

IMPATTO AMBIENTALE DEI MOTORI AERONAUTICI *ENVIRONMENTAL IMPACT OF AIRCRAFT ENGINES*

Elenco domande/*Question list*, a.a. 2018/19

0. NOZIONI DI BASE/*BASIC NOTIONS*

01. Tracciare il ciclo del turbogetto semplice. *Draw the cycle of a simple turbojet.*
02. Tracciare il ciclo del turboelica. *Draw the cycle of a turboprop.*
03. Riportare l'espressione della spinta di un motore a getto, assumendo ugello adattato. *Give the expression of the thrust of a jet engine, under the assumption of adapted nozzle.*
04. Riportare la definizione di consumo specifico di spinta *TSFC*. *Give the definition of thrust specific fuel consumption TSFC.*
05. Riportare la definizione di rapporto di diluizione *f*. *Give the definition of fuel-air ratio f.*
06. Riportare la definizione di numero di Reynolds, specificare cosa indica, e per quale valore (approssimativo) si verifica la transizione. *Give the definition of Reynolds number, specify what it indicates, and the (approximate) value at which transition occurs.*
07. Da cosa dipendono rendimento termodinamico e lavoro specifico in un turbogas (ideale)? *What do the thermodynamic efficiency and the specific work of an (ideal) gas turbine cycle depend on?*
08. Come sono definiti il rendimento termodinamico, rendimento propulsivo e rendimento globale di un motore a getto? Che relazione intercorre fra di essi? *What are definitions of thermodynamic, propulsive and global efficiency of a jet engine? What is the relationship among them?*

1. INTRODUZIONE/*INTRODUCTION*

1. Quali sono i principali inquinanti emessi dai motori aeronautici? *Which are the main pollutants emitted from aircraft engines?*
2. Quali sono i contaminanti emessi dai motori aeronautici? *Which are the contaminants emitted from aircraft engines?*
3. Qual'è la distinzione tra inquinanti e contaminanti? *What is the distinction between pollutants and contaminants?*
4. A quanto ammonta (indicativamente) il contributo dell'aviazione al consumo di combustibili fossili? *How much (approximately) is the contribution of aviation to fossil fuel consumption?*
5. A quanto ammonta (indicativamente) il contributo dell'aviazione alle emissioni di anidride carbonica? *How much (approximately) is the contribution of aviation to carbon dioxide emissions?*
6. Quali sono le posizioni standard per la misurazione del rumore emesso dagli aerei secondo le norme ICAO? *What are the standard positions for aircraft noise measurement according to ICAO?*

7. Qual'è il vantaggio fondamentale del turbofan rispetto al turbogetto semplice? *What is the key advantage of the turbofan with respect to the simple turbojet?*
8. Cos'è il *Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation* (CORSIA)? *What is the Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation (CORSIA)?*
9. Qual è la differenza tra i paradigmi *hub and spoke* e *point-to-point*? *What is the difference between paradigms hub and spoke and point-to-point?*
10. Su quali fattori si può agire per conseguire l'obiettivo di ridurre le emissioni di CO₂ dagli aerei? *Which actions can be taken to match the target of reducing CO₂ emissions from aircrafts?*
11. Quali direttive possono essere seguite per ridurre il TSFC dei motori aeronautici? *Which guidelines can be followed to reduce the aircraft engine TSFC?*
12. Quali direttive possono essere seguite per migliorare l'efficienza aerodinamica di un velivolo? *Which guidelines can be followed to improve an aircraft aerodynamic efficiency?*
13. Quali direttive possono essere seguite in sede di gestione del traffico aereo per ridurre il consumo di combustibile per passeggero-km? *Which guidelines can be followed, as far as Air Traffic Management is concerned, to reduce the fuel consumption per pax-km?*
14. Quali direttive possono essere seguite, in fatto di strutture e materiali, per ridurre il consumo di combustibile per passeggero-km? *Which guidelines can be followed, as far structures and materials are concerned, to reduce the fuel consumption per pax-km?*
15. Quali altri interventi possono essere presi per contenere il consumo di combustibile? *Which extra steps can be taken to contain fuel consumption?*
16. Come si quantifica l'impatto di un aumento del consumo specifico di spinta (*TSFC*) sui costi operativi diretti per unità di massa di carico utile? *How is the impact of an increase of the thrust specific fuel consumption (TSFC) on Direct Operating Costs quantified?*
17. Come si quantifica l'impatto di un aumento della massa dei motori sui costi operativi diretti per unità di massa di carico utile? *How is the impact of an increase of the engine mass on Direct Operating Costs quantified?*
18. Quant'è (indicativamente) l'incidenza del costo del combustibile sui costi operativi di una linea aerea? *How much (approximately) is the share of fuel cost on an airline's operating costs?*
19. Quali fattori economici (oltre a quelli normativi) spingono a contenere le emissioni di inquinanti dagli aerei? *Which economic factors (in addition to regulatory ones) push to contain aircraft pollutant emissions?*
20. Quali fattori economici (oltre a quelli normativi) spingono a contenere le emissioni di rumore dagli aerei? *Which economic factors (in addition to regulatory ones) push to contain aircraft noise emissions?*

2. INQUINANTI E CONTAMINANTI/POLLUTANTS AND CONTAMINANTS

21. Qual'è la distinzione tra inquinanti primari e secondari? *What is the distinction between primary and secondary pollutants?*
22. Quali inquinanti agiscono su una scala locale? *Which pollutants have an effect at the local scale?*

23. Quali inquinanti agiscono su una scala regionale? *Which pollutants have an effect at the regional scale?*
24. Quali inquinanti agiscono su scala globale? *Which pollutants have an effect at the global scale?*
25. Quale (o quali) grandezza quantifica la concentrazione di un inquinante gassoso? *Which quantity (or quantities) quantifies the concentration of a gaseous pollutant?*
26. Quale relazione sussiste fra frazioni molari e frazioni di massa? *Which relationship holds between molar and mass fractions?*
27. Come si ricava la massa molare di una miscela, nota la concentrazione delle specie chimiche componenti? *How can the molar mass of a mixture be recovered, once the concentrations of the component chemical species are known?*
28. Quali specie si intendono per NO_x ? *Which species are classified as NO_x ?*
29. Come sono definiti gli indici di emissione degli inquinanti? *What is the definition of pollutant emission index?*
30. In quali fasi del volo si hanno le massime emissioni di CO? *Which are the phases of the flight which give maximum CO emissions?*
31. In quali fasi del volo si hanno le massime emissioni di UHC? *Which are the phases of the flight which give maximum UHC emissions?*
32. In quali fasi del volo si hanno le massime emissioni di NO_x ? *Which are the phases of the flight which give maximum NO_x emissions?*
33. Come si calcola la massa di un determinato inquinante emessa da un aereo per ciclo LTO, in funzione degli indici di emissione del motore? *How is the mass of a given pollutant emitted by an aircraft determined, as a function of the engine emission index?*
34. Quali possono essere gli effetti nocivi del particolato? *What the noxious effects of particulate can be?*
35. Quale impatto mostrano il particolato primario e secondario sul riscaldamento globale? *Which impact primary and secondary particulate show on global warming?*
36. Quali sono gli effetti nocivi delle emissioni di SO_x ? *Which are the noxious effect of SO_x emissions?*
37. Quale effetto hanno le emissioni di SO_x sul riscaldamento globale? *Which effect SO_x emissions have on global warming?*
38. Quali sono gli effetti nocivi delle emissioni di NO_x ? *What are the noxious effects of NO_x emissions?*
39. Quali sono gli effetti nocivi delle emissioni di CO? *What are the noxious effects of CO emissions?*
40. Quale ruolo svolge l'ozono al livello del suolo? *What is the role of ozone at the ground level?*
41. In quali circostanze la pioggia si dice acida? *Under which circumstances rain is classified as acid?*

42. Cosa si intende per vita media di una specie chimica nell'atmosfera? *What is the meaning of the mean life of a chemical species in the atmosphere?*
43. Quali conseguenze porta il riscaldamento globale? *Which are the consequences of global warming?*
44. A cosa è dovuto il riscaldamento globale? *What are the causes of global warming?*
45. Quali sono i principali agenti di serra? *What are the main global warming agents ?*
46. Quali sono le principali sorgenti di emissione di gas di serra? *What are the main emission sources of greenhouse gases?*
47. Qual'è la lunghezza d'onda tipica della radiazione solare incidente sulla Terra? Quale quella della radiazione uscente dalla Terra? *What is the typical wavelength of solar radiation incoming on the Earth? What is that of radiation outgoing from the Earth?*
48. Qual'è l'effetto dei gas di serra sulla "finestra" dalla quale sfugge la radiazione uscente dalla Terra? *What is the effect of greenhouse gases on the "window" allowing radiation to escape from the Earth?*
49. A cosa è dovuta l'acidificazione degli oceani? *What is the cause of ocean acidification?*
50. Quale concetto esprime il *Global Warming Potential*, o GWP? *What does the Global Warming Potential, or GWP, mean?*
51. Perché le emissioni di H₂O al livello del suolo suscitano meno preoccupazione di quelle di CO₂? *Why H₂O emissions at the ground level generate less concern than CO₂ ones?*
52. Cosa sono i *contrails*? Quali effetti negativi portano? *What are contrails? Which negative effects do they bring about?*
53. In quali condizioni ambientali si verifica la persistenza dei *contrails*? *Under which ambient conditions contrail persistence takes place ?*
54. Qual'è l'effetto dell'umidità e temperatura ambiente sulla formazione di *contrails*? *What is the effect of ambient moisture and temperature on contrails formation?*
55. Propulsori di elevato rendimento globale portano ad una minore o maggiore formazione di *contrails*? *High overall efficiency engines give rise to a lesser or greater contrail formation?*
56. Quale impatto quantitativo hanno i *contrails* sul riscaldamento globale, rispetto alle emissioni di CO₂ dagli aerei? *What quantitative impact contrails have on global warming, as compared to aircraft CO₂ emissions?*
57. Quali misure potrebbero essere adottate per limitare la formazione dei *contrails*? Quali svantaggi tuttavia comporterebbero? *Which actions could be taken to contain contrail formation? However, which troubles would they imply?*
58. Cos'è il *black carbon*? Come viene generato? Che effetto ha sul clima? *What is black carbon? How is it generated? What effect does it have on climate?*
59. Qual'è (indicativamente) la vita media del *black carbon*? E quella della CO₂? *What is (approximately) the mean life of black carbon? What is that of CO₂?*

60. Quali misure potrebbero essere adottate per limitare la formazione del *black carbon*? *Which actions could be taken to contain black carbon formation?*
61. Quali misure possono essere adottate per limitare il riscaldamento globale? *Which actions can be taken to contain global warming?*
62. Quali sono i potenziali vantaggi e svantaggi dei biocombustibili? *What are the potential pros and cons of biofuels?*
63. Quali sono i potenziali vantaggi e svantaggi dell'uso del metano come combustibile per aviazione? *What are the potential pros and cons of using methane as an aviation fuel?*
64. Quali sono i potenziali vantaggi e svantaggi dell'uso dell'idrogeno come combustibile per aviazione? *What are the potential pros and cons of using hydrogen as an aviation fuel ?*
65. Quali approcci georingegneristici sono stati proposti per contrastare il riscaldamento globale? *Which geoengineering approaches have been proposed to counter global warming?*
66. Quali altri problemi sono associati al riscaldamento globale? *Which other problems are associated to global warming?*
67. Quale ruolo positivo svolge lo strato di ozono stratosferico? *What is the beneficial role of stratospheric ozone?*
68. Quali sono i principali *Ozone Depleting Gases*, o ODG? *What are the main Ozone Depleting Gases, or ODGs?*
69. Perché la concentrazione di ozono ha un massimo nella stratosfera? *Why ozone concentration features a maximum in the stratosphere?*
70. Attraverso quale meccanismo le emissioni degli aerei contribuiscono all'impoverimento dello strato d'ozono stratosferico? *What is the mechanism through which aircraft emissions contribute to the depletion of the stratospheric ozone layer?*
71. Quale concetto esprime l'*Ozone Depletion Potential*, o ODP? *What does the Ozone Depletion Potential, or ODP, mean?*

3. CAMERE DI COMBUSTIONE/COMBUSTION CHAMBERS

72. Quali sono i principali vincoli sul progetto di una camera di combustione? *Which are the main constraints on the design of a combustion chamber?*
73. Qual'è l'effetto di un'elevata caduta di pressione nel combustore sulle prestazioni di un motore aeronautico? *What is the effect of a large combustion chamber pressure drop on the performance of an aircraft engine?*
74. Quali prestazioni si desiderano da una camera di combustione? *Which performance is sought for a combustion chamber?*
75. Cosa è il *pattern factor*? Quale sarebbe la distribuzione ottimale di temperatura all'uscita della camera di combustione? *What is the pattern factor? What would the optimal distribution of the combustion chamber exit temperature be?*
76. Come i vincoli di progetto determinano il disegno della camera di combustione? *How the design constraints determine the shape of the combustion chamber?*

77. Quali conseguenze porta un aumento della lunghezza della camera di combustione? *What are the consequences of lengthening the combustion chamber?*
78. Quali geometrie della camera di combustione sono adottate nei motori aeronautici? *What are the combustion chamber geometries in use in aircraft engines?*
79. Quali sono i componenti di una camera di combustione? *What are the components of a combustion chamber?*
80. A cosa sono dovute le perdite di pressione nei combustori? Quali sono i valori tipici della caduta di pressione? *What are the causes of the combustion chamber pressure drop? What are the typical values thereof?*
81. Che cosa è il diffusore della camera di combustione? Quali tipi di diffusori si possono utilizzare? *What is the diffuser of a combustion chamber? Which types of diffusers are in use?*
82. Qual'è la funzione della zona primaria del combustore? Qual'è il valore tipico del rapporto di equivalenza in tale zona? *What is the task of the primary zone of the combustor? What is the typical value of the equivalence ratio there?*
83. Qual'è la funzione della zona intermedia del combustore? *What is the task of the intermediate zone of the combustor?*
84. Qual'è la funzione della zona di diluizione del combustore? *What is the task of the dilution zone of the combustor?*
85. Cosa si richiede agli iniettori? *What are the requirements for the injectors?*
86. Quali sono i principali tipi di iniettori? *Which are the main types of injectors?*
87. Descrivere il principio di funzionamento di un iniettore *pressure-swirl*. *Describe the operating principle of a pressure-swirl injector.*
88. Descrivere il principio di funzionamento di un iniettore *airblast*. *Describe the operating principle of an airblast injector.*
89. Descrivere il principio di funzionamento di un iniettore *vaporizer*. *Describe the operating principle of a vaporizer injector.*
90. Descrivere il principio di funzionamento di un iniettore *premix-vaporizer*. *Describe the operating principle of a premix-vaporizer injector.*
91. Descrivere brevemente le diverse tecniche di raffreddamento del *liner*. *Describe the different liner cooling techniques in brief.*
92. In quali condizioni un flusso sottoposto a *swirl* dà luogo a ricircolazione? *Under which condition a swirling flow gives recirculation?*
93. Classificare i possibili regimi operativi delle fiamme. *Categorize the different flame operating regimes.*
94. La combustione in camera avviene in regime laminare o turbolento? Per quale motivo? *Combustion in the chamber takes place in the laminar or turbulent regime? Why?*

95. Quali sono i fattori che controllano il rilascio di calore in camera di combustione? *Which are the factors controlling heat release in the combustion chamber?*
96. Cosa si intende per combustione stechiometrica? Cos'è il rapporto di equivalenza? *What is meant by stoichiometric combustion? What is the equivalence ratio?*
97. Cosa sono i limiti di infiammabilità di una miscela? Da cosa dipendono? *What are the flammability limits? What do they depend on?*
98. I limiti di infiammabilità sono sempre rispettati in combustione nonpremiscelata? E in combustione premiscelata? *Are flammability limits always fulfilled in nonpremixed combustion? What about premixed combustion?*
99. Cos'è il *flash point*? *What is the flash point?*
100. Cosa si può fare per limitare il rischio di esplosioni nei serbatoi di combustibile? *What can be done to limit the risk of explosions in the fuel tanks?*
101. Come si descrive una generica reazione chimica (formulazione matematica)? *How is a generic chemical reaction described in mathematical terms?*
102. Quali sono i possibili livelli di descrizione della chimica in un combustore? *Which are the possible levels of description of combustor chemistry?*
103. Come può essere approssimata la composizione del cherosene? *How can the composition of kerosene be approximated?*
104. Quali sono i prodotti di combustione di cherosene ed aria per $\varphi = 1$ secondo una descrizione *mixed is burnt*? Quali invece per $\varphi < 1$? E per $\varphi > 1$? *Which are the combustion products of kerosene and air for $\varphi = 1$ according to the "mixed is burnt" description? Which instead for $\varphi < 1$? And for $\varphi > 1$?*
105. Cos'è la costante di equilibrio di una reazione chimica? Quali grandezze vincola? Da cosa dipende? *What is the equilibrium constant of a chemical reaction? Which are the quantities involved? What does it depend on?*
106. Da cosa dipendono le pressioni parziali delle specie chimiche in una reazione che ha raggiunto l'equilibrio? *What do the partial pressures of chemical species depend on, once the reaction has attained equilibrium?*
107. Da cosa dipendono le concentrazioni (per esempio in termini di frazioni molari) delle specie chimiche in una reazione che ha raggiunto l'equilibrio? *What do the concentrations (e.g., in terms of molar fraction) of chemical species depend on, once the reaction has attained equilibrium?*
108. In quali unità devono essere espresse le pressioni parziali che compaiono nella formula della costante di equilibrio di una reazione? *Which units must be adopted for the partial pressures appearing in the equilibrium constant of a reaction?*
109. Che cos'è l'entalpia di formazione? E l'entalpia assoluta? Quale convenzione si adotta per l'entalpia di formazione degli elementi? *What is the formation enthalpy? And the absolute enthalpy? Which convention is adopted for the formation enthalpy of the elements?*

110. Come è legata l'entalpia specifica (per unità di massa) di una miscela all'entalpia dei singoli gas componenti? *How is the specific enthalpy (i.e., per unit mass) related to the enthalpies of the individual components?*
111. Qual'è il significato dei diversi termini che compaiono nell'equazione di conservazione delle specie chimiche? *What is the meaning of the different terms appearing in the conservation equation for chemical species?*
112. Da cosa dipende la 'costante' di una reazione? Che espressione ha? *What is the reaction "constant"? What is its expression?*
113. Che cosa è la molecolarità di una reazione? *What is the molecularity of a reaction?*
114. Che forma ha l'espressione di Arrhenius? *What is the form of the Arrhenius expression?*
115. Che cosa è l'energia di attivazione di una reazione chimica? Come è legata alla temperatura di attivazione? *What is the activation energy of a chemical reaction? How is it related to the activation temperature?*
116. Che relazione sussiste tra calore di reazione ed entalpia di reazione? Perché? *What is the relationship between reaction heat and reaction enthalpy? Why?*
117. Quale grandezza lega i valori delle 'costanti' di reazione in avanti ed all'indietro? *Which is the quantity relating the forward and backward reaction "constants"?*
118. È possibile che un sistema raggiunga l'equilibrio chimico in un tempo finito? Sotto quale condizione un sistema può avvicinare le condizioni di equilibrio? *Can a system attain chemical equilibrium in a finite time? Under which condition a system can approach the equilibrium conditions?*
119. Che differenza c'è tra reazioni di scambio binario e reazioni di dissociazione-ricombinazione? *What is the difference between binary exchange and dissociation-recombination reactions?*
120. Perché le reazioni di dissociazione-ricombinazione richiedono l'intervento di un terzo corpo? *Why dissociation-recombination reactions require the intervention of a third body?*
121. A quali livelli può essere descritta la cinetica chimica (nella chimica a velocità finita)? *Which are the possible levels of description of chemical kinetics (in finite-rate chemistry)?*
122. Cosa si intende per combustione adiabatica? Cosa è la temperatura adiabatica di fiamma? *What is meant by adiabatic combustion? What is the adiabatic flame temperature?*
123. In equilibrio chimico, quante variabili di stato è necessario specificare per determinare lo stato del sistema reagente? Cosa altro occorre specificare? *In chemical equilibrium, how many variables must be specified to determine the state of a reacting system? What else needs to be specified?*
124. Quale coppia di variabili di stato conviene specificare per calcolare le condizioni di equilibrio chimico in combustione adiabatica? Come si determina l'entalpia della miscela? *Which pair of state variables is most appropriate to specify to compute chemical equilibrium in adiabatic combustion? How is the mixture enthalpy determined?*

125. Da cosa dipende la velocità di propagazione di una fiamma premiscelata laminare? Quali valori tipicamente assume? *What does the propagation speed of a premixed laminar flame depend on? Which are its typical values?*
126. Quali situazioni possono verificarsi, in combustione premiscelata laminare, a seconda che la velocità del flusso sia uguale, maggiore o minore della velocità della fiamma? *Which situations may arise, in laminar premixed combustion, according to whether the flow velocity is equal, greater or lower than the flame speed?*
127. Qual'è il fattore controllante in combustione nonpremiscelata? *Which is the controlling factor in nonpremixed combustion?*
128. È più stabile una fiamma nonpremiscelata o una premiscelata? *Which one is more stable, a nonpremixed or a premixed flame?*
129. A cosa è dovuta l'evaporazione delle goccioline formate dagli iniettori? *What is the cause of the evaporation of the droplets generated by the injectors?*
130. Quali sono i tempi caratteristici che entrano nella determinazione del rendimento di combustione? Quale condizione deve essere soddisfatta per avere un alto rendimento di combustione? *Which are the characteristic times involved in the determination of the combustion efficiency? Which condition must be satisfied in order to attain a high combustion efficiency?*
131. Da cosa dipende il tempo di evaporazione t_e delle goccioline di combustibile? Cosa si può fare per ridurlo? *What does the evaporation time t_e of the fuel droplets depend on? How can it be reduced?*
132. Da cosa dipende il tempo di miscelamento t_m ? *What does the mixing time t_m depend on?*
133. Da cosa dipende il tempo chimico caratteristico t_c ? *What does the characteristic chemical time t_c depend on?*
134. Quale tempo caratteristico risulta generalmente controllante per basse pressioni in camera di combustione, e quale per alte pressioni? *Which characteristic time is usually the controlling factor at low combustion chamber pressure? Which one at high pressure?*
135. A cosa è dovuta la difficoltà di riaccensione in quota dei motori? *Why engine altitude relight is difficult?*
136. Cosa si può fare per cercare di migliorare il rendimento di combustione di una camera? *Which steps can be taken to improve a chamber combustion efficiency?*
137. Quali tipi di idrocarburi sono presenti nei combustibili di impiego aeronautico? *Which types of hydrocarbons occur in aviation fuels?*
138. Quali caratteristiche presentano le paraffine rispetto agli idrocarburi aromatici? *Which are the characteristics of paraffins, as compared to aromatic hydrocarbons?*
139. Quale legame esiste tra il rapporto H/C di un idrocarburo ed il suo potere calorifico? *What is the relationship between a hydrocarbon H/C ratio and its heating value?*
140. Quali contaminanti possono trovarsi nel combustibile? *Which contaminants may be found in fuels?*

141. Quali tipi di additivi vengono addizionati al combustibile? *Which types of additives are added to fuel?*

142. Riportare sinteticamente le caratteristiche di alcuni tra i diversi combustibili di impiego aeronautico. *Describe the characteristics of some among the different aviation fuels, in brief.*

4. FORMAZIONE DI INQUINANTI E CONTROLLO DELLE EMISSIONI/*POLLUTANT FORMATION AND EMISSION CONTROL*

143. Cosa si intende per particolato? *What does the term 'particulate' mean?*

144. Cosa si intende per particolato primario e secondario? *What do the terms 'primary particulate' and 'secondary particulate' refer to?*

145. Quale genere di particolato viene emesso dai motori? *What kind of particulate is released by the engines?*

146. Qual'è il campo di dimensioni del particolato che risulta più dannoso per la salute? *What is the particle size range most harmful to human health?*

147. Che cos'è il soot? *What is soot?*

148. La formazione di soot quali meccanismi coinvolge? *Which are the mechanisms involved in soot formation?*

149. Da cosa dipende la formazione di soot? *What does soot formation depend on?*

150. Qual'è l'effetto del rapporto di equivalenza sulla formazione di soot? E della pressione? *What is the effect of the equivalence ratio on soot formation? And what the one of pressure?*

151. Perché ad alte pressioni in camera si ha una maggiore formazione di soot? *Why a high chamber pressure leads to more intense soot formation?*

152. Viene prodotto più soot in combustione nonpremiscelata o premiscelata? *Which combustion regime, nonpremixed or premixed, produces more particulate?*

153. Cosa si intende per composti organici volatili? *What does 'Volatile Organic Compounds' mean?*

154. Quali effetti negativi portano i composti organici volatili? *Which are the noxious effects of Volatile Organic Compounds?*

155. Come si forma il particolato secondario? *How is secondary particulate formed?*

156. Da cosa dipende la pressione di vapore di un liquido? *What does the vapour pressure of a liquid depend on?*

157. Quale genere di perdite avvengono in un serbatoio di stoccaggio del combustibile a terra? Cosa si può fare per limitarle? *What kind of leaks occur in a fuel storage tank on the ground? What can be done in order to contain them?*

158. Cosa si può fare per contenere le emissioni di SO_x dai motori? *What can be done to contain SO_x emissions from engines?*

159. Come avviene la desolfurazione degli idrocarburi? *How does hydrocarbon desulphurization work?*

160. Sotto quale forma viene emesso NO_x dai motori? Quali trasformazioni successive subisce nell'atmosfera? *Under which form is NO_x emitted from engines? Which further transformations does it undergo in the atmosphere?*
161. Quali sono i principali meccanismi di formazione di NO_x ? *Which are the main NO_x formation mechanisms?*
162. Da cosa dipende il tasso di formazione di NO_x termico? *What does the thermal NO_x formation rate depend on?*
163. In corrispondenza a quale valore del rapporto di equivalenza si ha il massimo della produzione di NO_x termico? *Which value of the equivalence ratio gives the maximum formation rate for thermal NO_x ?*
164. Quale reazione risulta controllante nella formazione di NO_x termico? Perché? *Which one is the controlling reaction in thermal NO_x formation? Why?*
165. La formazione di NO_x termico può essere considerata lenta o veloce? Perché? *Thermal NO_x formation can be considered to be slow or fast? Why?*
166. Perché il meccanismo *prompt* di formazione di NO_x è poco importante nei motori aeronautici? *Why the prompt NO_x formation mechanism is of minor relevance for aero engines?*
167. Perché il meccanismo di formazione di NO_x dovuto all'azoto legato (*fuel-N*) è poco importante nei motori aeronautici? *Why the fuel- NO_x formation mechanism is of minor relevance for aeroengines?*
168. Perché la reazione di ossidazione di CO a CO_2 è relativamente lenta a bassa temperatura? *Why the oxidation reaction of CO to CO_2 is relatively slow at low temperature?*
169. In corrispondenza a quale valore del rapporto di equivalenza si ha il minimo dell'indice di emissione di CO? *Which value of the equivalence ratio gives the minimum value of the CO emission index?*
170. Quale legame esiste tra le emissioni di CO e quelle di idrocarburi incombusti? *What is the relationship between CO and unburnt hydrocarbon emissions?*
171. Quale legame esiste tra le emissioni di CO ed il rendimento di combustione? *What is the relationship between CO emissions and combustion efficiency?*
172. Qual'è l'effetto della pressione in camera sulle emissioni di CO da una turbina a gas? *What is the effect of chamber pressure on CO emissions from a gas turbine?*
173. Perché si genera una situazione di conflitto tra le esigenze di contenere le emissioni di NO_x e quelle di CO (ed incombusti)? *Why the requirements of containing NO_x and CO (as well as unburnt hydrocarbons) emissions are in conflict?*
174. Come è possibile contenere le emissioni di CO e NO_x da motori alternativi? *How can CO and NO_x emissions from reciprocating engines be contained?*
175. Come variano le emissioni di NO_x , CO, UHC e soot in una turbina a gas in funzione della potenza (o della spinta generata)? *How do the emissions of NO_x , CO, UHC and soot vary as a function of power, or thrust delivered?*

176. Come si possono contenere ad un livello accettabile le emissioni dei diversi inquinanti da una turbina a gas? *How can the emissions of the different pollutants from a gas turbine be contained?*
177. Che cos'è lo *staging* nei combustori? Quali vantaggi porta? *What is combustor staging? What are the associated advantages?*
178. Come si può tentare di controllare i valori del rapporto di equivalenza in camera? *How can the chamber equivalence ratio be controlled?*
179. In quale modo le emissioni di CO, UHC e NO_x da turbine a gas dipendono dal rapporto di equivalenza φ ? *How CO, UHC and NO_x emissions depend on the equivalence ratio?*
180. Cos'è un combustore *LPP*? *What is a LPP combustor?*
181. Cos'è un combustore *RQL*? *What is a RQL combustor?*

5. ELEMENTI DI ACUSTICA/*FUNDAMENTALS OF ACOUSTICS*

182. Che cos'è l'intensità acustica? In quale unità si misura? *What is the acoustic intensity? In which unit is it expressed?*
183. Sotto quale ipotesi una perturbazione si propaga con la velocità del suono nel mezzo indisturbato, a_0 ? *Under which assumptions does a perturbation propagate with the speed of sound in the fluid at rest, a_0 ?*
184. Che relazione sussiste tra intensità acustica e pressione? *What is the relationship between acoustic intensity and pressure?*
185. In quale unità si misura il livello di intensità acustica? *In which unit is the level of acoustic intensity expressed?*
186. Qual è il valore di riferimento dell'intensità acustica? E quello della pressione? *Which is the reference value of acoustic intensity? Which the one for pressure?*
187. Quale livello sonoro corrisponde alla somma di due suoni di 60 dB ciascuno? *What is the level of acoustic intensity deriving from the sum of two sounds, each of 60 dB?*
188. Quale incremento del livello dell'intensità acustica dà la sensazione di un raddoppio del rumore? *What increment of the acoustic intensity level produces the sensation of a doubled noise?*
189. Qual è il campo di frequenze udibili dall'orecchio umano? *What is the range of frequencies that can be heard by the human ear?*
190. Come viene suddiviso il campo di frequenze udibili? *How is the range of audible frequencies subdivided?*
191. Da cosa dipende la sensibilità dell'orecchio umano ai suoni? *What does the sensitivity of the human ear to sounds depend on?*
192. Cosa sono le scale dB(A), dB(B) e dB(C)? *What are the dB(A), dB(B) and dB(C) scales?*
193. Cos'è la scala EPN? *What is the EPN scale?*

194. Come viene attenuato nell'atmosfera il rumore emesso da una fonte? *How is noise from a source attenuated in the atmosphere?*
195. Da cosa dipende il coefficiente di assorbimento acustico atmosferico? *What does the atmospheric absorption coefficient depend on?*

6. EMISSIONI DI RUMORE/NOISE EMISSIONS

196. Quali sono le principali fonti di rumore da un aereo? *Which are the main sources of noise from an aircraft?*
197. A cosa è dovuto il differente livello di rumore percepito a terra al decollo da aerei bimotori, trimotori o quadrimotori? *Which is the reason for the different noise level perceived on the ground due to 2-, 3- and 4-engine aircrafts?*
198. Quali interventi si possono prendere sulle traiettorie di salita degli aerei per cercare di ridurre il rumore percepito a terra? *Which actions can be taken on the aircraft ascent path in order to reduce the noise perceived on the ground?*
199. Quali interventi si possono prendere sulle traiettorie di discesa degli aerei per cercare di ridurre il rumore percepito a terra? *Which actions can be taken on the aircraft descent path in order to reduce the noise perceived on the ground?*
200. Qual'è la fonte di rumore dominante al decollo? *Which is the dominant noise source at take-off?*
201. Quali sono le fonti di rumore dominanti all'atterraggio? *What are the dominant noise sources at landing?*
202. Perché il turbofan risulta molto meno rumoroso del turbogetto semplice? *Why turbofans are much less noisy than simple turbojets?*
203. Qual'è la distinzione tra rumore a larga banda e rumore in toni discreti? *What is the distinction between wideband noise and discrete tone noise?*
204. A cosa è dovuto il rumore a larga banda del fan e del compressore? *What is the origin of the fan and compressor wideband noise?*
205. A cosa è dovuto il rumore a toni discreti del fan e del compressore? *What is the origin of the fan and compressor discrete tone noise?*
206. Qual'è l'effetto del numero delle pale di rotore e statore sulla frequenza del rumore a toni discreti emesso da fan e compressore? *What is the effect of the number of blades and vanes on discrete tone noise generated from the fan and compressor?*
207. Qual'è l'effetto della presa d'aria sul rumore emesso da fan e compressore? *What is the effect of the air intake on the noise coming from the fan and compressor?*
208. Qual'è l'effetto di aumentare la spaziatura tra pale statoriche e rotoriche sul rumore emesso dalle turbomacchine? *What is the effect of increasing the spacing between vanes and blades on noise generated from turbomachines?*
209. Quali sono vantaggi e svantaggi di una presa d'aria con scarf negativo? *What are the pros and cons of an air intake with negative scarf?*

210. Cosa si può fare per contenere il rumore emesso da fan e compressore? *What can be done to contain the noise generated from the fan and compressor?*
211. A cosa è dovuta la rifrazione del rumore che esce dagli ugelli di un turbofan? *What is the reason for the refraction of noise coming out of a turbofan nozzles?*
212. Riportare la legge di Snell. *Give the expression of Snell's law.*
213. Quale dipendenza il rumore del getto mostra dalla velocità del getto stesso? *What is the dependance of jet noise intensity on its velocity?*
214. Cosa si può fare per contenere il rumore del getto? *What can be done to contain jet noise?*
215. Quale tipo di turbofan (a flussi separati, o a flussi associati) risulta meno rumoroso? Perché? *Which type of turbofan (separated or associated flow) is less noisy? Why?*
216. Qual'è l'effetto del *BPR* (rapporto di *by-pass*) sulla rumorosità del turbofan? *What is the effect of the by-pass ratio on a turbofan noisiness?*
217. Attraverso quali dispositivi si cercava di limitare il rumore emesso dai primi turbogetti? *Which devices were used to contain the noise generated from early turbojets?*
218. Quali caratteristiche presenta il rumore da inversione della spinta? *What are the characteristics of noise generated from thrust reversers?*
219. Attraverso quali meccanismi un *liner* acustico riduce il rumore? *What are the mechanisms by which an acustic liner reduces noise?*
220. A quale dimensione è legata la frequenza di assorbimento preferenziale di un *liner* acustico? *Which dimension is related to the preferential absorbtion frequency of an acustic liner?*
221. Un condotto rivestito da un *liner* acustico dà maggior smorzamento se ha un rapporto L/D (lunghezza/altezza) basso o alto? *A duct covered with an acustic liner gives a stronger noise damping if it features a low or high L/D (length/height) ratio?*
222. Quali problemi comportano i *liners* acustici? *Which problems are associated to acoustical liners?*
223. In quale condizione di volo il rumore emesso da un'elica raggiunge la massima intensità? *Under which flight condition the noise generated by a propeller reaches the maximum intensity?*
224. Su quali fattori si può agire per contenere il disturbo dovuto al rumore prodotto dalle eliche? *Which factors can be acted upon to contain the disturbance due to propeller noise?*
225. Cosa si può fare per contenere il rumore prodotto da un propfan che viene avvertito in cabina? *What can be done to contain the cabin noise due to a propfan?*
226. Risulta più rumorosa un'elica traente o spingente? *Which one is more noisy, a tractor or a pusher propeller?*
227. A cosa è dovuto il rumore emesso dal velivolo? *Which are the main causes of airframe noise?*
228. Cosa si può fare per contenere il rumore emesso dal velivolo? *What can be done to contain airframe noise?*

229. A cosa è dovuto il rumore avvertito in cabina? Come si può cercare di controllarlo? *Which are the causes of cabin noise? What can be done to control it?*

7. EMISSIONI DA AEREI SUPERSONICI /EMISSIONS FROM SUPERSONIC AIRCRAFTS

230. Quali sono i motivi per cui gli SST (*SuperSonic Transport*) presentano un impatto ambientale particolarmente alto? *Why SSTs (SuperSonic Transport) result in a particularly high environmental impact?*

231. Per quali valori del numero di Mach di volo un aereo supersonico sarebbe in teoria economicamente competitivo rispetto ad uno subsonico? Quali problemi si presenterebbero tuttavia? *For which values of the flight Mach number would a supersonic aircraft be economically competitive with respect to a subsonic one? However, which problems would arise?*

232. Per quale motivo gli aerei supersonici risultano particolarmente nocivi per lo strato di ozono stratosferico? *Why supersonic aircrafts are so detrimental to the stratospheric ozone layer?*

233. A cosa è dovuto il rumore emesso da aerei supersonici? *What are the causes of supersonic aircraft noise?*

234. Come si deforma un'onda sonora di ampiezza finita che si propaga attraverso l'atmosfera? *How is a finite-amplitude sound wave deformed when propagating through the atmosphere?*

235. In quali condizioni di volo il bang emesso da un aereo supersonico non raggiunge comunque il suolo? *Under which flight conditions a supersonic aircraft bang does not reach the ground anyway?*

236. Come può essere compensato lo spostamento del centro di pressione dell'ala in volo supersonico? *How can the shift of the wing pressure centre in supersonic flight be compensated?*

8. CONFIGURAZIONI NON CONVENZIONALI /UNCONVENTIONAL CONFIGURATIONS

237. Quali configurazioni del velivolo si possono adottare per contenere la spinta richiesta (e quindi le emissioni di inquinanti e rumore dai motori)? *Which aircraft configurations can be adopted to contain the required thrust (and ensuingly, pollutant and noise emissions)?*

238. Quali sono vantaggi e svantaggi delle configurazioni multifusoliera? *What are the pros and cons of multi-hull configurations?*

239. Quali sono vantaggi e svantaggi delle configurazioni *span loader* e *flying wing*? *What are the pros and cons of the span loader and the flying wing configurations?*

240. Quali configurazioni del velivolo si possono adottare per limitare il rumore percepito a terra? *Which configurations can be used to contain the noise perceived on the ground?*

241. Quali sono vantaggi e svantaggi delle configurazioni *OWN* (*Over the Wing Nacelle*) e *RFN* (*Rear Fuselage Nacelle*)? *What are the pros and cons of the OWN (Over the Wing Nacelle) and RFN (Rear Fuselage Nacelle) configurations?*

242. Quali sono vantaggi e svantaggi delle configurazioni *BWB* (*Blended Wing Body*)? *What are the pros and cons of BWB (Blended Wing Body) configurations?*

243. Qual'è il potenziale vantaggio legato all'uso del rifornimento in volo per lunghe tratte? Quali gli svantaggi? *What are the potential pros of in-flight refuelling for long legs? What the cons?*
244. Perché utilizzare l'idrogeno come combustibile aeronautico permetterebbe di ridurre le emissioni di NO_x? *Why using hydrogen as a fuel would allow to cut NO_x emissions?*
245. Quali modifiche alla struttura del velivolo sono suggerite in caso di adozione della propulsione elettrica? *Which modifications of the airframe are indicated when adopting electric propulsion?*
246. Quali configurazioni si possono adottare per la propulsione elettrica? *Which configurations can be adopted for electric propulsion?*
247. Qual è il fattore controllante l'autonomia per un *All Electric Aircraft*? Quanto vale (indicativamente) la massima autonomia conseguibile? *What is the controlling factor for range for an All Electric Aircraft? How much is (roughly) the maximum range achievable?*
248. Qual è il principio operativo di un *Turbo-Electric Aircraft*? *How does a Turbo-Electric Aircraft work?*
249. In quali condizioni di volo può essere vantaggioso l'utilizzo di una configurazione *Hybrid Electric Aircraft*? *Under which flight conditions a Hybrid Electric Aircraft may be advantageous?*
250. L'aviazione elettrica può risultare economicamente conveniente (per un *All Electric Aircraft*)? *Can electric aviation turn out to be economically convenient (for an All Electric Aircraft)?*