

02 - Aerodinamica applicata ad un corpo in caduta libera -2014

02 - Aerodinamica applicata ad un corpo in caduta libera - 2014

02.1. Da quali fattori dipende la resistenza dell'aria su un determinato corpo?

Grandezza, forma, umidità dell'aria, densità dell'aria.

Grandezza, densità dell'aria, altitudine a.m.s.l., forma.

Grandezza, velocità, peso, forma.

Grandezza, velocità, forma, densità dell'aria.

La resistenza che un corpo offre all'aria è data da:

- la sua grandezza
- la velocità
- la forma
- la densità dell'aria
- angolo di esposizione

Aerodinamicamente si definisce "resistenza" la forza che si sviluppa in senso contrario al moto di un corpo immerso in un fluido. In genere la resistenza si sviluppa sopra un corpo che cade, dietro un corpo che vola, sotto forma di aria turbolenta la quale provoca una minor pressione (depressione) che "risucchia" in senso opposto al moto il corpo, rallentandolo.

Aerodinamicamente si parla di vari tipi di resistenza che vanno a comporre la resistenza totale:

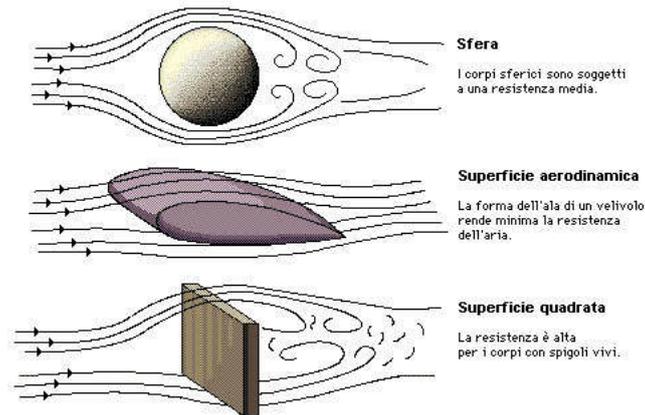
- resistenza di attrito.

A parità di levigatura della superficie esposta, più siamo veloci e più l'aria è densa, più attrito si ha. Negli aerei che volano a velocità molto elevate, oltre i 400 km/h l'attrito e la compressione dell'aria sul bordo di attacco delle ali provoca un significativo riscaldamento. Anche per questo gli aerei di linea tendono a volare più alto possibile, dove la densità dell'aria è minore e la riduzione di tali effetti permettono di risparmiare molto carburante

- resistenza di forma.

E' piuttosto intuitivo che un sasso immerso nel fluido aria provochi molta più resistenza di un profilo allungato e ben levigato. A parità di forma produrrà maggior resistenza il corpo più grande e/o esposto all'aria con il più elevato angolo di incidenza.

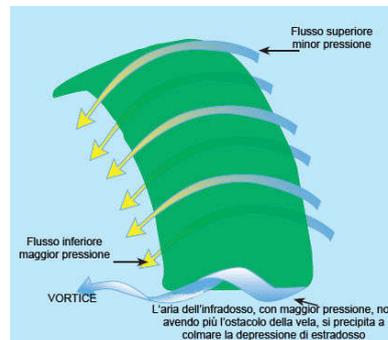
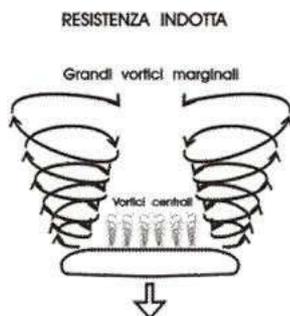
- Roberto Talpo -
 "La Licenza di Paracadutista, Quiz e Commenti"



- Resistenza indotta.

Maggiore è l'angolo di esposizione del corpo al vento (angolo di incidenza), maggiore sarà la zona di turbolenza dietro.

Se mettiamo la mano fuori dal finestrino della macchina e la teniamo parallela al vento, per quanto possa correre la macchina non dovremo fare particolari sforzi per tenerla in posizione. Se progressivamente aumentiamo l'angolo di incidenza alzando la parte anteriore contro vento, sentiremo che la mano tende ad andare indietro. Stiamo aumentando l'angolo di incidenza quindi aumenta la turbolenza dietro la mano, "inducendo" una resistenza (resistenza indotta), che aumenterà con l'aumento dell'angolo e che prova un "risucchio" all'indietro.



Contemporaneamente modifichiamo la forma esposta all'aria. Da un qualcosa di parallelo al vento si passa ad una superficie piatta sempre più grande, quindi opponiamo anche una resistenza di forma

La formula della resistenza dice:

la resistenza R è uguale a $1/2$ (piccolo artificio matematico), la densità dell'aria ρ (lettera greca "rho") per la velocità al quadrato V^2 , per la superficie esposta S , per un coefficiente di resistenza, CR , che comprende la forma del corpo esposto e l'angolo con il quale viene esposto.

$$R = 1/2 \rho V^2 S CR$$

- Velocità

Più si va veloce, più resistenza si provoca. Va notato che il valore della velocità è elevato al quadrato, cosa che rende estremamente importante anche la più piccola variazione.

- Densità

Più l'aria è densa, più resistenza offre al corpo che vi si immerge

A bassa quota l'aria è più densa, perché sopra ha il peso di una maggior quantità di aria e sotto ha una maggiore attrazione di gravità che aumenta man mano che ci avviciniamo al centro della Terra.

In aria standard, priva di polveri ed umidità, sul livello del mare ed a 15° C, un metro cubo d'aria pesa 1.225 g (1 kg 225 g). Ma la densità dell'aria è anche condizionata dalla temperatura. essendo un gas se fa più caldo si espande, se fa più freddo si contrae addensandosi e lo stesso metro cubo peserà 1.293 g (1 kg 293 g).

Salendo la densità diminuisce, ed in condizioni standard a 5.000 metri la densità dell'aria sarà all'incirca la metà di quella al suolo.

02 - Aerodinamica applicata ad un corpo in caduta libera - 2014

02.2. Quale fra i seguenti fattori non ha influsso diretto sulla resistenza aerodinamica?

La velocità.

Il coefficiente di resistenza.

La superficie della sezione perpendicolare al movimento.

L'umidità dell'aria.

In realtà questa domanda non è esattamente corretta. L'aria più umida è meno densa, poiché il vapore acqueo è meno denso dell'aria secca. Ma la quantità di vapore acqueo nei nostri cieli è tale da non costituire una variabile importante.

- Velocità

Precedentemente è stato detto che la velocità ha un valore quadratico sulla produzione di resistenza

- Coefficiente di Resistenza, CR

Abbiamo visto nella domanda 1. come il coefficiente di resistenza comprenda la forma del corpo esposto ed il suo angolo di esposizione al flusso d'aria o angolo di incidenza.

- Superficie

La formula della resistenza indica chiaramente anche la superficie esposta è importante

Ripetiamo per ricordare meglio:

La Resistenza è data da:

$1/2$ la densità dell'aria (ρ - rho) per la velocità al quadrato V^2 , per la superficie esposta S, per il coefficiente di resistenza CR che comprende la forma e l'angolo di esposizione o angolo di incidenza:

$$R = 1/2 \rho V^2 S CR$$

02 - Aerodinamica applicata ad un corpo in caduta libera - 2014

02.3. Perché durante un lancio di relativo, un paracadutista in picchiata è in grado di aggiungere un altro più in basso e in posizione standard ?

Perché il suo baricentro è più basso.

Perché modifica la superficie (perpendicolare al movimento) del proprio corpo e la forma della propria posizione.

Perché l'attrazione terrestre aumenta.

Perché in picchiata la tuta sventola meno, creando minor resistenza.

In posizione box il paracadutista espone un'ampia superficie al flusso dell'aria. Ne consegue che sopra di lui si formi una ampia zona di turbolenza e depressione (minor pressione atmosferica, quindi una specie di risucchio verso l'alto che gli impedisce di continuare ad accelerare la caduta all'infinito).



Mettendosi in posizione picchiata, invece di esporre tutto il corpo al flusso, lo colpisce con le spalle e la parte anteriore del busto. La superficie esposta è minore a minore angolo di incidenza, minore è la resistenza, maggiore la velocità di discesa del paracadutista.



Attenzione: in funzione dell'angolo, la zona turbolenta si sposta progressivamente da dietro le spalle verso i piedi ed oltre. Occorre tenerne conto durante i salti di gruppo. In caso di posizioni schiena, sedute o in piedi, la zona turbolenta torna esattamente sopra il paracadutista.

02 - Aerodinamica applicata ad un corpo in caduta libera - 2014

02.4. Attorno a quale asse viene eseguito il "tonneau"?

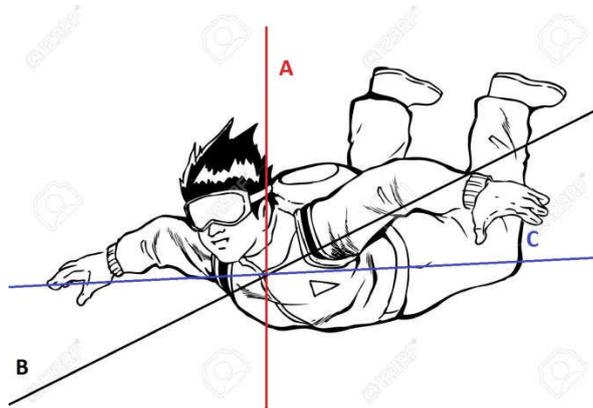
Non è possibile rispondere.

Asse trasversale.

Asse verticale.

Asse longitudinale.

Gli assi del volo sono tre e vanno considerati con il paracadutista in box



- Asse verticale (A)

E' l'asse che passa dalla schiena al petto. Ruotando attorno a questo asse facciamo i giri.

- Asse longitudinale (B)

E' l'asse che attraversa il corpo dalla testa ai piedi. Ruotando attorno ad esso effettuiamo la figura aeronautica detta "tonneau" (barile in francese) perché il movimento assomiglia al rotolamento di un barile

- Asse trasversale (C)

E' l'asse che attraversa le spalle del paracadutista. Ruotando attorno a questo asse facciamo una capriola, in avanti o indietro, prende il nome di looping, anche se il termine, aeronauticamente parlando indica un altro tipo di evoluzione.

02 - Aerodinamica applicata ad un corpo in caduta libera - 2014

02.5. Dove e' situato il baricentro nel caso di una situazione di equilibrio instabile?

Esattamente sotto il centro di pressione.

Da qualche parte sotto il centro di pressione.

Sopra il centro di pressione.

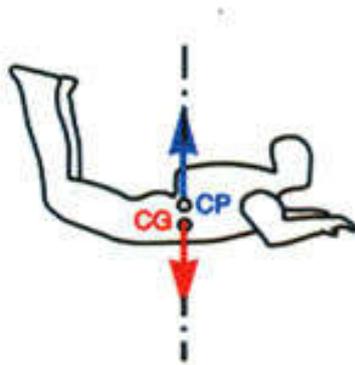
Nessuna delle risposte è esatta.

Definiamo i termini baricentro e centro di pressione.

- Baricentro, o Centro di Gravità, è il punto ideale dove confluiscono tutte le forze peso che puntano sempre verso il terreno. Possiamo definirlo anche, in modo semplicistico, il punto di equilibrio.

- Il centro di pressione è quel punto ideale dove, in aerodinamica, si fanno confluire tutte le forze portanza che si sviluppano lungo un corpo esposto ad un flusso d'aria

Se poniamo il baricentro esattamente sopra il centro di pressione, definiamo una condizione di equilibrio instabile, poiché è come riuscire a mettere una pallina esattamente sopra l'apice di un cono. Resta lì solo fino a quando una causa esterna non la faccia rotolare via.



02 - Aerodinamica applicata ad un corpo in caduta libera - 2014

02.6. Quanto dura la fase di accelerazione di un paracadutista, in caduta libera, dal momento dell'abbandono dell'aereo fino al raggiungimento della velocità terminale.

10/12 sec.
7/9 sec.
15/16 sec.
Nessuna delle risposte e' esatta.

Appena il paracadutista lascia l'aereo, la massa del suo corpo interagisce con la forza di gravità che impone al nostro corpo una accelerazione pari a circa 9,81 metri al secondo per secondo.

Man mano che la velocità aumenta, aumenta anche la resistenza che si sviluppa (velocità al quadrato) fino al punto che l'accelerazione di gravità e la resistenza si compensano e, se si mantiene la posizione di uscita, annullano ogni ulteriore accelerazione.

In posizione box la presa di velocità dura 10/12 secondi con una perdita di quota di 250 - 300 metri circa.

La velocità di caduta si stabilizza attorno ai 50 metri al secondo, pari (50 x 2) a 100 kts (nodi, miglia nautiche l'ora. 1 miglio nautico = 1.852 metri) o (50 x 3,6) 180 km/h

Ovviamente, se ci mettiamo in posizioni che esponano meno superficie al flusso, la velocità aumenta ed il tempo utile di caduta libera diminuisce, mentre assumendo una posizione di "risalita", il rateo di discesa diminuisce anche sensibilmente.

02 - Aerodinamica applicata ad un corpo in caduta libera - 2014

02.7. Come varia la velocità di un paracadutista in caduta libera, dal momento dell'uscita dall'aereo fino alla apertura del paracadute?

Il paracadutista accelera fino all'apertura.

Il paracadutista accelera durante i primi 12" poi cade con velocità pressoché costante.

Il paracadutista cade con velocità costante fino dal momento di abbandono dell'aereo.

Nessuna delle risposte è corretta.

Appena il paracadutista lascia l'aereo, la massa del suo corpo interagisce con la forza di gravità che impone al nostro corpo una accelerazione pari a circa 9,81 metri al secondo per secondo.

Man mano che la velocità aumenta, aumenta anche la resistenza che si sviluppa (velocità al quadrato) fino al punto che l'accelerazione di gravità e la resistenza si compensano e, se si mantiene la posizione di uscita, annullano ogni ulteriore accelerazione.

In posizione box la presa di velocità dura 10/12 secondi con una perdita di quota di 250 - 300 metri circa.

La velocità di caduta si stabilizza attorno ai 50 metri al secondo, pari (50 x 2) a 100 kts (nodi, miglia nautiche l'ora. 1 miglio nautico = 1.852 metri) o (50 x 3,6) 180 km/h

Ovviamente, se ci mettiamo in posizioni che esponano meno superficie al flusso, la velocità aumenta ed il tempo utile di caduta libera diminuisce, mentre assumendo una posizione di "risalita", il rateo di discesa diminuisce anche sensibilmente.

02 - Aerodinamica applicata ad un corpo in caduta libera - 2014

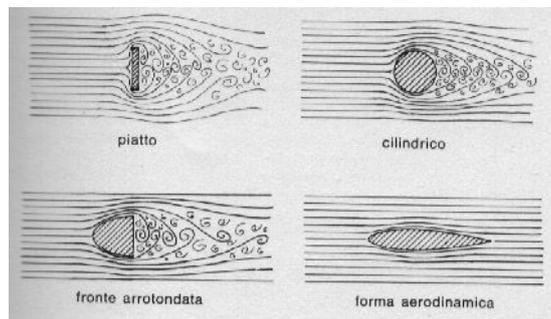
02.8. Indica che cosa accade quando una massa d'aria scorre attorno ad un corpo solido

A L'aria si raffredda

B Sulla parte posteriore del corpo si formano vortici

C Sulla parte anteriore del corpo si formano vortici

D Assolutamente niente



Qualunque corpo solido si ponga in un flusso d'aria lo separerà. Nel punto di separazione si avrà una zona di parziale aumento di pressione detta *punto di ristagno*". Nella parte posteriore, il flusso separato dal corpo si riunirà provocando dei moti vorticosi.

Poiché i vortici oltre a spostarsi con la stessa velocità del resto del flusso, ruotano su se stessi, accelerano e provocano una diminuzione della pressione statica, quindi un risucchio. Per i suoi effetti, questo risucchio viene definito *resistenza*.

02 - Aerodinamica applicata ad un corpo in caduta libera - 2014

02.9. Quale fra i seguenti fattori non ha influsso diretto sulla resistenza aerodinamica?

Il peso

La superficie della sezione perpendicolare al flusso.

La velocità.

La forma.

Coma abbiamo visto, per produrre resistenza occorrono:

$$R = 1/2 \rho V^2 S C_R$$

abbiamo la velocità V, la sezione con la superficie S, la forma compresa nel coefficiente di resistenza C_R, ma non prendiamo in considerazione il peso, poiché esso non influisce direttamente sulla Resistenza.

In realtà un maggior peso, a parità di tutti gli altri fattori, in un paracadutista provocherà un aumento di Velocità e quindi, ma solo indirettamente, della Resistenza

02 - Aerodinamica applicata ad un corpo in caduta libera - 2014

02.10. Quando dura la fase di accelerazione di un paracadutista in caduta libera, dopo l'abbandono dell'aereo?

<i>Niente.</i>
<i>Fino al suolo.</i>
<i>Fino all'apertura.</i>
<i>Circa 12 secondi.</i>

Appena il paracadutista lascia l'aereo, la massa del suo corpo interagisce con la forza di gravità che impone al nostro corpo una accelerazione pari a circa 9,81 metri al secondo per secondo.

Man mano che la velocità aumenta, aumenta anche la resistenza che si sviluppa (velocità al quadrato) fino al punto che l'accelerazione di gravità e la resistenza si compensano e, se si mantiene la posizione di uscita, annullano ogni ulteriore accelerazione.

In posizione box la presa di velocità dura 10/12 secondi con una perdita di quota di 250 - 300 metri circa.

La velocità di caduta si stabilizza attorno ai 50 metri al secondo, pari (50 x 2) a 100 kts (nodi, miglia nautiche l'ora. 1 miglio nautico = 1.852 metri) o (50 x 3,6) 180 km/h

Ovviamente, se ci mettiamo in posizioni che esponano meno superficie al flusso, la velocità aumenta ed il tempo utile di caduta libera diminuisce, mentre assumendo una posizione di "risalita", il rateo di discesa diminuisce anche sensibilmente.

02 - Aerodinamica applicata ad un corpo in caduta libera - 2014

02.11. Durante i primi 10 secondi di caduta libera un paracadutista cade?

Verticalmente.

Orizzontalmente attraverso l'aria.

Seguendo una parabola.

Lateralmente rispetto l'asse di volo.

A seconda del tipo di aereo al momento del lancio il paracadutista ha una velocità di volo orizzontale che va dai 130 ai 170 km/h circa (dati indicativi Cessna 206T - Cessna 208 Caravan).

Uscendo dall'aereo il paracadutista mantiene questa energia e la trasforma in una parabola in avanti che, a meno di derive, cessa solo all'apertura.

02 - Aerodinamica applicata ad un corpo in caduta libera - 2014

02.12. Quali forze agiscono su un paracadutista in caduta libera?

La forza gravitazionale e la resistenza aerodinamica.

Il peso e la superficie.

La forza gravitazionale e la forza muscolare.

La resistenza aerodinamica e l'attrito.



Uscendo dall'aero, il paracadutista si espone, senza più ostacolo, alla forza di gravità. Questa è una accelerazione provocata dall'interazione tra la massa della Terra e quella del nostro corpo, pari in media a 9,81 metri al secondo per secondo.

Ovviamente, appena esposti al flusso, il nostro corpo perturberà l'aria e, in senso opposto alla nostra caduta (box, schiena, seduti, deriva, eccetera) si produrrà una zona turbolenta di grandezza sempre maggiore in funzione dell'aumento di velocità. Questa zona turbolenta è formata da vortici nei quali l'aria scorre molto accelerata, provocando una riduzione della pressione statica. Si forma una specie di risucchio, proporzionalmente maggiore con l'aumento della velocità, fino al raggiungimento dell'equilibrio fra l'accelerazione della forza di gravità e il freno della resistenza. Avremo raggiunto quella che viene definita "velocità terminale"

02 - Aerodinamica applicata ad un corpo in caduta libera - 2014

02.13. Indicare la velocità terminale media di un paracadutista in posizione standard (Box position) a 1500 m. a.m.s.l.?

Circa 30 m/s.

Circa 50 m/s.

Circa 75 m/s.

Circa 180 m/s.

a.m.s.l. = above mean sea level, ovvero sul livello medio del mare

La domanda inserisce una interessante informazione, indicando la quota di riferimento per la misurazione. Va infatti ricordato infatti che, con la quota, diminuendo la densità dell'aria (" ρ " rho della formula)

$$R = 1/2 \rho V^2 S C_R$$

diminuisce la resistenza, quindi aumenta la velocità. Ricordiamo che a 5.000 metri la densità dell'aria è circa la metà di quella al suolo

Così, un paracadutista, nella prima parte del volo, dopo i 10/12 secondi di presa di velocità, raggiunge una velocità terminale superiore a quella che avrà a quota di apertura. Man mano che scenderà, andrà incontro ad un aumento della densità dell'aria, quindi ad un rallentamento della propria velocità terminale

In aria standard, a 1.500 metri sul livello medio del mare, la velocità terminale è di circa 50 metri al secondo

per trasformare i metri al secondo in nodi moltiplicare per 2

$$50 \text{ ms} \times 2 = 100 \text{ kts}$$

Per trasformare i metri al secondo in km/h moltiplicare per 3,6 (o più velocemente ma meno precisamente i nodi per 2)

$$50 \text{ ms} \times 3,6 = 180 \text{ km/h}$$

02 - Aerodinamica applicata ad un corpo in caduta libera - 2014

02.14. Perché una posizione incassata permette a un paracadutista di rallentare la propria velocità in caduta libera

Perché modifica la forma e la superficie del corpo.

Perché il suo baricentro viene posto più in alto.

Perché la forza di gravità aumenta.

Perché preme sull'aria con maggior forza.

Nell'incassare il corpo, riduciamo la forma ad arco che garantisce una migliore penetrazione all'aria.



Assumendo una forma quasi a "paracade", con meno stabilità, aumentiamo di molto la resistenza di forma. Se poi a questo aggiungiamo una distensione degli arti, che provochi un aumento della superficie esposta, otterremo una riduzione della velocità di discesa anche di una trentina di km/h, attorno agli 8 m/s



02 - Aerodinamica applicata ad un corpo in caduta libera - 2014

02.15. Quale fattore ha un influsso sulla densità dell'aria?

La temperatura.

L'umidità.

La forza del vento.

Nessuna delle risposte è esatta.

La densità di un corpo è, semplicisticamente, il volume di questo corpo diviso il peso. Sappiamo, ad esempio, che l'olio è meno pesante dell'acqua. Un litro di acqua distillata pesa 1 kg, un litro d'olio pesa 0,92 kg. Quindi possiamo dire che l'olio ha una densità minore dell'acqua (non confondiamoci con la viscosità!)

L'aria è un miscuglio di gas. I gas sono soggetti ad alcuni effetti ambientali che ne variano la densità a parità di volume. In particolare:

- Pressione.

L'aumento di pressione rende l'aria più densa, mentre la diminuzione di pressione rende l'aria meno densa. In aria standard I.S.A. (International Standard Atmosphere), sul livello del mare, 15°C di temperatura, a 1.013,25 hPa di pressione, un metro cubo d'aria pesa 1.225 grammi.

Sempre in aria standard, a 5.000 metri, la densità dell'aria all'incirca si dimezza ed un metro cubo peserà 0,736 kg

- Temperatura

Minore è la temperatura, maggiore è la densità dell'aria, ovviamente maggiore è la temperatura, minore è la densità. A 0°C un metro cubo d'aria pesa 1.293 grammi, a 15°C 1.225 grammi, a 30°C 1.165 grammi

Più l'aria è calda in quota, più i due fattori si sommano, producendo un'aria che in montagna si definisce rarefatta.

Va in oltre ricordato che più l'aria è calda più umidità può contenere e il vapore acqueo è meno denso dell'aria. Ma questo interessa principalmente il nostro pilota il quale, in certe condizioni, dovrà prevedere un aumento della corsa di decollo del 10% ed una riduzione del rateo di salita che, per il paracadutista, si traduce solo in qualche minuto in più in aereo.

02 - Aerodinamica applicata ad un corpo in caduta libera - 2014

02.16. Quale movimento un paracadutista può effettuare attorno al proprio asse trasversale?

Un giro.

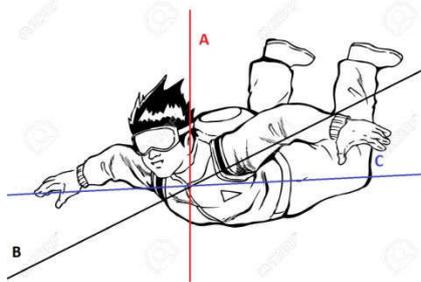
Un tonneau.

Quello che vuole.

Nessuna delle risposte è esatta.

La risposta corretta sarebbe looping, ma non è contemplata.

Gli assi del volo sono tre e vanno considerati con il paracadutista in box



- Asse verticale (A)

E' l'asse che passa dalla schiena al petto. Ruotando attorno a questo asse facciamo i giri.

- Asse longitudinale (B)

E' l'asse che attraversa il corpo dalla testa ai piedi. Ruotando attorno ad esso effettuiamo la figura aeronautica detta "tonneau" (barile in francese) perché il movimento assomiglia al rotolamento di un barile

- Asse trasversale (C)

E' l'asse che attraversa le spalle del paracadutista. Ruotando attorno a questo asse facciamo una capriola, in avanti o indietro, prende il nome di looping, anche se il termine, aeronauticamente parlando indica un altro tipo di evoluzione.

02 - Aerodinamica applicata ad un corpo in caduta libera - 2014

02.17. Perché, mantenendo il medesimo assetto, dopo la fase di accelerazione, la velocità di caduta libera diminuisce?

Perché al diminuire della quota aumenta la densità dell'aria

La resistenza aerodinamica diventa minore della forza di gravità.

La densità dell'aria diminuisce mano a mano che si cade.

Nessuna della risposte è corretta.

Salendo di quota, diminuendo la densità dell'aria ("ρ" rho della formula),

$$R = 1/2 \rho V^2 S C_R$$

diminuisce la resistenza, quindi aumenta la velocità. Ricordiamo che a 5.000 metri la densità dell'aria è circa la metà di quella al suolo

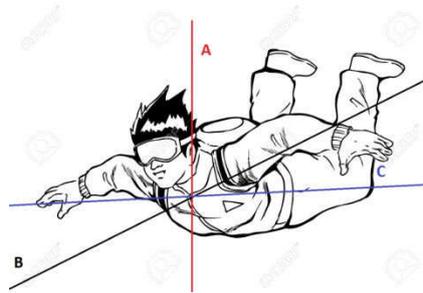
Viceversa, un paracadutista, nella prima parte del volo, dopo i 10/12 secondi di presa di velocità, raggiunge una velocità terminale superiore a quella che avrà a quota di apertura. Man mano che scenderà, andrà incontro ad un aumento della densità dell'aria, un aumento della resistenza, quindi ad un rallentamento della propria velocità terminale

02 - Aerodinamica applicata ad un corpo in caduta libera - 2014

02.18. Quale rotazione effettua un paracadutista attorno al proprio asse verticale?

Quella che desidera.
Un looping.
Un tonneau.
Un giro.

La risposta corretta è un giro.



Gli assi del volo sono tre e vanno considerati con il paracadutista in box

- Asse verticale (A)

E' l'asse che passa dalla schiena al petto. Ruotando attorno a questo asse facciamo i giri.

- Asse longitudinale (B)

E' l'asse che attraversa il corpo dalla testa ai piedi. Ruotando attorno ad esso effettuiamo la figura aeronautica detta "tonneau" (barile in francese) perché il movimento assomiglia al rotolamento di un barile

- Asse trasversale (C)

E' l'asse che attraversa le spalle del paracadutista. Ruotando attorno a questo asse facciamo una capriola, in avanti o indietro, prende il nome di looping, anche se il termine, aeronauticamente parlando indica un altro tipo di evoluzione.

02 - Aerodinamica applicata ad un corpo in caduta libera - 2014

02.19. Attorno a quale asse viene eseguito il looping?

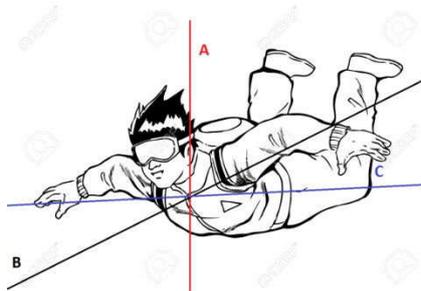
Asse verticale.

Dipende se è eseguito in avanti o indietro.

Asse trasversale.

Attorno a nessun asse.

Asse trasversale.



Gli assi del volo sono tre e vanno considerati con il paracadutista in box

- Asse verticale (A)

E' l'asse che passa dalla schiena al petto. Ruotando attorno a questo asse facciamo i giri.

- Asse longitudinale (B)

E' l'asse che attraversa il corpo dalla testa ai piedi. Ruotando attorno ad esso effettuiamo la figura aeronautica detta "tonneau" (barile in francese) perché il movimento assomiglia al rotolamento di un barile

- Asse trasversale (C)

E' l'asse che attraversa le spalle del paracadutista. Ruotando attorno a questo asse facciamo una capriola, in avanti o indietro, prende il nome di looping, anche se il termine, aeronauticamente parlando indica un altro tipo di evoluzione.

02 - Aerodinamica applicata ad un corpo in caduta libera - 2014

02.20. Qual è la situazione di equilibrio di un paracadutista in caduta libera, il cui baricentro si trova sopra il punto di pressione?

Instabile.

Indifferente.

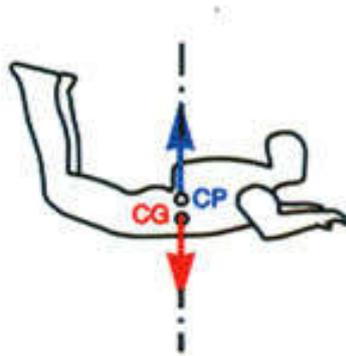
Normale.

Stabile

Se poniamo il baricentro esattamente sopra il centro di pressione, definiamo una condizione di equilibrio instabile, poiché è come riuscire a mettere una pallina esattamente sopra l'apice di un cono. Resta lì solo fino a quando una causa esterna non la faccia rotolare via.

- Baricentro, è il punto ideale dove confluiscono tutte le forze peso che puntano sempre verso il terreno. Possiamo definirlo anche, in modo semplicistico, il punto di equilibrio.

- Il centro di pressione è quel punto ideale dove, in aerodinamica, si fanno confluire tutte le forze portanza che si sviluppano lungo un corpo esposto ad un flusso d'aria



02 - Aerodinamica applicata ad un corpo in caduta libera - 2014

02.21. Attorno a quale asse ruota un paracadutista per effettuare un giro?

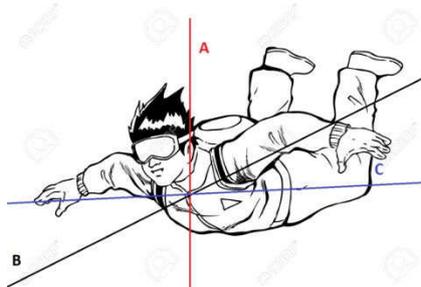
Asse verticale.

Asse longitudinale.

Asse trasversale.

Asse d'avvitamento.

Asse verticale



Gli assi del volo sono tre e vanno considerati con il paracadutista in box

- Asse verticale (A)

E' l'asse che passa dalla schiena al petto. Ruotando attorno a questo asse facciamo i giri.

- Asse longitudinale (B)

E' l'asse che attraversa il corpo dalla testa ai piedi. Ruotando attorno ad esso effettuiamo la figura aeronautica detta "tonneau" (barile in francese) perché il movimento assomiglia al rotolamento di un barile

- Asse trasversale (C)

E' l'asse che attraversa le spalle del paracadutista. Ruotando attorno a questo asse facciamo una capriola, in avanti o indietro, prende il nome di looping, anche se il termine, aeronauticamente parlando indica un altro tipo di evoluzione.

02 - Aerodinamica applicata ad un corpo in caduta libera - 2014

02.22. Perché la forma di un corpo e' determinante per la sua resistenza aerodinamica?

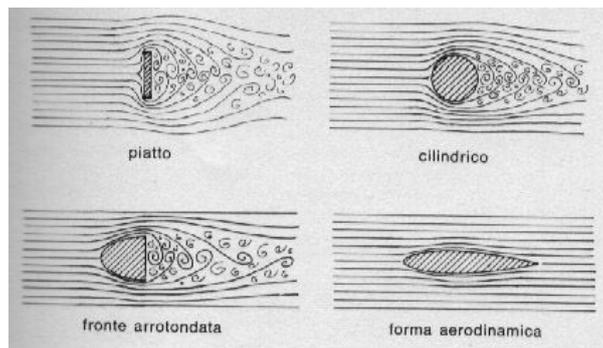
Perché influisce sul peso.

Perché influisce sulla formazione dei vortici.

Perché influisce sulla densità.

Perché influisce sulla posizione del baricentro.

Nella formula della Resistenza abbiamo visto che la forma ha grande importanza nella formazione dei vortici. Una forma a goccia riduce al minimo la loro formazione, quindi la resistenza aerodinamica. Ecco che una forma squadrata, ad esempio, provocherà grandi quantità di vortici, quindi un aumento della resistenza.

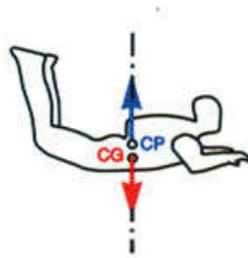


02 - Aerodinamica applicata ad un corpo in caduta libera - 2014

02.23. Qual'è la situazione di equilibrio più pericolosa per un paracadutista in caduta libera?

<i>Labile.</i>
<i>Mobile.</i>
<i>Debole.</i>
<i>Stabile.</i>

L'equilibrio labile è quell'equilibrio il quale, in presenza di un qualunque fattore disturbante, non solo non oppone alcuna resistenza al cambiamento di stabilità, ma una volta innescata l'instabilità è neutro e non fornisce alcun appiglio per il recupero della stabilità. E' tipico di quelle posizioni nelle quali il paracadutista faccia opporre al Centro di Pressione il Baricentro o Centro di Gravità.



02 - Aerodinamica applicata ad un corpo in caduta libera - 2014

02.24. Quali dei seguenti fattori non ha influsso sulla formazione di vortici attorno al corpo?

Il suo peso specifico.

La sua velocità.

La sua forma.

La struttura della sua superficie.

$$R = 1/2 \rho V^2 S C_R$$

La formula della resistenza prevede la Velocità (V^2), la Superficie, la Forma e la Struttura della Superficie (C_R , coefficiente di resistenza dato dalla forma e da quanto sia, ad esempio, liscia) ma non il peso.

Il peso, ancora una volta, non ha alcuna influenza diretta sulla formazione dei vortici

02 - Aerodinamica applicata ad un corpo in caduta libera - 2014

02.25. Qual'è il valore dell'accelerazione di gravità?

Dipende dal peso del corpo.

Dipende dalla densità dell'aria.

Dipende dall'umidità dell'aria.

Nessuna delle risposte è corretta.

Poiché la Terra è schiacciata ai Poli e allargata all'Equatore e l'attrazione di gravità è maggiore più si è vicini al centro della Terra, ai Poli corrisponde a 9,823 metri al secondo per secondo, mentre all'Equatore è 9,789 metri al secondo per secondo.

Per convenzione, alle nostre latitudini, si assume il valore convenzionale di 9,81 metri al secondo per secondo.

02 - Aerodinamica applicata ad un corpo in caduta libera - 2014

02.26. Qual'è il comportamento dell'aria che scorre attorno ad un corpo solido?

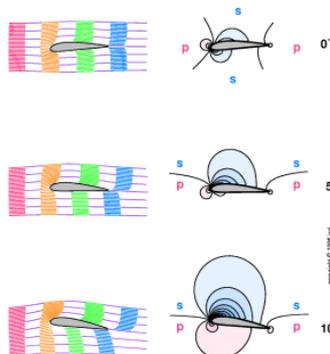
Si riscalda.
Si raffredda.
Forma dei vortici sulla parte posteriore del corpo.
Si essicca.

La massa d'aria che investe un corpo si presenta in modo laminare, con un flusso indisturbato.

Una volta investito un corpo, posteriormente questo provoca una serie di "mulinelli" nel flusso dell'aria, esattamente come un sasso li provoca nella corrente di un torrente. Questi mulinelli sono i vortici che si formano nella parte opposta al flusso del corpo esposto. Si muovono alla velocità dell'aria circostante ma ruotano anche su se stessi dando luogo ai vortici. Il doppio movimento è indice di grande velocità relativa. Questa maggiore velocità dà luogo ad una diminuzione di pressione, un effetto risucchio definito resistenza.

Per visualizzare l'effetto della depressione dovuta alla maggior velocità del flusso, basta ricordare l'effetto dei fiumi sugli argini di un tratto rettilineo durante le piene. All'aumentare della velocità dell'acqua (acqua o aria sono sempre dei fluidi ed hanno le stesse regole), diminuisce la pressione esercitata sugli argini. Ci aspetteremmo che venissero spinti all'infuori dalle acque, invece vengono risucchiati nel flusso.

Lo stesso principio fa volare la nostra vela a profilo alare. Il flusso che passa sopra (estradosso), accelera. In questo caso l'accelerazione è laminare, senza vortici, e la depressione conseguente è perpendicolare al verso del moto. Quindi ci risucchia verso l'alto.



Aumentando l'angolo di incidenza obblighiamo il flusso superiore ad accelerare ed a produrre maggior risucchio, Portanza ma anche maggior Resistenza dietro.

02 - Aerodinamica applicata ad un corpo in caduta libera - 2014

02.27. Durante un lancio freefly volato in posizione verticale in quale misura varia la velocità del paracadutista?

<i>Diminuisce</i>
<i>Aumenta</i>
<i>Non varia</i>
<i>Nessuna delle risposte è corretta</i>

$$R = 1/2 \rho V^2 S C_R$$

La formula della resistenza prevede la Velocità (V^2), la Superficie, la Forma e la Struttura della Superficie (C_R , coefficiente di resistenza dato dalla forma e da quanto sia, ad esempio, liscia)



Dalle immagini qui sopra, risulta evidente che i freeflyers offrono al vento relativo della caduta libera una superficie molto inferiore a quella del paracadutista in box. Pertanto la loro produzione di resistenza sarà limitata e la velocità di discesa aumenterà, spesso con velocità superiori ai 250 km/h.

Il tempo di caduta libera di un lancio di freefly è sempre molto inferiore ad un lancio in box

02 - Aerodinamica applicata ad un corpo in caduta libera - 2014

02.28. La disciplina denominata freefly in che posizione è volata?

In deriva

In posizioni orizzontali

Nelle posizioni più veloci possibile

E' il compendio di tutte le posizioni di volo e di movimento possibili



Il termine freefly significa volo libero nel vero senso della parola.

02 - Aerodinamica applicata ad un corpo in caduta libera - 2014

02.29. In un lancio verticale in posizione head down a due elementi, il livello di volo è definito:

Dall'allineamento dei bacini

Quando le teste dei paracadutisti sono sullo stesso piano di volo

Quando si raggiunge la velocità massima

Quando i paracadutisti volano in prossimità gli uni degli altri

La risposta si commenta da sola



02 - Aerodinamica applicata ad un corpo in caduta libera - 2014

02.30. Nella posizione head down il centro di pressione è situato:

All'altezza delle gambe del paracadutista e può variare a seconda del suo assetto

Lungo l'asse delle spalle

Coincide con il centro di gravità

Nessuna delle risposte è corretta

Il centro di pressione è quel punto ideale, localizzato in un corpo esposto al flusso di un vento relativo, dove convergono tutte le forze Portanza.

Passando dalla posizione box alla deriva, ad esempio, il Centro di pressione si sposta verso i glutei e le cosce.

In head down scorre ancora più indietro



02 - Aerodinamica applicata ad un corpo in caduta libera - 2014

02.31. Un paracadutista che esegue un lancio in deriva dovrà avere la propria scia di turbolenza:

Sulla verticale a due metri circa

A circa 45° sopra le gambe nella direzione opposta allo spostamento

Davanti alla faccia e sulle spalle

Sotto il paracadutista per tutta la sua superficie

La turbolenza, con la sua resistenza, si sviluppa in modo opposto al verso del moto o sottovento al corpo esposto.

In posizione box la turbolenza si produce sopra le spalle del paracadutista. In deriva, poiché il paracadutista, al moto verticale aggiunge quello orizzontale, la turbolenza si sposterà dietro le gambe, sopra.



