

CINEMATICA E SICUREZZA STRADALE

Conoscere e applicare le leggi della cinematica
riduce il rischio di provocare un incidente o di
esserne coinvolto

Antonio Cazzato

Alcune leggi fisiche

- Moto rettilineo uniforme:
avviene a velocità costante

$$\Delta s = v \cdot \Delta t$$

- Moto rettilineo unif/te accelerato:
avviene con accelerazione costante

$$v^2 = v_0^2 + 2 a \Delta s$$

Alcune leggi fisiche

Principio di **Inerzia**:

Un corpo mantiene il proprio stato di quiete o di moto rettilineo uniforme, finché una forza non agisce su di esso.

Trasformazione da *km/h* a *m/s*:

$$1 \text{ m/s} = 3,6 \text{ km/h}$$

Tempo di reazione e distanze di sicurezza

Il tempo di reazione è l'intervallo di tempo che passa tra il momento in cui si percepisce un pericolo e il momento in cui si inizia ad agire per evitarlo.



In condizioni normali il tempo di reazione è circa 1 s.

Tempo di reazione e distanze di sicurezza

Da quando vede un ostacolo, il conducente di un veicolo impiega 1 s prima di iniziare a frenare.

Intanto il suo veicolo percorre uno spazio che dipende dalla velocità a cui procede:

v (km/h)	v (m/s)	Δs_r (m)
50	14	14
70	19	19
90	25	25
130	36	36

Tempo di reazione e distanze di sicurezza

In altri termini:

TUTTO QUELLO CHE ACCADE A UNA DISTANZA MINORE DI Δs_r NON PUO' ESSERE EVITATO

È come se il tuo veicolo fosse lungo Δs_r metri in più e la sua lunghezza aumentasse con la velocità!



Spazio di frenata

Lo spazio di frenata è la distanza che un veicolo percorre tra l'inizio della decelerazione e l'arresto.

La velocità iniziale, l'accelerazione e lo spazio di frenata sono legati dalla relazione:

$$0 = v_0^2 - 2a \Delta s_f \quad \text{e quindi} \quad \Delta s_f = \frac{v_0^2}{2a}$$

Spazio di frenata

Il valore della decelerazione $-a$ dipende dalle condizioni del veicolo e dal fondo stradale;

Ma soprattutto:

**LO SPAZIO DI FRENATA
CRESCE CON IL QUADRATO
DELLA VELOCITA'**

Spazio di frenata

Per un'automobile in buone condizioni, su una strada con aderenza media questi sono i tipici valori dello spazio di frenata:

v (km/h)	Δs_f (m)
25	4
50	16
90	52
130	110

Questi valori aumentano in caso di pioggia, asfalto sdrucchiolevole, pneumatici sgonfi o usurati.

La distanza di sicurezza

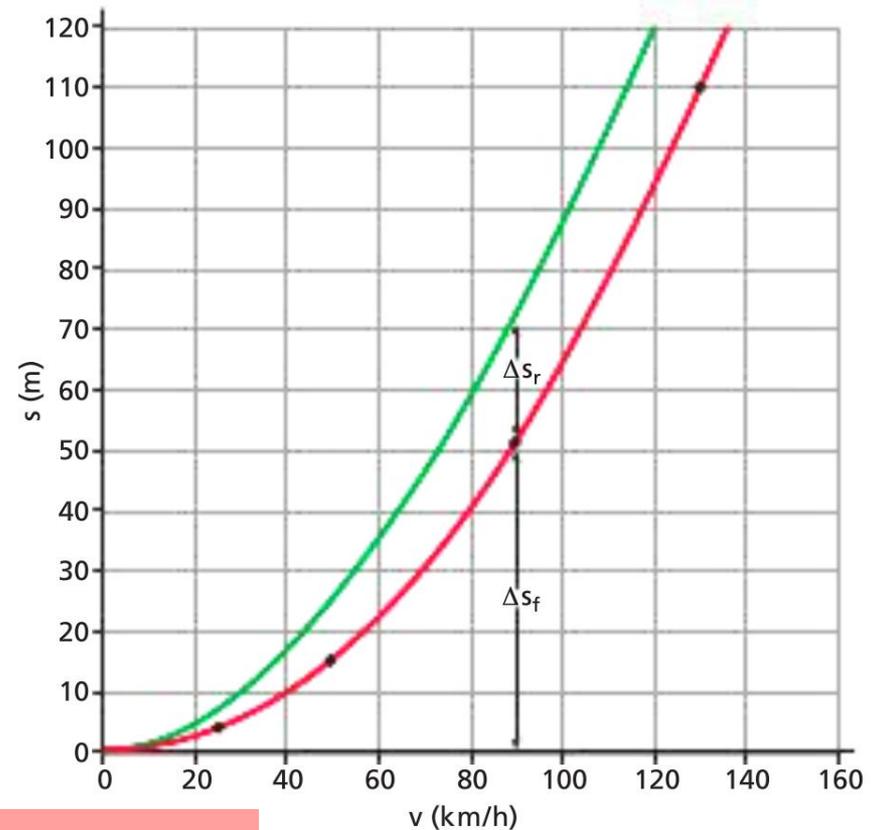
La distanza di sicurezza è la distanza che un veicolo deve mantenere da quello che lo precede per potersi arrestare senza urtarlo.

È la somma dello spazio di reazione e dello spazio di frenata.

$$\Delta S_s = \Delta S_r + \Delta S_f$$

La distanza di sicurezza

Per esempio alla
velocità di
90 km/h si ha:



$$\Delta s_s = 25 \text{ m} + 52 \text{ m} = 77 \text{ m}$$

Sistemi passivi di sicurezza

Un corpo che procede alla velocità iniziale v e si arresta in uno spazio Δs_a subisce una decelerazione pari a:

$$a = \frac{v^2}{2\Delta s_a}$$

Sistemi passivi di sicurezza

Il corpo umano resiste ad accelerazioni intense (50 g) solo per brevissimi intervalli di tempo (qualche centesimo di secondo).

I sistemi passivi di sicurezza aumentano gli spazi di arresto di un corpo **durante l'urto** e quindi diminuiscono il rischio di danno biologico.

Sistemi passivi di sicurezza

I sistemi passivi di sicurezza sono:

- Caschi;
- Cinture;
- Airbag;
- Poggiatesta;
- Sistemi di ritenuta per bambini;
- Carrozzeria a deformazione controllata.

Sistemi passivi di sicurezza



Sistemi passivi di sicurezza

Nella automobili, le **cinture di sicurezza** sono un dispositivo di sicurezza fissato all'interno del veicolo che, in caso di urto, trattiene il corpo stretto al sedile, evitando l'impatto contro le strutture interne e la proiezione fuori dall'abitacolo.

Sono uno dei dispositivi più importanti nel campo della sicurezza automobilistica.

In Italia, l'uso delle cinture di sicurezza è reso obbligatorio dall'articolo 172 del Codice della strada e la dotazione di cinture è condizione essenziale per l'omologazione di un veicolo da immatricolare.

Per garantirne l'utilizzo, le nuove automobili sono dotate di un segnale acustico e una spia luminosa che insistentemente invitano all'allaccio delle cinture.

Sistemi passivi di sicurezza

L'**airbag** è un dispositivo di sicurezza passivo installato all'interno del volante, della plancia, dei sedili o del padiglione di un'automobile per proteggere i passeggeri dagli urti in caso di incidente stradale.

Sulle automobili è costituito da un pallone che, al momento di un violento urto della vettura, viene gonfiato in modo da evitare che la testa e altre parti vitali colpiscano elementi contundenti dell'abitacolo.

Se in una vettura sono presenti airbag, è estremamente importante indossare le cinture di sicurezza.

L'airbag viene gonfiato in 30/50 millesimi di secondo a una velocità di circa 320 km/orari; può spingere all'indietro la testa del conducente, perciò è importante che il poggiatesta del sedile sia realizzato con un materiale morbido.

Sistemi passivi di sicurezza

Consideriamo un'automobile che urta in un crash test contro un ostacolo rigido a 64 km/h (18 m/s)



L'auto si deforma di circa 50 cm

Lo spazio di arresto è 50 cm e

L'accelerazione media è:

$$a = \frac{(18 \text{ m/s})^2}{2(5 \cdot 10^{-1} \text{ m})} = 3,2 \cdot 10^2 \text{ m/s}^2 = 33 g$$

Sistemi passivi di sicurezza



Il passeggero **senza la cintura** di sicurezza continua a muoversi a 18 m/s fino a quando urta contro il parabrezza e si arresta con una deformazione di 10 cm.

Il suo corpo subisce una accelerazione media pari a

$$a = \frac{(18 \text{ m/s})^2}{2(1 \cdot 10^{-1} \text{ m})} = 1,6 \cdot 10^3 \text{ m/s}^2 = 160 g$$

Sistemi passivi di sicurezza

Se il passeggero ha la cintura allacciata, allora il suo moto è solidale a quello dell'auto quindi si ferma con la stessa decelerazione, circa 30 g, che il suo corpo riesce a tollerare **senza danni permanenti.**

Sistemi passivi di sicurezza

La testa però non è trattenuta dalle cinture e **continua a muoversi** in avanti e poi verso il basso, fino a quando urta il volante o il cruscotto, contro cui si ferma **con uno spazio di arresto piccolissimo**

Sistemi passivi di sicurezza

Per impedire questo contatto traumatico le automobili sono dotate di airbag.

L'airbag garantisce alla testa uno spazio di arresto abbastanza grande e quindi riduce la sua decelerazione a valori che **non causano danni permanenti**.

Sistemi passivi di sicurezza

Il casco per motocicletta funziona in modo analogo:

Il rivestimento interno aumenta di circa 5 cm lo spazio di arresto e quindi

diminuisce in modo significativo l'accelerazione

che subisce il cranio durante l'impatto.



Sistemi passivi di sicurezza

In caso di urto senza casco contro l'asfalto a 27 km/h, la testa si ferma in meno di 1 cm.

Quindi subisce una decelerazione

$$a = \frac{(7,5 \text{ m/s})^2}{2(1 \cdot 10^{-2} \text{ m})} = 3 \cdot 10^3 \text{ m/s}^2 = 300 g$$

La probabilità di uscire indenni dall'incidente è praticamente nulla.

Sistemi passivi di sicurezza

Questa probabilità aumenta notevolmente **se si indossa il casco**, perché la decelerazione della testa scende a:

$$a = \frac{(7,5 \text{ m/s})^2}{2(5 \cdot 10^{-2} \text{ m})} = 6 \cdot 10^2 \text{ m/s}^2 = 60 g$$