

1. Moto circolare uniforme

Se la persona alla guida sterza in maniera costante, il veicolo descrive una traiettoria circolare. Per assecondare tale comportamento, le strade sono progettate in modo che le curve corrispondano ad archi di circonferenza. Il moto di un veicolo in curva è quindi generalmente un *moto circolare uniforme*.

2. Velocità e accelerazione centripeta

Un punto materiale che si muove a velocità di modulo costante v su una traiettoria circolare di raggio r è sottoposto a un'accelerazione centripeta a_c il cui modulo è dato da:

$$a_c = \frac{v^2}{r} \quad [1]$$

Si può dimostrare che l'accelerazione di un veicolo può assumere solo valori minori o uguali a un valore massimo a_{\max} , che è direttamente proporzionale al coefficiente di attrito statico μ_s tra pneumatici e superficie stradale e all'accelerazione di gravità g :

$$a_c \leq a_{\max} = \mu_s g \quad [2]$$

Sostituiamo in questa formula l'espressione [1] dell'accelerazione centripeta:

$$\frac{v^2}{r} \leq \mu_s g$$

Moltiplicando per r entrambi i membri della disuguaglianza otteniamo:

$$v \cdot \frac{v^2}{r} \leq \mu_s g \cdot r$$

Osserviamo dunque che il modulo della velocità in curva deve soddisfare la disuguaglianza

$$v \leq \sqrt{\mu_s g r}$$

Quindi il valore massimo della velocità di un'auto in curva è:

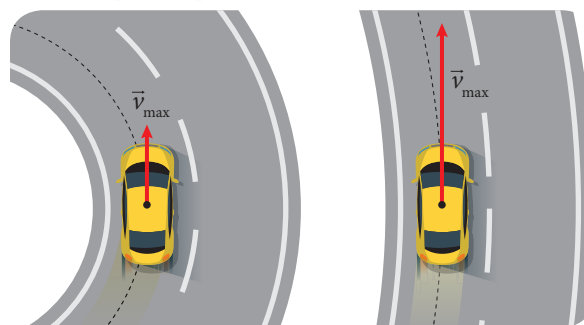
$$v_{\max} = \sqrt{\mu_s g r} \quad [3]$$

3. Ruolo del raggio di una curva

La formula [3] mostra che la velocità di un'automobile che percorre una curva non può superare un valore massimo v_{\max} , che è maggiore:

- per curve di raggio maggiore;
- per valori maggiori del coefficiente di attrito tra pneumatici e strada.

Per esempio, per poter raddoppiare la velocità massima in curva di un veicolo, il raggio della curva deve quadruplicare.



Tra raggio e velocità massima c'è una relazione di proporzionalità quadratica:

$$r = \frac{v_{\max}^2}{\mu_s g} \quad [4]$$

Per questo motivo le curve di grande raggio, come quelle nelle autostrade, consentono ai veicoli di mantenere velocità elevate, mentre curve di piccolo raggio, come i tornanti delle strade di montagna, richiedono velocità molto inferiori.

4. Ruolo del coefficiente di attrito

Anche tra il coefficiente di attrito statico e la velocità massima c'è una relazione di proporzionalità quadratica:

$$\mu_s = \frac{v_{\max}^2}{r g} \quad [5]$$

Quindi a velocità massime più elevate corrispondono valori più alti del coefficiente di attrito statico.

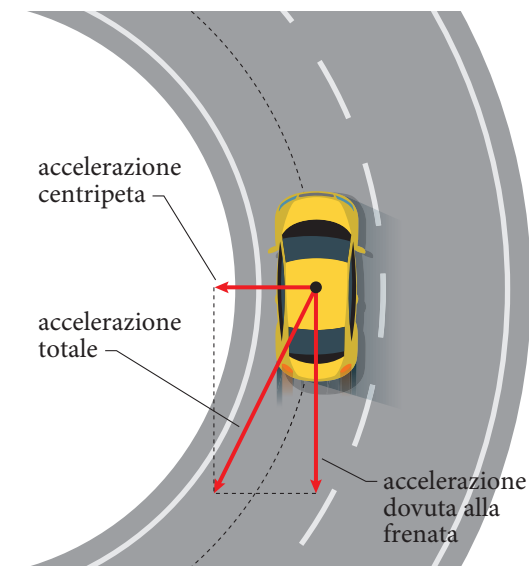
Il valore del coefficiente di attrito normalmente non supera 1 e diminuisce molto se gli pneumatici o la strada non sono in buone condizioni, oppure se sono presenti acqua o sostanze oleose sulla strada.

La presenza di pozzanghere o chiazze d'olio lungo una curva è particolarmente insidiosa perché comporta un abbassamento repentino del coefficiente di attrito e, di conseguenza, della velocità massima del veicolo che percorre la curva. La velocità del veicolo, fino a quel punto adeguata alla curva, può diventare improvvisamente eccessiva.

La persona alla guida di un veicolo deve quindi tener conto di questi fattori nella scelta della velocità da mantenere per affrontare una curva in sicurezza.

5. Frenata in curva e superamento dell'accelerazione massima

Se un veicolo frena lungo una curva, la sua accelerazione non è più solo centripeta ma è la somma vettoriale dell'accelerazione centripeta e dell'accelerazione tangenziale dovuta alla decelerazione. È quindi più probabile che il modulo della sua accelerazione superi quello dell'accelerazione massima indicata nella formula [2]. In caso di superamento dell'accelerazione massima, le ruote smettono di rotolare correttamente e iniziano a slittare. Questo fenomeno può condurre alla perdita di controllo del veicolo.



FISSA I CONCETTI IMPORTANTI

1 Il modulo dell'accelerazione centripeta di un veicolo in curva:

- A ha un valore massimo che dipende dalla potenza del veicolo.
- B può assumere qualsiasi valore.
- C ha un valore massimo che dipende dalle condizioni di strada e pneumatici.
- D ha un valore massimo che dipende dal peso del veicolo.

2 Un veicolo affronta in sequenza due curve. La seconda ha raggio doppio rispetto a quello della prima curva. Detto v_{\max} il modulo della velocità massima del veicolo nella prima curva, allora il modulo della velocità massima nella seconda curva:

- A è circa $0,71 v_{\max}$.
- B è il doppio di v_{\max} .
- C è la metà di v_{\max} .
- D è circa $1,4 v_{\max}$.

3 Un veicolo sta percorrendo una curva a una velocità di modulo poco superiore a $v_{\max}/2$. All'improvviso incontra un tratto bagnato che dimezza il coefficiente di attrito statico tra pneumatici e asfalto. Il veicolo:

- A sbanda perché il valore della velocità massima consentita diventa $v_{\max}/2$.
- B sbanda perché il valore della velocità massima consentita diventa $v_{\max}/4$.
- C non sbanda perché il valore della velocità massima consentita diventa $2v_{\max}$.
- D non sbanda perché il valore della velocità massima consentita si riduce del 30% circa.

APPLICA I CONCETTI

1 Una rotonda ha raggio di 30 m.

- A A quale velocità massima può percorrerla un veicolo se il coefficiente di attrito statico tra i suoi pneumatici e l'asfalto vale 0,70?
- B Quale valore del coefficiente di attrito statico occorre per percorrere la curva a 60 km/h?

[14 m/s; 0,94]

2 Un'autostrada viene progettata in modo da essere percorribile a 130 km/h.

- A Quale raggio minimo devono avere le curve affinché un veicolo possa percorrerle anche con un coefficiente di attrito statico tra pneumatici e asfalto ridotto fino al valore di 0,40?

Assumi che una curva abbia un raggio inferiore del 10% rispetto a quello ricavato al punto precedente.

- B Quale limite di velocità dovrà essere posto in corrispondenza di tale curva?

[330 m; 120 km/h]

3 L'anello di Nardò (Lecce) è una pista di prova ad alta velocità di forma circolare e raggio 2,0 km. Il record di velocità sul giro è 388 km/h.

- A Qual era il coefficiente di attrito statico minimo tra ruote e pista durante tale record?
- B Con un coefficiente di attrito maggiore del 50% rispetto al valore trovato al punto precedente, quale velocità si potrebbe tenere lungo il circuito, senza considerare l'attrito aerodinamico?

[0,59; 470 km/h]