta - Fattori che influenzano la scelta del rapporto di rastremazione - Comportamento delle ali a freccia

Scelta del profilo alare - Caratteristiche geometriche e loro influenza sulle caratteristiche aerodinamiche - Scelta dei profili per i piani di coda - Profili per velivoli subsonici e transonici. - Profili per ali supersoniche - Scelta del sistema di ipersostentazione - Progetto dell'impennaggio orizzontale e dell'impennaggio verticale - Effetto diedro e controllo laterale - Effetto diedro nell'ala isolata.

Scelta del propulsore - Il progetto della fusoliera

Motori per aeromobili

Propulsori e grandezze caratteristiche della propulsione: i turbogetti, turboeliche, auto-reattori, endoreattori. Studio termodinamico e propulsivo di un turbogetto. Sistemi di aumento della spinta - Turboreattori a doppio flusso - Prese dinamiche subsoniche e supersoniche - Compressori - Camere di combustione - Turbine - Ugelli - Motori per aerei a decollo corto o verticale.

Impianti di bordo dei velivoli

Impianto comando di volo - Carrelli - Impianto combustibile - Impianto idraulico - Impianto elettrico - Strumenti - Impianti elettronici - Impianti di abitabilità (pressurizzazione, condizionamento, riscaldamento, anti-g, antiappannamento, sghiacciamento parabrezza) - Impianto sghiacciamento bordi di attacco delle superfici aerodinamiche - Impianto avviso ed estinzione incendi - Impianto ossigeno.

Tecnica del pilotaggio

Velocità critiche di decollo - Decollo da pista erbosa, in cemento ecc. - Decollo con vario-
metro costante e decollo con assetto costante.

La virata: velocità di sicurezza, velocità di evoluzione, inclinazione limite, virata standard.

Picchiata e richiamata.

Impiego dell'orizzonte artificiale.

Il manuale di volo e relativi grafici. Norme internazionali.

Temi d'esame proposti in precedenti concorsi

Classe di concorso

001A Aerotecnica e costruzioni aeronautiche

(vecchia denominazione A001 Aerotecnica e costruzioni aeronautiche)

Concorso ordinario 1982

Prova scritta

1) Il candidato esponga, con idonea trattazione analitica, le manovre di un aereo nei piani verticale ed orizzontale, mettendo in particolare evidenza i cimenti cui vengono sottoposte le strutture resistenti in queste fasi del volo. Inoltre, per un aereo ad elica con le seguenti caratteristiche:

- peso totale 22.000 N;
- superficie alare $20,6 \text{ M}^2$;
- polare approssimata del velivolo completo $C_r = 0,02 + 0,046 C_p^2$;
- coefficiente di portanza massimo $C_p = 1,2$;

determini: il raggio minimo di richiamata alla quota di 2000 m ed alla velocità di 65 m/s; la spinta necessaria nelle condizioni di massimo fattore di contingenza.

2) Il candidato esamini comparativamente l'influenza del tipo di propulsore sulle prestazioni di salita di un aereo. Inoltre, per un aereo con motore a getto dalle seguenti caratteristiche:

- peso al decollo 60.000 N;
- superficie alare 24 M^2 ;
- spinta al livello del mare 20.000 N;
- polare approssimata del velivolo completo: $C_r = 0,02 + 0,05 C_p^2$;
- coefficiente di portanza massimo $C_p = 1,2$;

determini, con opportune ipotesi semplificative, le quote di tangenza teorica e pratica.

3) Il candidato esponga, con adeguata trattazione analitica, la manovra di decollo degli aerei ed illustri la funzione dei sistemi in uso durante tale fase. Inoltre, per un aereo bimotore a getto avente le seguenti caratteristiche:

- peso al decollo 220.000 N;
- superficie alare 100 M^2 ;
- spinta complessiva dei motori al decollo 56.000 N;
- polare approssimativa del velivolo completo: $C_r = 0,02 + 0,05 C_p^2$;
- coefficiente di portanza massimo $C_p = 1,6$;
- coefficiente di attrito al rotolamento $\lambda = 0,03$;

determini, al livello del mare e nelle condizioni normali di temperatura e pressione, le lunghezze di rullaggio in assenza di vento e con vento contrario di velocità 10 m/s.

Prova grafica

Di un aereo bimotore da turismo, sono noti i seguenti dati:

- peso totale dell'aereo 22.000 N;
- superficie alare $20,6 \text{ m}^2$;
- allungamento alare $\bar{e} = 8$;
- peso dell'ala 2180 N;
- peso di ciascun motore 2400 N;

- corda dell'ala in corrispondenza del piano di simmetria $l_r = 2,20$ m;
- corda dell'ala alla estremità $l_e = 1,00$ m;
- angolo di freccia dell'ala $\alpha = 0^\circ$;
- distanza dell'asse motore dal piano di simmetria $d = 2,40$ m;

Le caratteristiche geometriche del profilo alare sono riportate nell'allegata tabella. Il candidato, assumendo con giustificato criterio gli altri dati eventualmente occorrenti, esponga, con riferimento alla soluzione strutturale prescelta, il procedimento di calcolo relativo ad una sezione dell'ala posta a 1,4 m dal piano di simmetria dell'aereo. Inoltre: proporzioni e verifichi i principali elementi della struttura; esegua il disegno di massima della sezione; descriva, infine, il procedimento di fabbricazione della centina.

TABELLA PROFILO NACA 2319
Coordinate in percentuale della corda

| x | Yx | Yi |
|------|-------|------|
| 0,00 | - | 0,00 |
| 1,25 | 3,87 | 2,82 |
| 2,5 | 5,21 | 4,02 |
| 5,0 | 7,00 | 5,51 |
| 7,5 | 8,29 | 6,48 |
| 10 | 9,28 | 7,18 |
| 15 | 10,70 | 8,05 |
| 20 | 11,59 | 8,52 |
| 25 | 12,15 | 8,67 |
| 30 | 12,38 | 8,62 |
| 40 | 12,16 | 8,16 |
| 50 | 11,22 | 7,31 |
| 60 | 9,79 | 6,17 |
| 70 | 7,94 | 4,87 |
| 80 | 5,74 | 3,44 |
| 90 | 3,18 | 1,88 |
| 95 | 1,76 | 1,06 |
| 100 | 0,00 | 0,00 |

Raggio al bordo d'entrata $R = 4,85$

Tangente al bordo d'entrata $tg^a = 0,1$

Concorso ordinario 1984

Prova scritta

1) Il candidato esponga la problematica relativa alla manovra di virata per aerei ad elica. Inoltre, per un aereo avente le seguenti caratteristiche:

- peso totale 3.800 daN;
- carico alare 200 daN/m^2 ;
- caratteristiche aerodinamiche:

| a | c_p | c_r | \bar{c}_p | E | E - c_p |
|----|-------|-------|-------------|--------|-----------|
| 0 | 0,40 | 0,032 | 0,6342 | 12,50 | 7,905 |
| 3 | 0,66 | 0,044 | 0,8124 | 15 | 12,186 |
| 6 | 0,88 | 0,068 | 0,9381 | 12,941 | 12,14 |
| 9 | 1,06 | 0,100 | 1,0296 | 10,60 | 10,914 |
| 12 | 1,14 | 0,140 | 1,0677 | 8,143 | 8,694 |

determini, alla quota di 2000 m e per una manovra di virata corretta a 45°:

- la velocità di virata;
- il raggio di virata;
- il fattore di carico.

2) Il candidato esponga le problematiche relative all'autonomia oraria e chilometrica degli aerei con propulsione sia ad elica che a getto. Inoltre, per un aereo con motore a getto dalle seguenti caratteristiche:

- peso totale 4.000 daN;
- carico alare 180 daN/m²;
- caratteristiche aerodinamiche:

| a | c_p | c_r | c_p | E | E c_p |
|----------|----------------------|----------------------|----------------------|----------|------------------------|
| 0 | 0,40 | 0,032 | 0,6342 | 12,50 | 7,905 |
| 3 | 0,66 | 0,044 | 0,8124 | 15 | 12,186 |
| 6 | 0,88 | 0,068 | 0,9381 | 12,941 | 12,14 |
| 9 | 1,06 | 0,100 | 1,0296 | 10,60 | 10,914 |
| 12 | 1,14 | 0,140 | 1,0677 | 8,143 | 8,694 |

tracci, per la quota $z = 4000$ m, il grafico della trazione necessaria in funzione della velocità orizzontale ed il grafico di massima autonomia per valori della velocità del vento variabili tra ± 30 m/s.

3) Il candidato esponga, con riferimento alle azioni aerodinamiche sugli aerei, la problematica inerente la resistenza aerodinamica sia nel campo subsonico che supersonico. Inoltre, per un aereo ad elica con le seguenti caratteristiche:

- peso totale 2.800 daN;
- superficie alare 30 m²;
- polare approssimata del velivolo completo: $c_r = 0,02 + 0,048 c_p^2$;
- coefficiente di portanza massimo $c_p = 1,4$;
- curva delle potenze disponibili a quota $z = 1000$ m:

| | | | | | |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|
| v (m/s) | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 |
| P (kW) | 147 | 184 | 213 | 235 | 246 |

tracci la curva della potenza necessaria e quella della potenza disponibile al volo orizzontale per la quota di 1000 m.

Ricavi inoltre:

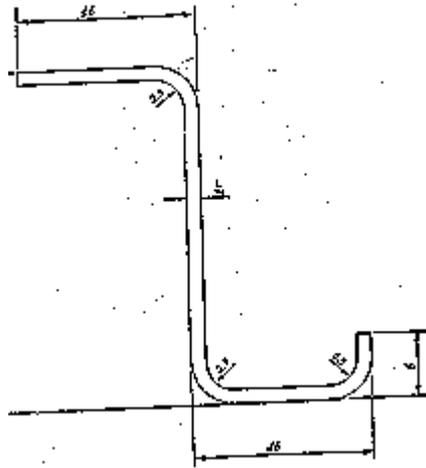
- le velocità minima e massima di volo;
- le velocità di massima autonomia oraria e chilometrica.

Prova grafica

In una delle sezioni trasversali della fusoliera, non pressurizzata, di un aereo, agisce, lungo l'asse y, un momento flettente $M_f = 12.000$ daN m. La sezione, a guscio pratico, ha un diametro di 1,4 m e porta 48 correnti il cui disegno è rappresentato in figura. Il candidato, assumendo con appropriato criterio i dati eventualmente occorrenti, esegua:

- il proporzionamento e la verifica dei principali elementi strutturali componenti la sezione;
- il disegno di massima della sezione di fusoliera.

Descriva, infine, il procedimento di fabbricazione del corrente.



Concorso ordinario 1990

Prova scritta

1) Il candidato esponga, con adeguata trattazione analitica, le problematiche relative al volo librato in aria calma ed agitata; inoltre, per un aliante avente le seguenti caratteristiche:

- Superficie alare: 18 m^2
- Carico alare: 288 N/m^2
- Polare del velivolo completo: C_p 1.8 1.6 1.26 0.96 0.64 0.40 0.20 0; C_r 0.22 0.142 0.112 0.093 0.077 0.068 0.062 0.060

Determini, nei due casi, in assenza di vento e con vento contrario ($U_{vi} = -10 \text{ m/s}$, $W_{vi} = -2 \text{ m/s}$):

- la massima distanza percorribile dalla quota $Z = 3000 \text{ m}$, alla quota $Z = 0$;
- il minimo angolo di planata e la corrispondente velocità sulla traiettoria alla quota $Z = 3000 \text{ m}$, alla quale il rapporto $1/\sigma$ è $1,1609$ (dove σ rappresenta la densità relativa).

2) Il candidato esponga, con adeguata trattazione analitica, le problematiche inerenti alle potenze necessarie al volo, con riferimento anche al tipo di propulsione adottato.

Inoltre, per un aereo ad elica che possiede le seguenti caratteristiche:

- Peso totale: 84000 N
- Superficie alare: 40 M^2
- Polare del velivolo completo: C_p 1.04 1.09 1 0.84 0.69 0.41 0.28 0.14 0.01; C_r 0.240 0.191 0.136 0.106 0.081 0.048 0.037 0.031 0.034.

Determini alla quota di 2500 m , alla quale il rapporto $1/\sigma = 1,1315$ (dove σ rappresenta la densità relativa):

- la velocità ascensionale massima con una potenza disponibile di 2800 KW ;
- la corrispondente velocità sulla traiettoria;
- la pendenza della traiettoria;
- il tempo impiegato a percorrere 100 Km all'assetto di massima autonomia chilometrica.

3) Il candidato esponga, con adeguata trattazione analitica lo stato tensionale diagonale nelle strutture alari; inoltre, proporzioni la zona d'incastro (solette, anima, montanti e chiodatura) di un longherone alare, avente un'apertura di 6 m ed un'altezza all'incastro di 0.25 m , sul quale agisce un carico distribuito con valori di 4400 N/m all'incastro e 2800 N/m all'estremità.

Prova grafica

Il candidato esegua il dimensionamento e il disegno di definizione di un'asta della catena cinematica del comando dell'elevatore di un aereo da turismo. L'asta, avente un interesse tra le cerniere di

estremità di 2 m, deve sopportare uno sforzo massimo a compressione di 3600 N. Il candidato descriva, inoltre, le varie fasi della fabbricazione dell'asta.

Durata massima della prova scritta: ore sei. Durata massima della prova grafica: ore otto.

E' consentito soltanto l'uso di manuali tecnici.

È fatto divieto di svolgere più di un solo tema, pena l'annullamento della prova.

Concorso riservato 1983 (art.76)

- 1) Studio della portanza aerodinamica.
- 2) Gli ipersostentatori: caratteristiche di funzionamento e di impiego.
- 3) Effetti delle forze aerodinamiche e di massa sulle principali strutture di un aereo.

Concorso riservato 1988

Il candidato tratti, sotto forma di lezione, uno dei seguenti argomenti, privilegiandone l'aspetto metodologico-didattico con riguardo agli alunni cui la lezione stessa sarebbe destinata:

- 1) Aspetti peculiari del volo a velocità subsoniche, transoniche e supersoniche.
- 2) Problematiche relative alla progettazione strutturale del castello motore.
- 3) La propulsione a getto: autoreattori, turboreattori, pulsoreattori, endoreattori (razzi).

Il candidato, nell'elaborato, indichi a quale tipo di scuola appartengono gli alunni cui rivolge la propria lezione.