

**ESAME DI STATO DI ISTRUZIONE SECONDARIA SUPERIORE**

**SECONDA PROVA SCRITTA - ESEMPIO**

**Indirizzi:** LI02 – SCIENTIFICO

LI15 – SCIENTIFICO – SEZIONE AD INDIRIZZO SPORTIVO

**Tema di:**

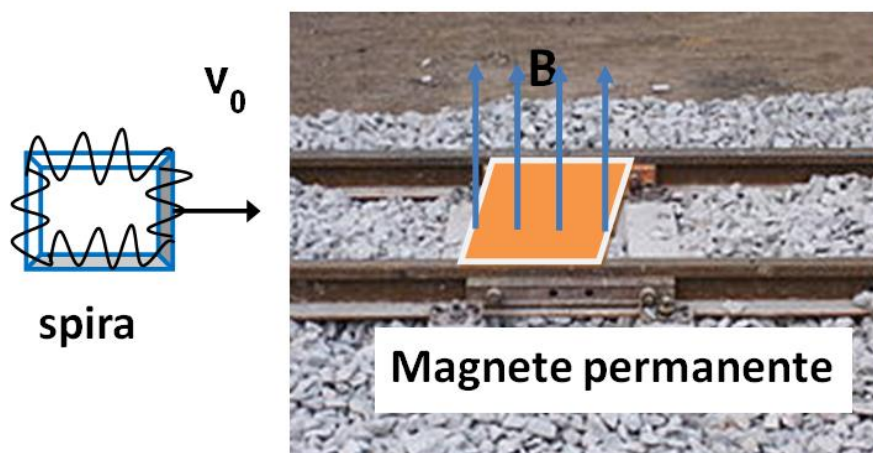
MATEMATICA

FISICA

*Il candidato risolva uno dei due problemi e risponda a 4 quesiti del questionario.*

**PROBLEMA 1**

Hai giocato con il tuo fratellino con un trenino elettrico da lui ricevuto in regalo per il compleanno. Osservandolo, più volte ti sei chiesto quale sia il principio di funzionamento delle varie parti. In particolare hai osservato che quando un vagone viene immesso in un binario morto, nei pressi del respingente finale il vagone subisce un forte rallentamento fino quasi a fermarsi; questo consente al vagone di raggiungere il respingente finale con velocità molto bassa e quindi di colpirlo senza conseguenze. Per capire il funzionamento di questo freno, hai analizzato in dettaglio il binario morto e un vagone; hai notato che sulla parte finale del binario morto è presente un piccolo magnete permanente di forma quadrata di lato  $L = 5,0\text{cm}$  fissato tra le due rotaie del binario. Inoltre sul fondo del vagone è presente una cornice quadrata di dimensione uguale al magnete su cui è avvolto un filo a formare una spira quadrata di resistenza elettrica  $R = 0,020\Omega$ . Analizzando il moto del vagone hai compreso che quando il vagone passa sopra il magnete, anche la spira passa sopra il magnete (come mostrato in figura) e che in questo passaggio il vagone rallenta.



1. Spiega qualitativamente l'origine della azione frenante dovuta al passaggio della spira sopra al magnete.
2. Assumendo che il magnete permanente generi sopra di sé un campo magnetico  $B = 0,85T$  uniforme, perpendicolare al magnete stesso (e quindi anche alla spira) e trascurando tutti gli effetti di bordo, dimostra che l'equazione del moto della spira durante il passaggio sul magnete è:

$$m \frac{dv}{dt} = - \frac{B^2 L^2}{R} v$$

dove  $m = 50g$  è la massa del vagone.

3. Verifica che l'equazione del moto ha come soluzione  $v = v_0 e^{-t/\tau}$  dove  $v_0$  è la velocità del vagone (e quindi della spira) quando entra nel campo del magnete permanente, esprimendo la costante  $\tau$  in termini delle altre grandezze presenti nell'equazione del moto e calcolandone il valore numerico.
4. Assumendo per la velocità iniziale il valore  $v_0 = 0,20 \text{ m/s}$ , determina il tempo che la spira impiega ad attraversare completamente il magnete e la velocità che essa ha dopo aver attraversato il magnete.
5. Dimostra che se la velocità iniziale  $v_0$  è inferiore ad un valore limite, la spira non riesce a superare il magnete permanente: in queste condizioni il freno agisce come un blocco insormontabile per il vagone. Determina il valore numerico della velocità limite.

## PROBLEMA 2

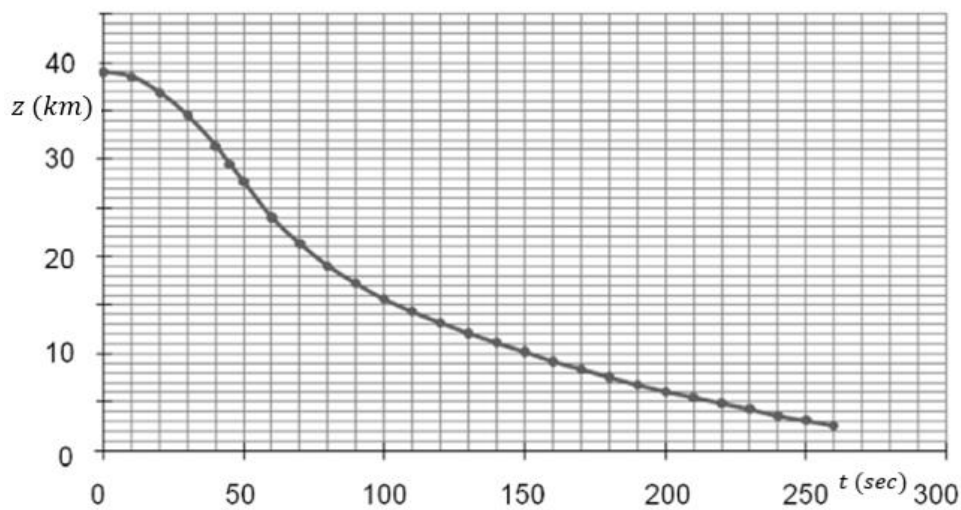
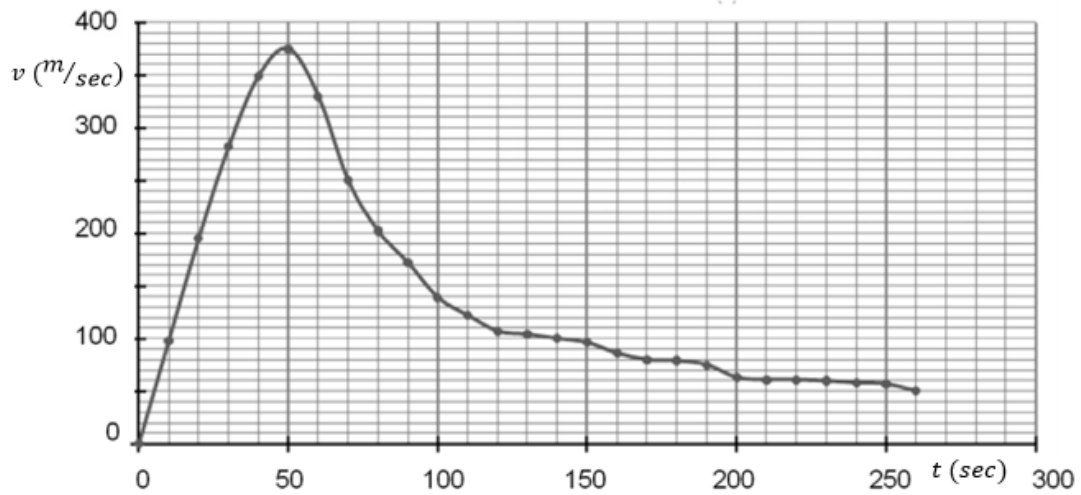
Il 14 ottobre 2012 Felix Baumgartner ha realizzato un lancio storico ottenendo tre record mondiali:

- la maggiore altezza raggiunta da un uomo in una ascesa con un pallone (39045 m);
- il lancio più alto in caduta libera;
- la più alta velocità in caduta libera (1341,9 km/h).

Dopo l'ascesa in un pallone gonfiato a elio, si è lanciato verso la Terra, protetto da una tuta speciale, e ha aperto il suo paracadute dopo 4 minuti e 20 secondi di caduta libera. Il lancio è durato in totale 9 minuti e 3 secondi.

Nelle figure seguenti sono riportati gli andamenti della velocità e della quota di Baumgartner durante il lancio, a partire dall'istante del lancio  $t = 0$ .





Per realizzare l'ascesa è stato necessario utilizzare un enorme pallone deformabile: ciò per fare in modo che all'aumentare della quota e al diminuire della densità dell'aria il volume del pallone possa aumentare, mantenendo così costante la spinta verso l'alto (spinta di Archimede). Su un giornale veniva riportato *“Per assicurare una velocità d'ascesa sufficiente la spinta verso l'alto era circa doppia di quella necessaria per tenere in equilibrio il sistema. In pratica, aggiungendo alla massa di Baumgartner quella del pallone riempito ad elio, era necessario sollevare una massa di circa 3 tonnellate”*. La massa di Baumgartner e della sua tuta è pari a circa 120 kg.

### Fase di ascesa

1. Disegna il diagramma delle forze subito dopo il decollo, trascurando la forza di attrito. Non è necessario che il disegno sia in scala, deve però essere coerente con la situazione fisica.
2. Dopo qualche minuto di ascensione il moto può essere considerato rettilineo uniforme. In questa situazione, calcola approssimativamente il valore della forza di attrito con l'aria.

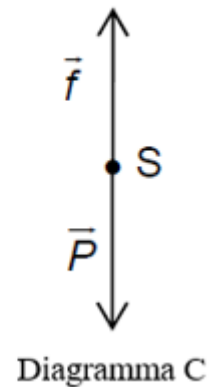
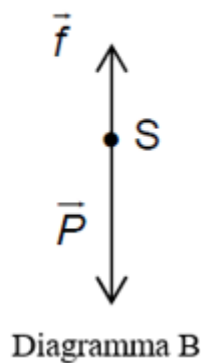
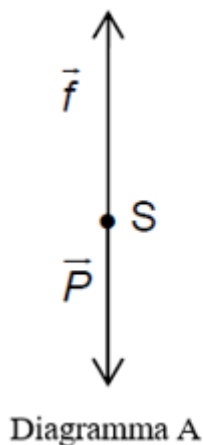
### Fase di lancio

Scegli un sistema di riferimento e studia la caduta verticale del sistema  $S$  costituito da Baumgartner e dalla tuta. In questa fase, si può ritenere trascurabile l'effetto della spinta di Archimede.

3. Utilizzando i grafici, determina l'accelerazione di  $S$  per  $t < 20s$  e commenta il risultato ottenuto.
4. Il sistema  $S$  ha raggiunto velocità supersoniche durante la caduta? Tieni presente la seguente tabella, che riporta la velocità del suono in aria ad altezze diverse:

Altezza (km)	10	20	30	40
Velocità del suono (m/s)	305	297	301	318

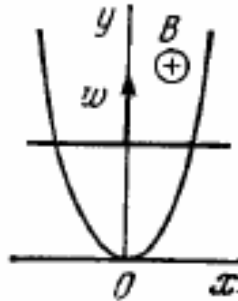
5. Calcola la variazione di energia meccanica  $\Delta E_m$  tra il momento in cui Baumgartner salta e il momento in cui raggiunge la massima velocità; fornisci la tua interpretazione del risultato.
6. Nella figura seguente vengono riportati i diagrammi delle forze applicate al sistema  $S$  durante la fase di lancio.  $\vec{P}$  rappresenta la forza peso e  $\vec{f}$  la forza di attrito con l'aria. Poni in corrispondenza i diagrammi con i tre istanti  $t_1 = 40s$ ,  $t_2 = 50s$ ,  $t_3 = 60s$ .



7. Determina a quale altitudine Baumgartner ha aperto il paracadute. Ricordando che il lancio è durato in totale 9 minuti e 3 secondi, calcola la velocità media di discesa dopo l'apertura del paracadute, fino all'arrivo al suolo. Ti appare ragionevole considerare il moto in quest'ultima fase come un moto rettilineo uniforme?
8. Per valutare il rischio di traumi derivanti dall'impatto dell'arrivo al suolo, fornisci una stima dell'altezza da cui Baumgartner sarebbe dovuto saltare, senza paracadute, per giungere al suolo con la stessa velocità.

## QUESTIONARIO

1. Una spira a forma di parabola di equazione  $y = ax^2$  è immersa in un campo magnetico uniforme  $B$  perpendicolare al piano  $xy$  della parabola. All'istante  $t = 0$  una barretta inizia a traslare lungo la parabola partendo dal suo vertice con accelerazione costante come indicato in figura. Determinare la forza elettromotrice indotta sulla spira in funzione della  $y$ .

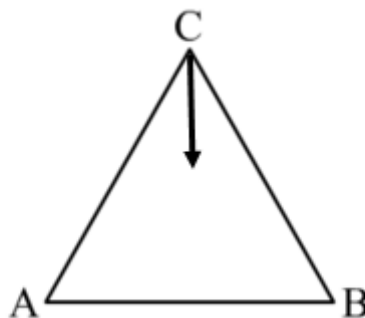


2. La posizione di una particella varia con il tempo secondo l'equazione:

$$x = at(1 - \beta t), \text{ dove } \alpha \text{ e } \beta \text{ sono due costanti, con } \beta > 0.$$

Determina:

- la velocità e l'accelerazione della particella in funzione del tempo;
  - l'intervallo di tempo necessario alla particella, che parte dall'origine, per ritornare nell'origine e lo spazio percorso in questo intervallo di tempo.
3. Tre cariche puntiformi di valore  $q$  sono poste ai vertici del triangolo equilatero  $ABC$ , i cui lati misurano 1m.
- Determina l'energia potenziale del sistema.
  - La carica collocata in  $C$  viene spostata verso il segmento  $AB$  lungo la perpendicolare ad  $AB$ ; traccia il grafico dell'andamento dell'energia potenziale del sistema in funzione della distanza della carica dal segmento  $AB$ .



4. Un punto materiale si muove nel piano  $xy$  secondo la legge oraria:

$$x = a \cdot \text{sen}(\omega t), y = a(1 - \text{cos}(\omega t)),$$

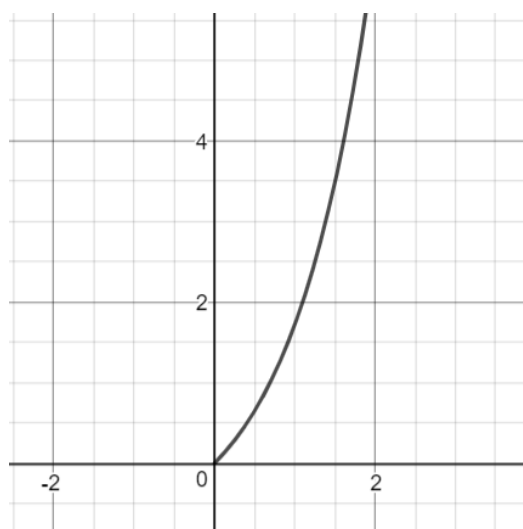
con  $a$  e  $\omega$  costanti positive. Determina la distanza del punto dall'origine al tempo  $t = \tau$  e le direzioni dei vettori velocità e accelerazione all'istante  $t = 0$ .

5. Un elettrone si muove, partendo da fermo, in un campo elettrico uniforme di intensità  $E = 10 \text{ kV/cm}$ . Descrivi il procedimento che adoteresti per determinare l'istante in cui l'energia cinetica dell'elettrone sarà uguale alla sua energia a riposo.
6. Quanto tempo impiegherà un'onda sonora a percorrere la distanza  $l$  tra i punti  $A$  e  $B$  se la temperatura dell'aria tra di essi varia linearmente da  $T_1$  a  $T_2$ ? Tieni presente che la velocità di propagazione nell'aria varia in funzione della temperatura secondo la legge:

$$v = a\sqrt{T}$$

dove  $a$  è una costante.

7. Il grafico riportato nella figura seguente potrebbe rappresentare l'andamento della velocità con cui una carica puntiforme si allontana per repulsione elettrostatica da un'altra carica puntiforme, fissa, di eguale segno? Motiva la tua risposta.



8. Un punto si muove lungo l'asse  $x$  secondo la legge:

$$x = a \cdot \text{sen}^2\left(3t - \frac{\pi}{4}\right)$$

con  $a$  costante positiva. Determina:

- l'ampiezza e il periodo di oscillazione;
- l'istante  $t$  in cui il punto raggiunge per la prima volta la massima distanza dall'origine.

---

Durata massima della prova: 6 ore.

È consentito l'uso di calcolatrici scientifiche e/o grafiche purché non siano dotate di capacità di calcolo simbolico (O.M. n. 350 Art. 18 comma 8).

È consentito l'uso del dizionario bilingue (italiano-lingua del paese di provenienza) per i candidati di madrelingua non italiana.