



**MINISTERO DELLA DIFESA**  
**DIREZIONE GENERALE PER IL PERSONALE MILITARE**

*Concorso per titoli ed esami, per la nomina di ventinove Tenenti in servizio permanente dei ruoli normali dell'Aeronautica Militare, di cui quattro nel Corpo del Genio Aeronautico (anno 2024) indetto con Decreto Dirigenziale n. M\_D AB05933 REG2024 0310491 del 23 maggio 2024 pubblicato tramite i portali inPa e del Ministero della Difesa.*

**CATEGORIA FISICI**

**FISICA**

**TRACCIA N. 1**

**Quesito n. 1**

Un gas perfetto biatomico è contenuto in un recipiente termicamente isolato, che si muove rispetto ad un osservatore di 50 m/s. Dopo che tale recipiente viene arrestato istantaneamente, l'osservatore registra un aumento di temperatura di 1.685 °C. Supponendo che l'energia cinetica del recipiente è dissipata esternamente, determinare la massa molare del gas in unità di massa atomiche.

Il candidato illustri la dipendenza dei calori specifici dai gradi di libertà molecolari, in approssimazione classica.

Costante di Boltzmann:  $K_B = 1.33 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$

Unità di massa atomica:  $[\text{u.m.a.}] = 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

[5(cinque)/30]

**Quesito n. 2**

Una sbarra OP di lunghezza  $L = 20 \text{ cm}$  e massa  $M = 60 \text{ g}$  fissata mediante una cerniera ad attrito trascurabile alla estremità O su un piano orizzontale, si trova inizialmente in posizione verticale. Contro la sbarra viene sparato un proiettile di massa  $m = 20 \text{ g}$  a una distanza  $d = 15 \text{ cm}$  da O, parallelamente al piano con velocità  $v_0 = 10 \text{ m/s}$ , che si va a conficcare nella sbarra con urto completamente anelastico. Determinare a che velocità l'estremo P libero della sbarra urta il piano.

Il candidato enunci le leggi di conservazione a cui si fa riferimento per lo svolgimento del problema.

[5(cinque)/30]

**Quesito n. 3**

Due vasi comunicanti aperti sono riempiti il primo con acqua (densità  $\rho_1 = 1000 \text{ kg/m}^3$ ) e il secondo con mercurio (densità  $\rho_2 = 13580 \text{ kg/m}^3$ ). Sapendo che i due liquidi non sono miscibili e che la superficie libera del mercurio si trova ad  $h_2 = 3.6 \text{ cm}$  dal livello individuato dalla superficie di separazione dei due liquidi (nella prima colonna), determinare l'altezza  $h_1$  della colonna d'acqua (tra superficie libera e tale livello). Dire come cambia l'esito dell'esperimento qualora questo venga ripetuto su Marte.

Il candidato enunci la legge fisica che assicura detta condizione di equilibrio e illustri se e come questa sia applicabile agli aeriformi.

[5(cinque)/30]

#### Quesito n. 4

Un condensatore piano da 30 pF viene caricato con una differenza di potenziale di 600 V.

- Trovare il valore dell'energia immagazzinata nel condensatore, fornendo ragguagli teorici sulla formula utilizzata.
- Supponendo le armature del condensatore, separate da vuoto, della superficie di  $60 \text{ cm}^2$  calcolare la loro distanza, la densità di carica ed il campo elettrico tra le stesse.
- Il condensatore è inserito in un circuito con un carico formato da 3 resistenze di  $60 \text{ M}\Omega$  ciascuna, di cui 2 in parallelo e la terza in serie. Trovare la corrente iniziale e dire dopo quanto tempo questa si riduce ad un valore di  $1/e$ .

[5(cinque)/30]

#### Quesito n. 5

Dimostrare che i raggi luminosi riflessi dalle facce superiore e inferiore di un film sottile di materiale trasparente e spessore  $d$  hanno una differenza di cammino ottico pari a  $\delta = 2n'd \cos \theta'$  essendo  $n'$  e  $\theta'$  rispettivamente l'indice e l'angolo di rifrazione relativi al film stesso. Enunciare le condizioni in cui si ha interferenza costruttiva e distruttiva tra detti raggi in relazione alla lunghezza d'onda  $\lambda$  della luce incidente, nel caso in cui l'indice di rifrazione del substrato sia  $n'' > n' > 1$ .

Il candidato dica se e perché l'interferenza elettromagnetica può essere spiegata dall'ottica geometrica e menzioni esempi o strumenti di sua conoscenza che utilizzano tale fenomeno.

[5(cinque)/30]

#### Quesito n. 6

Una sbarretta conduttrice di lunghezza  $L = 60 \text{ cm}$  e di massa  $m = 14 \text{ g}$  è appoggiata in orizzontale su due binari metallici (su cui può scorrere senza attrito) collocati verticalmente in una regione di spazio dove è presente un campo magnetico uniforme e costante pari a  $B = 8 \text{ Tesla}$  perpendicolare al piano individuato dai binari. Questi sono uniti al loro termine in modo da formare un circuito chiuso tramite una resistenza di carico  $R$  di  $1.2 \text{ k}\Omega$ . A un certo punto la barretta, soggetta alla sua stessa forza peso, e scorrendo sui binari, raggiunge una velocità costante. Calcolare, a regime, la corrente che passa nel circuito e la velocità raggiunta dalla sbarretta.

Il candidato enunci la legge dell'elettromagnetismo classico utilizzata nello svolgimento del quesito.

[5(cinque)/30]



**MINISTERO DELLA DIFESA**  
**DIREZIONE GENERALE PER IL PERSONALE MILITARE**

*Concorso per titoli ed esami, per la nomina di ventinove Tenenti in servizio permanente dei ruoli normali dell'Aeronautica Militare, di cui quattro nel Corpo del Genio Aeronautico (anno 2024) indetto con Decreto Dirigenziale n. M\_D AB05933 REG2024 0310491 del 23 maggio 2024 pubblicato tramite i portali inPa e del Ministero della Difesa.*

**CATEGORIA FISICI**

**FISICA**

**TRACCIA N. 2**

**Quesito n. 1**

Una macchina termica che funziona con  $n$  moli di gas monoatomico (da considerare un gas perfetto), compie lavoro eseguendo un ciclo termodinamico reversibile tra gli stati A, B, C e D (in sequenza). Supponendo che le trasformazioni AB e CD siano isobare  $P_{AB} = 3.0$  atm e  $P_{CD} = 1.2$  atm e le trasformazioni BC e DA siano adiabatiche (dopo averlo schematizzato in un grafico sul piano PV) si determini il rendimento del ciclo.

Il candidato illustri le differenze del ciclo presente rispetto al ciclo di Carnot.

[5(cinque)/30]

**Quesito n. 2**

Un ragazzo di massa  $M = 50$  kg si trova intrappolato nel bel mezzo di una pista ghiacciata su cui l'attrito è completamente cancellato, e per uscire da questa ha bisogno prima di superare un dislivello liscio di altezza  $H = 4$  cm che circonda pista. Il ragazzo trova nelle vicinanze solo un blocco di ghiaccio di massa di  $m = 2.5$  kg che (saggiamente) decide di lanciare in direzione orizzontale. Qual è la velocità minima a cui deve lanciare il blocco per superare il dislivello  $H$  (e quindi uscire dalla pista)?

Il candidato, in riferimento al principio utilizzato, proponga, in assenza del blocco, altri mezzi almeno per avvicinarsi a bordo pista e descriva qualitativamente (per analogia o graficamente) il moto dello sventurato, qualora non riesca a superare l'ostacolo.

[5(cinque)/30]

**Quesito n. 3**

In un tubo usato per l'irrigazione della sezione  $2 \text{ cm}^2$  adagiato al suolo viene fatta scorrere acqua, schematizzata come un liquido senza attrito, alla velocità di  $1.2 \text{ m/s}$ . Supponendo che un ostacolo (per esempio un masso) di circa  $30 \text{ cm}$  alzi globalmente l'asse del tubo di tale altezza ma ne riduca la sezione a soli  $0.5 \text{ cm}^2$ , trovare la differenza di pressione tra tubo e strozzatura.

Il candidato enunci la legge che assicura, all'equilibrio del flusso d'acqua, quanto sopra, e dica se e come questa sia applicabile agli aeriformi.

[5(cinque)/30]

#### Quesito n. 4

Una gocciolina d'acqua approssimativamente sferica dal diametro di 2 mm sospesa in aria atmosferica ha una carica elettrica negativa tale da generare alla sua superficie un campo elettrico  $E$  di intensità pari a 80 V/cm.

- Calcolare quanti elettroni responsabili della carica della gocciolina sono da essa trasportati.
- Determinare l'intensità di un campo elettrico esterno verticale  $E_e$  da applicare affinché la gocciolina non cada al suolo.
- Dire quale sarà l'andamento di  $E$  esterno alla sfera isolata ed ipotizzare un andamento qualitativo interno, a partire dai casi limite (gocciolina perfettamente conduttrice e distribuzione radiale di carica uniforme).

Il candidato enunci la legge dell'elettrostatica che consente lo svolgimento dell'esercizio.

Costante dielettrica vuoto:  $8.85 \cdot 10^{-12}$  F/m

Carica elettrone:  $1.6 \cdot 10^{-19}$  C

Costante dielettrica relativa aria: 1.006

Densità aria:  $1.23 \text{ kg/m}^3$

Densità acqua:  $997 \text{ kg/m}^3$

[5(cinque)/30]

#### Quesito n. 5

Di una scatola cubica, avente lato 40 cm, con le pareti opache l'osservatore O, che ne traguarda l'interno poco sopra una delle pareti laterali, non riesce a vedere il fondo, ma è in grado di vedere completamente l'interno della parete opposta. Trovare quanti litri di acqua si devono mettere almeno nel recipiente per poter vedere un piccolo oggetto (ad esempio una moneta) posto sul fondo a 10 cm dal bordo inferiore di tale parete della scatola.

Il candidato enunci la legge dell'ottica geometrica che consente lo svolgimento dell'esercizio e ne faccia qualche esempio pratico, menzionando il fenomeno della riflessione totale.

Indice rifrazione dell'acqua = 1.33

[5(cinque)/30]

#### Quesito n. 6

Un satellite artificiale orbitante attorno al Sole presso Venere possiede pannelli fotovoltaici per l'alimentazione della strumentazione di bordo. Sapendo che:

- l'intensità della luce solare sulla terra ("costante" solare) è pari a  $1.37 \text{ kW/m}^2$ ,
- la distanza Sole-Terra è di 150 milioni di km,
- la distanza Sole-Venere è di 108 milioni di km,

determinare:

- la superficie minima che devono avere i pannelli fotovoltaici per fornire 200 W necessari all'alimentazione della strumentazione del satellite, supponendo che questi siano disposti ortogonalmente alla radiazione incidente e che, di tutta la radiazione incidente, solo il 20 % sia convertita in elettricità;
- l'ampiezza del campo elettrico e del campo magnetico della radiazione sui pannelli;
- la forza esercitata dalla radiazione stessa sui pannelli effettivamente installati se questi hanno una superficie di  $1.6 \text{ m}^2$ , ritenendo la radiazione completamente assorbita.

**Suggerimento:** Si utilizzi l'approssimazione di onda piana sinusoidale, per cui l'intensità è  $\frac{1}{2} \epsilon_0 c E^2$  mediando su un periodo; si ricordi che, in tale approssimazione, in totale assorbimento, la pressione di radiazione è semplicemente l'intensità divisa per la velocità della luce nel vuoto.

Il candidato illustri come cambia, rispetto alla precedente, la forza esercitata sui pannelli ritenendo la radiazione completamente riflessa, fornendo una spiegazione elementare.

[5(cinque)/30]



**MINISTERO DELLA DIFESA**  
**DIREZIONE GENERALE PER IL PERSONALE MILITARE**

*Concorso per titoli ed esami, per la nomina di ventinove Tenenti in servizio permanente dei ruoli normali dell'Aeronautica Militare, di cui quattro nel Corpo del Genio Aeronautico (anno 2024) indetto con Decreto Dirigenziale n. M\_D AB05933 REG2024 0310491 del 23 maggio 2024 pubblicato tramite i portali inPa e del Ministero della Difesa.*

**CATEGORIA FISICI**

**FISICA**

**TRACCIA N. 3**

**Quesito n. 1**

Una quantità di 10 moli di gas perfetto biatomico in un recipiente rigido è inizialmente in equilibrio alla temperatura  $T_0 = 300$  K. Ad un certo punto il recipiente viene messo in contatto con una sorgente che si trova alla temperatura costante di  $T_s = 150$  K. Calcolare la variazione di entropia dell'universo tra l'istante in cui la sorgente viene messa a contatto col recipiente e quando il sistema ha nuovamente raggiunto l'equilibrio.

Il candidato fornisca elementi teorici sulla definizione e sul calcolo dell'entropia in relazione al secondo principio della termodinamica, in particolare sul suo comportamento nei sistemi isolati.

Si ricorda che la costante dei gas vale  $R = 8.31$  J/(mol·K).

[5(cinque)/30]

**Quesito n. 2**

Una particella di massa  $m_0$  procede a velocità  $v_0 = 200$  m/s in una zona di spazio esente da forze esterne. Ad un certo istante, tramite un meccanismo di forze interne, la particella si spezza in due frammenti di massa  $m_1$  e  $m_2$  che procedono entrambe a velocità di modulo uguale, pari a  $v$ , ma lungo due direzioni diverse, che formano gli angoli  $\alpha = 30^\circ$  e  $\beta = 60^\circ$  rispetto alla traiettoria del baricentro. Calcolare  $v$  in approssimazione classica, in particolare ritenendo  $m_0$  uguale a  $m_1 + m_2$ .

Il candidato riconosca ed enunci il principio di conservazione a cui si fa riferimento e faccia menzione a quale schema interpretativo più ampio e generale si fa ricorso trattando velocità più elevate per una risoluzione molto più precisa del problema.

[5(cinque)/30]

**Quesito n. 3**

Un iceberg approssimabile, come forma, ad un cono di altezza 100 m e diametro di base 120 m, galleggia sulla superficie marina. Calcolarne il volume e l'altezza della parte emersa, sapendo che le densità del ghiaccio e dell'acqua marina sono rispettivamente  $\rho_{ice} = 920$  kg/m<sup>3</sup> e  $\rho_w = 1030$  kg/m<sup>3</sup>.

Il candidato enunci il principio fisico responsabile, in questo caso, del galleggiamento, e dica se e come questa sia applicabile agli aeriformi, magari fornendo esempi reali o ideali.

[5(cinque)/30]

#### Quesito n. 4

Si consideri una sbarretta conduttrice carica di lunghezza  $L$ , con densità lineare di carica  $\lambda$  costante. Determinare il campo elettrico  $E_0$  in un generico punto nel limite  $L \rightarrow \infty$  (filo conduttore di lunghezza infinita) e fornire le motivazioni con richiami teorici. Considerando la barretta nel segmento di un piano cartesiano da  $-L/2$  a  $+L/2$  delle ascisse, si determini (per  $L$  finito) il valore di  $E_0$  in un generico punto  $(x, y)$  del piano. E' sufficiente impostare il problema anche senza svolgere esplicitamente i calcoli.

[5(cinque)/30]

#### Quesito n. 5

Un raggio luminoso che inizialmente si propaga in aria (indice di rifrazione  $n_A$ ) incide verso l'alto, con angolo  $\alpha$ , su una faccia verticale di un parallelepipedo di vetro, il cui indice di rifrazione è  $n_V$ . Tale raggio, dopo aver attraversato una porzione del parallelepipedo, incide poi sulla faccia orizzontale superiore del parallelepipedo stesso, sopra la quale c'è un liquido trasparente sconosciuto, il cui indice di rifrazione  $n$  non è pertanto noto. Da un'esperienza è stato accertato per  $\alpha \leq 30^\circ$  si riscontra riflessione totale sulla suddetta faccia in contatto con il liquido. Ricavare da tale informazione il valore di  $n$  conoscendo  $n_V = 1.52$  (vetro crown) ed assumendo  $n_A \cong 1$ .

Il candidato enunci la legge dell'ottica geometrica che consente lo svolgimento dell'esercizio, trattando anche il caso della riflessione totale.

[5(cinque)/30]

#### Quesito n. 6

Una sbarretta conduttrice di lunghezza  $L = 60$  cm è appoggiata su due binari metallici (su cui può scorrere senza attrito) in una regione di spazio dove è presente un campo magnetico uniforme e costante pari a  $B = 0.8$  Tesla perpendicolare al piano individuato dai binari. I due binari sono uniti al loro termine in modo da formare un circuito chiuso tramite una resistenza di carico  $R$  di  $1.2$  k $\Omega$ . Qualora la barretta sia spinta, da una forza esterna, verso la resistenza, con velocità costante pari a  $9$  m/s, determinare:

- la differenza di potenziale sulla resistenza,
- l'intensità e il verso della corrente indotta,
- il lavoro di trazione svolto dalla forza esterna meccanica nell'unità di tempo, ovvero la potenza impressa alle cariche in movimento (elettroni) dalla forza elettromotrice indotta.

Il candidato giustifichi il motivo per cui si manifesta la precedente differenza di potenziale, il verso della corrente, e la natura del lavoro che mette in moto le cariche.

[5(cinque)/30]



**MINISTERO DELLA DIFESA**  
**DIREZIONE GENERALE PER IL PERSONALE MILITARE**

*Concorso per titoli ed esami, per la nomina di ventinove Tenenti in servizio permanente dei ruoli normali dell'Aeronautica Militare, di cui quattro nel Corpo del Genio Aeronautico (anno 2024) indetto con Decreto Dirigenziale n. M\_D AB05933 REG2024 0310491 del 23 maggio 2024 pubblicato tramite i portali inPa e del Ministero della Difesa.*

**CATEGORIA FISICI**  
**MATEMATICA**  
**TRACCIA N. 1**

**Quesito n. 1**

Si effettui lo studio della seguente funzione  $y=f(x)$  dettagliandone le caratteristiche salienti:

$$y = \ln \left( \frac{x^2}{x+1} \right)$$

[7(sette)/30]

**Quesito n. 2**

Si risolva il seguente integrale indefinito:

$$y = \int \frac{\cos^3(x) + 5}{\cos^2(x)} dx$$

dettagliando il metodo risolutivo.

[4(quattro)/30]

**Quesito n. 3**

Si risolva il seguente problema di Cauchy:

$$\begin{cases} y'(x) + \frac{y(x)}{x} = e^x \\ y(1) = 2 \end{cases}$$

dettagliando il metodo risolutivo.

[4(quattro)/30]

**Quesito n. 4**

Si definisca il comportamento della seguente serie numerica

$$\sum_{n=2}^{\infty} \frac{\sqrt{n}}{n+\log n}, n \in N$$

corredando l'esercizio con elementi informativi sulla teoria delle serie.

[4(quattro)/30]

**Quesito n. 5**

Si illustri il concetto di limite specificandone le tipologie conosciute e corredando la descrizione con eventuali esempi esplicativi

[6(sei)/30]

**Quesito n. 6**

Si risolva il seguente integrale ove il dominio  $D = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2: x^2 + y^2 \leq 1, 0 \leq y \leq x\}$ :

$$\iint_D (x + y) \, dx dy$$

[5(cinque)/30]



ESTRATTA

**MINISTERO DELLA DIFESA**  
**DIREZIONE GENERALE PER IL PERSONALE MILITARE**

*Concorso per titoli ed esami, per la nomina di ventinove Tenenti in servizio permanente dei ruoli normali dell'Aeronautica Militare, di cui quattro nel Corpo del Genio Aeronautico (anno 2024) indetto con Decreto Dirigenziale n. M\_D AB05933 REG2024 0310491 del 23 maggio 2024 pubblicato tramite i portali inPa e del Ministero della Difesa.*

**CATEGORIA FISICI**  
**MATEMATICA**  
**TRACCIA N. 2**

**Quesito n. 1**

Si effettui lo studio della seguente funzione  $y = f(x)$  dettagliandone le caratteristiche salienti:

$$y = \frac{x - 1}{x^2 - x - 6}$$

[7(sette)/30]

**Quesito n. 2**

Si risolva il seguente integrale definito:

$$y = \int_0^4 \frac{1}{e^{\sqrt{x}}} dx$$

dettagliando il metodo risolutivo.

[4(quattro)/30]

**Quesito n. 3**

Si risolva il seguente problema di Cauchy:

$$\begin{cases} y'(x) + \frac{y(x)}{x} = 2 \operatorname{arctg}(x) \\ y(1) = -1 \end{cases}$$

dettagliando il metodo risolutivo.

[4(quattro)/30]

**Quesito n. 4**

Si definisca il comportamento della seguente serie numerica:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(n+1)(2+\sin(n))}{\sqrt[3]{n^5}}, n \in N$$

corredando l'esercizio con elementi informativi sulla teoria delle serie.

[4(quattro)/30]

**Quesito n. 5**

Si illustri il concetto di integrazione specificandone le tipologie conosciute e corredando la descrizione con eventuali esempi esplicativi.

[6(sei)/30]

**Quesito n. 6**

Si risolva il seguente integrale ove il dominio  $D$  sia l'intersezione, di ordinata positiva, fra la circonferenza:  $x^2 + y^2 = 1$  e la circonferenza:  $x^2 + y^2 = 2x$ :

$$\iint_D xy \, dx dy$$

[6(sei)/30]



**MINISTERO DELLA DIFESA**  
**DIREZIONE GENERALE PER IL PERSONALE MILITARE**

*Concorso per titoli ed esami, per la nomina di ventinove Tenenti in servizio permanente dei ruoli normali dell'Aeronautica Militare, di cui quattro nel Corpo del Genio Aeronautico (anno 2024) indetto con Decreto Dirigenziale n. M\_D AB05933 REG2024 0310491 del 23 maggio 2024 pubblicato tramite i portali inPa e del Ministero della Difesa.*

**CATEGORIA FISICI**  
**MATEMATICA**  
**TRACCIA N. 3**

**Quesito n. 1**

Si effettui lo studio della seguente funzione  $y=f(x)$  dettagliandone le caratteristiche salienti:

$$y = \frac{x^3 - x}{2x^2 - 6}$$

[7(sette)/30]

**Quesito n. 2**

Si risolva il seguente integrale definito:

$$y = \int_0^{\sqrt{e}} x^3 \log \sqrt{e + x^2} dx$$

dettagliando il metodo risolutivo.

[4(quattro)/30]

**Quesito n. 3**

Si risolva il seguente problema di Cauchy:

$$\begin{cases} y'(x) + 2xy(x) = xe^{-x^2} \\ y(1) = e^{-1} \end{cases}$$

dettagliando il metodo risolutivo.

[4(quattro)/30]

**Quesito n. 4**

Si definisca il comportamento della seguente serie numerica:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2^n(n^2 + \sin(e^n))}{3^n}, n \in N$$

corredando l'esercizio con elementi informativi sulla teoria delle serie.

[4(quattro)/30]

**Quesito n. 5**

Si illustri il concetto di integrazione specificandone le tipologie conosciute e corredando la descrizione con eventuali esempi esplicativi.

[6(sei)/30]

**Quesito n. 6**

Si risolva il seguente integrale ove il dominio  $D = \{(x, y, z) \in R^3: x + y + z \leq 1, y \geq 0, z \geq 0\}$ :

$$\iiint_D 1 \, dx dy dz$$

[5(cinque)/30]



**MINISTERO DELLA DIFESA**  
**DIREZIONE GENERALE PER IL PERSONALE MILITARE**

*Concorso per titoli ed esami, per la nomina di ventinove Tenenti in servizio permanente dei ruoli normali dell'Aeronautica Militare, di cui quattro nel Corpo del Genio Aeronautico (anno 2024) indetto con Decreto Dirigenziale n. M\_D AB05933 REG2024 0310491 del 23 maggio 2024 pubblicato tramite portale inPa e Ministero della Difesa.*

**CATEGORIA CHIMICI**  
**CHIMICA ORGANICA**  
**TRACCIA N.1**

**Quesito n. 1**

Il candidato descriva le conformazioni possibili per la molecola del propano, illustrando come variano le barriere rotazionali intorno al legame C-C- passando da una conformazione all'altra.

[5(cinque)/30]

**Quesito n. 2**

Scrivere tutti i possibili prodotti per la mono-bromurazione del 2,2,4-trimetilpentano e calcolare le percentuali attese per i diversi prodotti, considerando per la reattività relativa per la sostituzione di idrogeni primari, secondari e terziari il rapporto rispettivamente di 1:100:2000

[5(cinque)/30]

**Quesito n. 3**

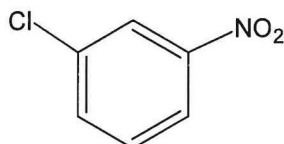
Le reazioni di eliminazione tipo E1 possono essere accompagnate da trasposizioni. Illustri il candidato cosa si intenda con tale affermazione, fornendo la spiegazione del perché la reazione di disidratazione del 3-metil-2-butanolo porti ai seguenti prodotti: 3-metil-1-butene, 2-metil-2-butene, 2-metil-1-butene.

[5(cinque)/30]

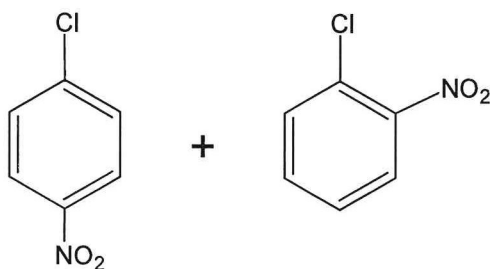
**Quesito n. 4**

Partendo dal benzene formulare una sequenza di reazioni per ottenere i seguenti prodotti, illustrando le scelte fatte:

a) *m*-cloronitrobenzene



b) *p*-cloronitrobenzene + *o*-cloronitrobenzene



**Quesito n. 5**

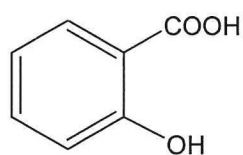
Il candidato illustri le regole di Huckel ed indichi quali delle seguenti specie sono aromatiche e quali no:

|                                |                      |                          |
|--------------------------------|----------------------|--------------------------|
| <p>Ciclopentadienil anione</p> | <p>[10]-annulene</p> | <p>Cicloottatetraene</p> |
| <p>[18]-annulene</p>           | <p>Furano</p>        | <p>ciclobutadiene</p>    |

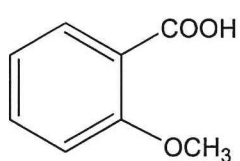
[5(cinque)/30]

**Quesito n. 6**

L'acido salicilico (*o*-idrossibenzoico) ha un pK<sub>a</sub> di 2.98, mentre l'acido *o*-metossibenzoico ha un pK<sub>a</sub> di 3.09. Fornire una spiegazione per tale diversa acidità.



Acido *o*-idrossibenzoico



Acido *o*-metossibenzoico

[5(cinque)/30]



**MINISTERO DELLA DIFESA**  
**DIREZIONE GENERALE PER IL PERSONALE MILITARE**

*Concorso per titoli ed esami, per la nomina di ventinove Tenenti in servizio permanente dei ruoli normali dell'Aeronautica Militare, di cui quattro nel Corpo del Genio Aeronautico (anno 2024) indetto con Decreto Dirigenziale n. M\_D AB05933 REG2024 0310491 del 23 maggio 2024 pubblicato tramite portale inPa e Ministero della Difesa.*

**CATEGORIA CHIMICI**  
**CHIMICA ORGANICA**  
**TRACCIA N.2**

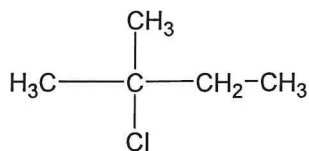
**Quesito n. 1**

L'alogenazione degli alcani segue un meccanismo di tipo radicalico a catena. Illustri il candidato quali sono le evidenze che hanno portato a questa conclusione, riportando quali sono i vari stadi della reazione a catena e specificando quali sono lo stadio di inizio, gli stadi di propagazione e quelli di interruzione di catena. Il candidato produca anche degli esempi di inibitori e iniziatori radicalici.

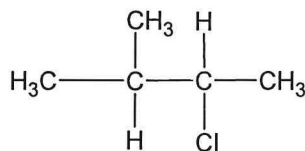
[5(cinque)/3]

**Quesito n. 2**

Il candidato illustri il meccanismo delle reazioni di  $S_N1$ , specificandone gli aspetti cinetici stereochimici ed illustrando quali sono i fattori principali che determinano se una certa sostituzione avvenga con meccanismo  $S_N1$  piuttosto che  $S_N2$ . In particolare il candidato spieghi come si formano i seguenti prodotti di reazioni nella sostituzione unimolecolare del 3-metil-2-butanol:



2-cloro-2-metilbutano

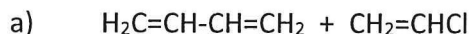


2-cloro-3-metilbutano

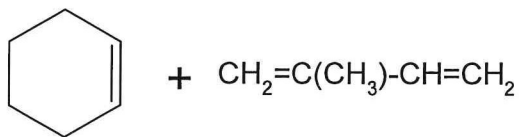
[5(cinque)/3]

**Quesito n. 3**

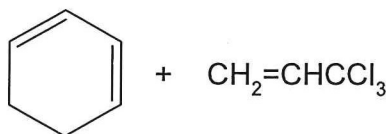
Ciascuna delle seguenti coppie potrebbe reagire formando un addotto Diels Alder. In ciascuna coppia identificare qual è il diene e quale il dienofilo e scrivere le strutture dei prodotti previsti:



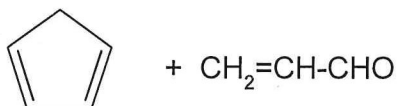
b)



c)



d)



[5(cinque)/30]

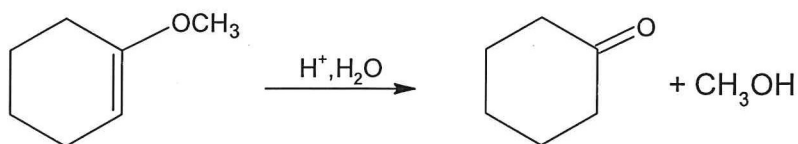
#### Quesito n. 4

Il candidato spieghi i motivi della debole acidità degli alchini terminali rispetto agli alcani ed agli alcheni e mostri con degli esempi come questa proprietà può essere usata per la sintesi di alchini terminali ed interni a partire dall'acetilene.

[5(cinque)/30]

#### Quesito n. 5

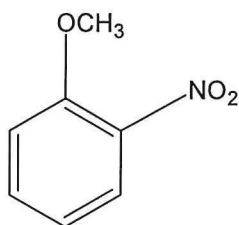
Proporre un ragionevole meccanismo di reazione per la trasformazione seguente:



[5(cinque)/30]

#### Quesito n. 6

Prevedere il prodotto principale della mononitrazione del seguente composto, argomentando la scelta fatta:



[5(cinque)/30]



**MINISTERO DELLA DIFESA**  
**DIREZIONE GENERALE PER IL PERSONALE MILITARE**

*Concorso per titoli ed esami, per la nomina di ventinove Tenenti in servizio permanente dei ruoli normali dell'Aeronautica Militare, di cui quattro nel Corpo del Genio Aeronautico (anno 2024) indetto con Decreto Dirigenziale n. M\_D AB05933 REG2024 0310491 del 23 maggio 2024 pubblicato tramite portale inPa e Ministero della Difesa.*

**CATEGORIA CHIMICI**

**CHIMICA ORGANICA**

**TRACCIA N.3**

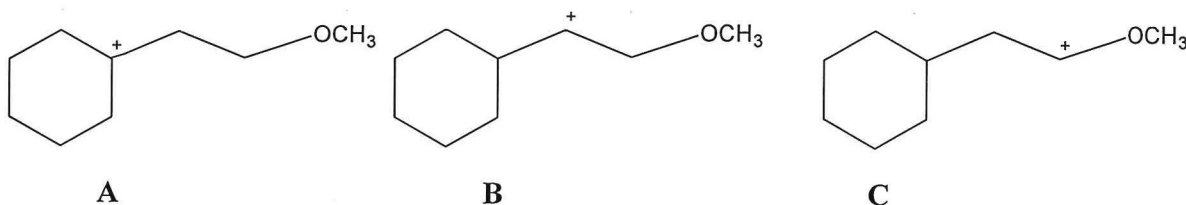
**Quesito n. 1**

Illustri il candidato i concetti di chiralità, di attività ottica e di miscele racemiche, sostanziandoli con degli esempi. In particolare illustri poi il candidato il caso delle ammine terziarie e spieghi perché esse non possano essere otticamente attive anche quando l'azoto presenta tre sostituenti alchilici diversi.

[5(cinque)/30]

**Quesito n. 2**

Mettere in ordine di stabilità i seguenti carbocationi, identificando per ognuno di essi tutti gli effetti che possono contribuire alla loro stabilizzazione:



[5(cinque)/30]

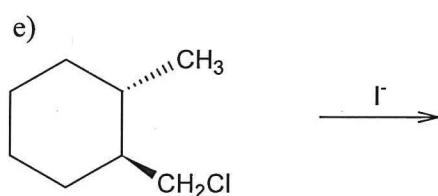
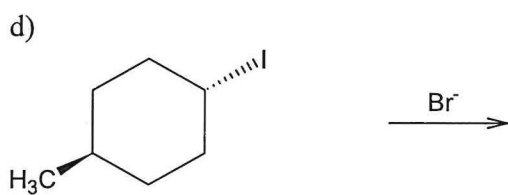
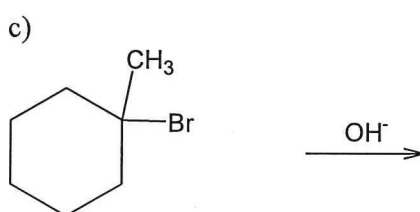
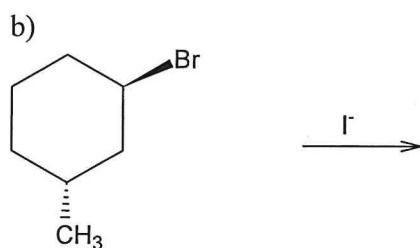
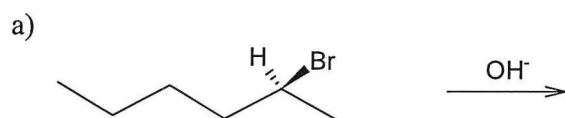
**Quesito n. 3**

Il candidato fornisca almeno due esempi di reazione di ossidazione dei doppi legami negli alcheni, illustrando per le varie reazioni i possibili prodotti, la stereochimica delle reazioni e la modalità con cui è possibile controllare i prodotti di reazione.

[5(cinque)/30]

**Quesito n. 4**

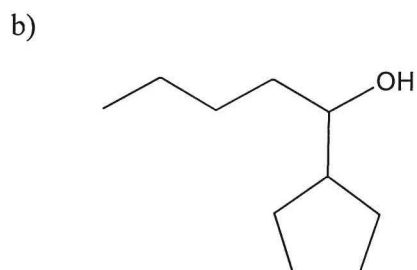
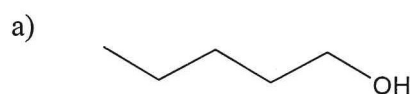
Il candidato illustri il meccanismo delle reazioni di S<sub>N</sub>2, specificandone gli aspetti cinetici e stereochimici ed illustrando quali sono i fattori principali che determinano se una certa sostituzione avvenga con meccanismo S<sub>N</sub>2 piuttosto che S<sub>N</sub>1. Scriva quindi il prodotto della reazione S<sub>N</sub>2 (se avviene) per ciascuna delle seguenti molecole:



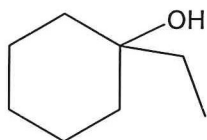
[

### Quesito n. 5

Illustrare un metodo per la sintesi degli alcoli primari, secondari e terziari partendo dai reattivi di Grignard. Formulare almeno una proposta per individuare i composti di partenza utilizzati per la sintesi dei seguenti alcoli:



c)



[5(cinque)/30]

**Quesito n. 6**

In presenza di  $\text{H}_2^{18}\text{O}$ , le aldeidi ed i chetoni incorporano  $^{18}\text{O}$ . Tali processi sono soggetti a catalisi acida o basica. Illustri il candidato il meccanismo attraverso cui avviene tale incorporazione

[5(cinque)/30]



ESTIMATA

**MINISTERO DELLA DIFESA  
DIREZIONE GENERALE PER IL PERSONALE MILITARE**

*Concorso per titoli ed esami, per la nomina di ventinove Tenenti in servizio permanente dei ruoli normali dell'Aeronautica Militare, di cui quattro nel Corpo del Genio Aeronautico (anno 2024) indetto con Decreto Dirigenziale n. M\_D AB05933 REG2024 0310491 del 23 maggio 2024 pubblicato tramite i portali inPa e del Ministero della Difesa.*

**CATEGORIA CHIMICI  
CHIMICA-FISICA E INORGANICA  
TRACCIA N.1**

**Quesito n. 1**

La coramina, sostanza molto usata in medicina come stimolante cardiaco, contiene C, H, O ed N. Un campione purificato di 3,332 g di coramina contiene 2,23 g di C, 0,267 g di H e 0,535 g di N. Determinare la formula minima della coramina.

[5(cinque)/30]

**Quesito n. 2**

Qual è il volume, in millilitri, occupato da 89,2 g di  $\text{CO}_2$  (g) a  $37^\circ\text{C}$  e 737 mmHg, assumendo il comportamento di un gas ideale?

[5(cinque)/30]

**Quesito n. 3**

Calcolare quanti grammi di Al vengono depositati al catodo di una cella elettrolitica contenente  $\text{AlCl}_3$  fuso, quando si faccia passare una corrente di  $2,60 \times 10^{-1}$  A per 35 minuti.

[5(cinque)/30]

**Quesito n. 4**

La decomposizione termica del carbonato di calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) porta alla formazione di ossido di calcio ( $\text{CaO}$ ) e di biossido di carbonio ( $\text{CO}_2$ ). Per decomporre una mole di  $\text{CaCO}_3$  a  $25^\circ\text{C}$  e un'atmosfera sono necessari  $1,78 \times 10^5$  J. Calcolare la variazione dell'energia interna  $\Delta E$  per la decomposizione di 1,00 g di  $\text{CaCO}_3$ .

[5(cinque)/30]

**Quesito n. 5**

Nella combustione dell'idrocarburo ottano  $\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l})$ , la variazione di entalpia è  $\Delta H^\circ = -5,48 \times 10^3$  KJ. Quanto calore, espresso in KJ, viene liberato dalla combustione completa di un gallone di ottano, considerata la sua densità pari a 0,703 g/mL?

[5(cinque)/30]

**Quesito n. 6**

Una miscela gassosa contenente 0,150 mol ciascuno di  $\text{H}_2(\text{g})$  e  $\text{I}_2(\text{g})$  viene introdotta in un pallone da 3,25 L e lasciata raggiungere l'equilibrio a 445 °C. Quali sono le quantità in moli all'equilibrio di  $\text{H}_2$ ,  $\text{I}_2$  e  $\text{HI}$ ? [ $K_c = 50,2$  a 445 °C].

[5(cinque)/30]



**MINISTERO DELLA DIFESA**  
**DIREZIONE GENERALE PER IL PERSONALE MILITARE**

*Concorso per titoli ed esami, per la nomina di ventinove Tenenti in servizio permanente dei ruoli normali dell'Aeronautica Militare, di cui quattro nel Corpo del Genio Aeronautico (anno 2024) indetto con Decreto Dirigenziale n. M\_D AB05933 REG2024 0310491 del 23 maggio 2024 pubblicato tramite i portali inPa e del Ministero della Difesa.*

**CATEGORIA CHIMICI**  
**CHIMICA-FISICA E INORGANICA**  
**TRACCIA N.2**

**Quesito n. 1**

Il minerale ortoclasio contiene 13,98% di K, 9,97% di Al, 29,82% di Si e 46,05% di O. Qual è la formula minima dell'ortoclasio?

[5(cinque)/30]

**Quesito n. 2**

Una bombola di 12,8 L di volume contiene 35,8 g di  $O_2$  a 46 °C. Qual è la pressione espressa in mmHg, considerando un comportamento del gas ideale?

[5(cinque)/30]

**Quesito n. 3**

L'idrogeno puro viene preparato per elettrolisi dell'acqua. All'anodo della cella elettrolitica si sviluppa ossigeno e al catodo idrogeno. Calcolare quanti coulombs di elettricità occorrono per preparare 20,0 L di  $H_2$ , (misurati alla temperatura di 298 K e alla pressione di 1 atm) e quanti litri di ossigeno (nelle stesse condizioni di pressione e temperatura) vengono contemporaneamente prodotti all'anodo.

[5(cinque)/30]

**Quesito n. 4**

Il calore di vaporizzazione di  $H_2O$  alla temperatura di 148 °C è 502,6 kcal/kg. Calcolare la variazione dell'energia interna  $\Delta E$  in seguito alla vaporizzazione a pressione costante di 1000,0 g di  $H_2O$  a 148°C, assumendo che il vapore si comporti come un gas ideale e che il volume molare di  $H_2O$  liquida sia trascurabile rispetto al volume molare di  $H_2O$  vapore.

[5(cinque)/30]

**Quesito n. 5**

Il gas propano  $C_3H_8$  ( $d = 1,83 \text{ Kg/m}^3$ ) si usa in molti barbecue a gas. Qual è il volume, espresso in litri, di propano necessario per generare 273,8 KJ di calore? [ $\Delta H^\circ = -2219,9 \text{ KJ}$ ]

[5(cinque)/30]

**Quesito n. 6**

Per la reazione  $2 \text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \leftrightarrow 2 \text{SO}_3(\text{g})$  si stabilisce l'equilibrio a 1000 K con  $K_c = 281$ . La quantità di  $\text{O}_2(\text{g})$  all'equilibrio in un pallone da 0,185 L è di 0,00247 moli. Qual è il rapporto tra  $[\text{SO}_2]$  ed  $[\text{SO}_3]$  in questa miscela all'equilibrio?

[5(cinque)/30]



**MINISTERO DELLA DIFESA  
DIREZIONE GENERALE PER IL PERSONALE MILITARE**

*Concorso per titoli ed esami, per la nomina di ventinove Tenenti in servizio permanente dei ruoli normali dell'Aeronautica Militare, di cui quattro nel Corpo del Genio Aeronautico (anno 2024) indetto con Decreto Dirigenziale n. M\_D AB05933 REG2024 0310491 del 23 maggio 2024 pubblicato tramite i portali inPa e del Ministero della Difesa.*

**CATEGORIA CHIMICI  
CHIMICA-FISICA E INORGANICA  
TRACCIA N.3**

**Quesito n. 1**

Determinare le percentuali di C, H e S presenti nel composto di formula molecolare  $C_2H_6S$ .

[5(cinque)/30]

**Quesito n. 2**

Una bombola a volume costante di 72,8 L contenente 7,41 g di He, viene scaldata finché la pressione non raggiunge 2660 mmHg. Qual è la temperatura finale in °C, considerando un comportamento del gas ideale?

[5(cinque)/30]

**Quesito n. 3**

Nelle batterie al piombo impiegate nelle automobili, la semireazione anodica è:  $Pb_{(s)} + HSO_4^- + H_2O \rightarrow PbSO_{4(s)} + H_3O^+ + 2e^-$ . Calcolare il peso di Pb necessario perché la batteria sia in grado di erogare 50,0 ampere/ora.

[5(cinque)/30]

**Quesito n. 4**

Calcolare la variazione dell'energia interna  $\Delta E$  per la combustione totale di una mole di acido stearico ( $C_{18}H_{36}O_2$ ) alla pressione di una atmosfera e alla temperatura di 293,2 K, sapendo che nella combustione di una mole di acido stearico si sviluppano 2711,8 kcal.

[5(cinque)/30]

**Quesito n. 5**

Quanto calore, espresso in KJ, è associato alla produzione di 283 Kg di calce spenta  $Ca(OH)_2$ , a partire da ossido di calcio ed acqua? [ $\Delta H^\circ = -65,2$  KJ]

[5(cinque)/30]

**Quesito n. 6**

Per la dissociazione di  $I_2(g)$  a circa  $1.200\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $I_2(g) \leftrightarrow 2I(g)$ ,  $K_c = 1,1 \times 10^{-2}$ . Quale deve essere il volume del pallone di reazione se si vuole che all'equilibrio per ogni 1,00 mole di  $I_2$  siano presenti 0,37 moli di  $I$ ?

[5(cinque)/30]