

1) Pagina 51, Esempio 2.7

Nelle due ultime formule riportate nella soluzione → Cambiare “ F ” in “ F_{est} ” (est a pedice)

2) Pagina 284, Esempio 9.3

Nell’ultima formula (che era sbagliata) → Cambiare “ $\rho_l = \rho \frac{V_S}{V} = \rho \frac{h_S}{h}$ ” in “ $\rho_l = \rho \frac{V}{V_S} = \rho \frac{h}{h_S}$ ”

3) Pag 467, Didascalia Figura 14.32: Calore specifico molare dell'idrogeno gassoso a volume costante in funzione della temperatura.

4) Pag D.577, risposta all’esercizio 2.10 : $a = (m_1 - \mu m_2) g / (m_1 + m_2)$

5) Pagina D.584, Soluzione Esercizio 5.4

Nell’ultima riga della soluzione → Sostituire l’ultima formula con “ $\Delta h_1(t_s) = \Delta x_{CM}(t_s) = 1.73 m$ ”

6) Pagina D.601, soluzione Esercizio 14.16

Nell’ultima riga della soluzione → Cambiare “ h ” in “ η ” (eta lettera greca)

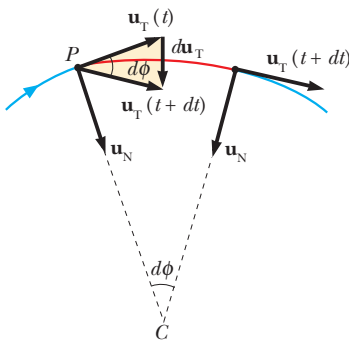


Figura 1.18 Variazione du_T del versore tangenziale durante uno spostamento infinitesimo e schema per la determinazione dell'accelerazione normale.

zione del versore tangente du_T è ortogonale a u_T stesso, in quanto nel triangolo evidenziato l'angolo $d\phi$ tende a zero, e ha modulo $du_T = d\phi$. Quindi $du_T = d\phi u_N$, dove u_N è il versore ortogonale a u_T e diretto verso la concavità della traiettoria. Si ha che $du_T/dt = d\phi/dt u_N$, che conduce alla formula data per \mathbf{a} , in cui il primo componente, tangente alla traiettoria e quindi parallelo alla velocità, esprime la variazione del modulo della velocità e il secondo componente, ortogonale alla velocità, è legato alla variazione della direzione del moto. Per semplificare ulteriormente l'espressione di \mathbf{a} , notiamo che, per dt infinitesimi, le rette normali alla traiettoria in due punti prossimi tra loro si incontrano in C , centro della circonferenza tangente alla traiettoria in P (circonferenza osculatrice). C viene detto centro di curvatura della traiettoria in P . L'arco di traiettoria ha lunghezza $ds = R d\phi$, con $R = CP$ raggio di curvatura. Al variare della posizione P lungo la traiettoria variano sia il valore di R che la posizione di C , che può passare da una parte all'altra della curva come in figura 1.17 e diventare infinito nei tratti rettilinei. Pertanto

$$\frac{d\phi}{dt} = \frac{d\phi}{ds} \frac{ds}{dt} = \frac{1}{R} v$$

e sostituendo nell'espressione dell'accelerazione trovata

$$\mathbf{a} = \frac{dv}{dt} \mathbf{u}_T + \frac{v^2}{R} \mathbf{u}_N = \mathbf{a}_T + \mathbf{a}_N, \quad (1.22)$$

in modulo

$$a = \sqrt{a_T^2 + a_N^2} = \sqrt{\left(\frac{dv}{dt}\right)^2 + \frac{v^4}{R^2}}.$$

Accelerazione tangenziale
Accelerazione centripeta

I due componenti, mostrati in figura 1.18, si chiamano **accelerazione tangenziale** e **accelerazione normale** o **centripeta** (perché diretta sempre verso il centro di curvatura).

In un moto curvilineo vario, entrambi i componenti sono generalmente diversi da zero. Se tuttavia nel moto curvilineo la velocità scalare è costante, condizione che viene per motivi storici indicata come moto curvilineo uniforme, allora $a_T = 0$. Se invece il moto è rettilineo vario allora $a_N = 0$. Solo nel moto rettilineo uniforme $a_T = a_N = 0$. In altre parole con $a_T \neq 0$ il moto è sempre vario, con $a_N \neq 0$ è sempre curvilineo.

Le proprietà discusse finora non hanno bisogno del supporto di un sistema di riferimento (sono invarianti). Determiniamo adesso le componenti cartesiane e polari dell'accelerazione, come fatto per la velocità.

Componenti cartesiane dell'accelerazione

Le componenti cartesiane dell'accelerazione sono le accelerazioni dei due moti rettilinei delle proiezioni sugli assi di P :

$$\mathbf{a} = \frac{d\mathbf{v}}{dt} = \frac{dv_x}{dt} \mathbf{u}_x + \frac{dv_y}{dt} \mathbf{u}_y = \frac{d^2x}{dt^2} \mathbf{u}_x + \frac{d^2y}{dt^2} \mathbf{u}_y = a_x \mathbf{u}_x + a_y \mathbf{u}_y.$$

Se ϕ è l'angolo che u_T forma con l'asse x , si deduce ad esempio nel caso della figura 1.19 che:

$$a_x = \mathbf{a} \cdot \mathbf{u}_x = \left(\frac{dv}{dt} \mathbf{u}_T + \frac{v^2}{R} \mathbf{u}_N \right) \cdot \mathbf{u}_x = \frac{dv}{dt} \mathbf{u}_T \cdot \mathbf{u}_x + \frac{v^2}{R} \mathbf{u}_N \cdot \mathbf{u}_x = \frac{dv}{dt} \cos\phi - \frac{v^2}{R} \sin\phi$$

$$a_y = \mathbf{a} \cdot \mathbf{u}_y = \left(\frac{dv}{dt} \mathbf{u}_T + \frac{v^2}{R} \mathbf{u}_N \right) \cdot \mathbf{u}_y = \frac{dv}{dt} \mathbf{u}_T \cdot \mathbf{u}_y + \frac{v^2}{R} \mathbf{u}_N \cdot \mathbf{u}_y = \frac{dv}{dt} \sin\phi + \frac{v^2}{R} \cos\phi$$

Note le componenti tangenziale e centripeta si ricavano subito quelle cartesiane e viceversa, basta risolvere il sistema lineare nelle incognite dv/dt e v^2/R .

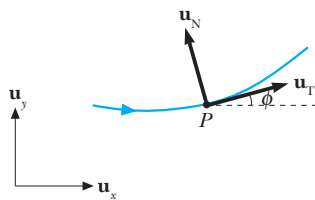


Figura 1.19 Relazione di orientazione tra i versori del sistema Oxy e quelli tangenziale e normale riferiti alla traiettoria nel piano.