

SSIS VIII Ciclo

Corso di Didattica della Fisica con Laboratorio – Didattica introduttiva ai concetti della fisica classica

Unità Didattica

Specializzando: Dott. Mirco Andreotti

Classi di abilitazione: A049/A059

18 Gennaio 2007 A. A. 2006/2006

Outline

- testo del problema, osservazioni e analisi del testo
- prerequisiti
- concetti fondamentali del moto circolare
- risoluzione del problema
- il moto circolare sui libri di testo
- il moto circolare su internet
- conclusioni

Testo del problema, osservazioni e analisi del testo

Una pallina è attaccata ad una estremità di una corda in moto circolare uniforme in un piano verticale. Supponi che la velocità v della pallina sia aumentata di un fattore 2.35 mentre il raggio del cerchio sia aumentato di un fattore 1.76. La massa della pallina di 145 g rimane invariata. Come si rapporta la forza centripeta finale, F_{cf} , con la forza centripeta iniziale F_{ci} nel punto più alto della traiettoria?

Osservazioni

- ✓ moto circolare uniforme in un piano verticale → studio del moto circolare in presenza della forza di gravità
- ✓ condizioni necessarie per il moto circolare → studio della velocità critica

Analisi del testo

- ✓ ipotesi per un moto circolare uniforme in un piano verticale, è possibile o no?

Prerequisiti

Conoscenze di base

- ✓ grandezze vettoriali
- ✓ trigonometria e scomposizione di vettori in componenti
- ✓ velocità e accelerazione
- ✓ masse e forze
- ✓ le 3 leggi del moto
- ✓ diagrammi di corpo libero

Conoscenze specifiche del moto

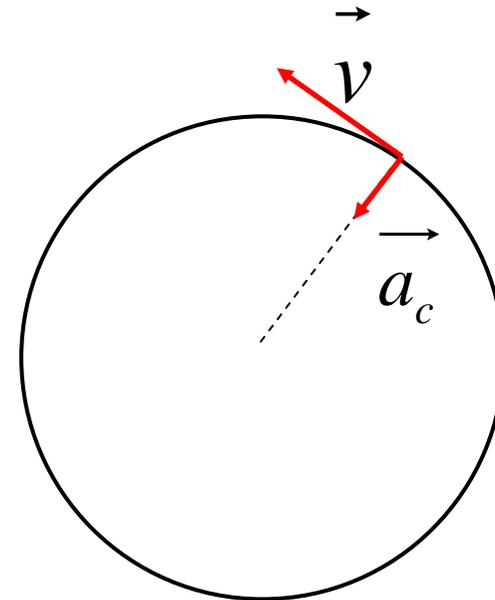
- ✓ moto circolare uniforme in un piano orizzontale
 - ✓ moto circolare vario in un piano orizzontale
 - ✓ moto circolare in un piano verticale
- 

Conoscenze per la trattazione rigorosa

- ✓ derivata rispetto al tempo di funzioni e vettori
- ✓ studio del moto circolare con i versori tangente e normale

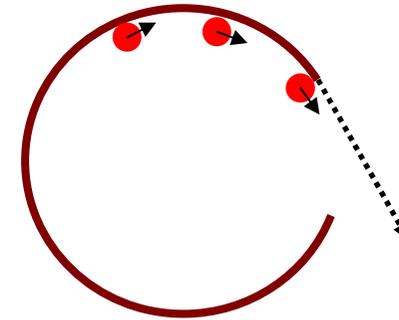
Concetti fondamentali nel moto circolare

- ✓ Velocità tangente
- ✓ Accelerazione centripeta diretta lungo il raggio verso l'interno
- ✓ $a_c = v^2/R$
- ✓ Forza centripeta
- ✓ Forza centrifuga
- ✓ Forza netta
- ✓ Velocità critica del moto nel piano verticale



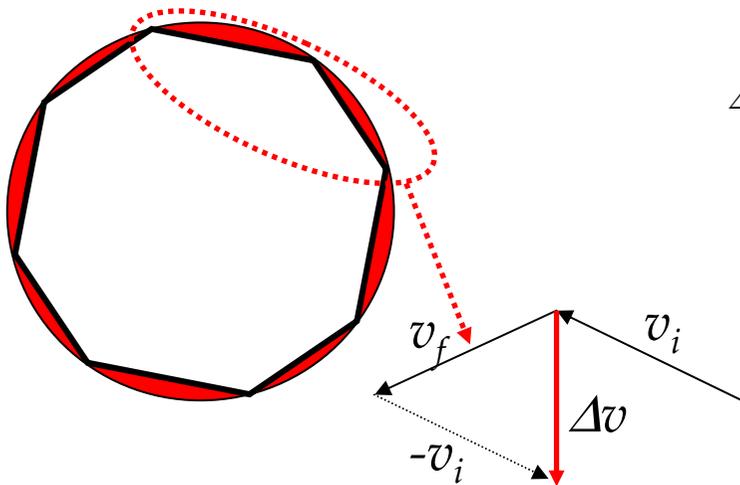
Velocità tangente

- ✓ Pallina che ruota in una guida circolare con un'apertura, l'esperienza dimostra la velocità tangente



Accelerazione centripeta ortogonale

Modo I

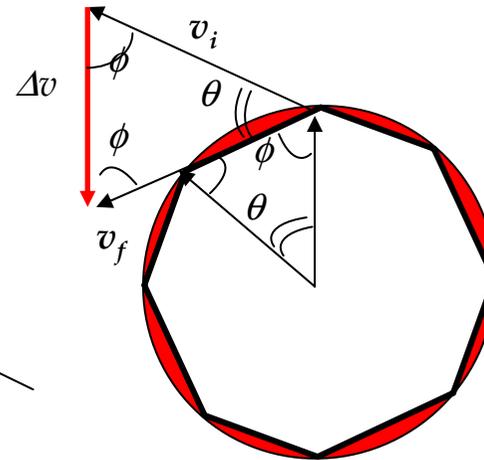


➤ Δv ortogonale alla circonferenza

➤ $N \rightarrow \infty$ il poligono diventa circonferenza

$$\vec{v} \perp \Delta \vec{v}$$

Modo II



$$2\phi + \theta = \pi$$

$$\theta = \frac{\pi}{N}$$

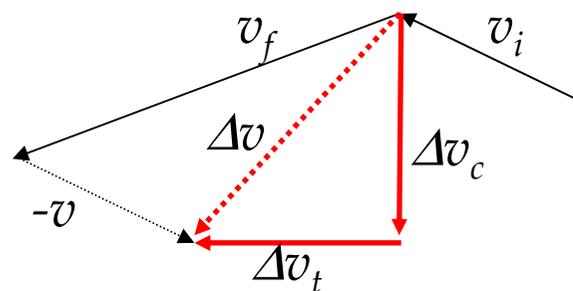
$$\Rightarrow \phi_N = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{2N}$$

$$\Rightarrow \phi_N \xrightarrow{N \rightarrow \infty} \frac{\pi}{2}$$



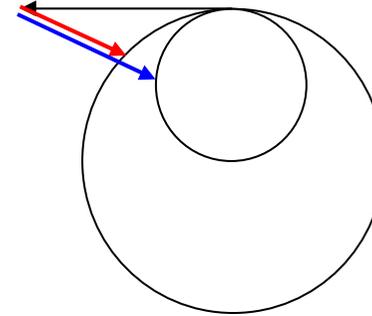
$$\vec{v} \perp \Delta \vec{v}$$

Caso generale

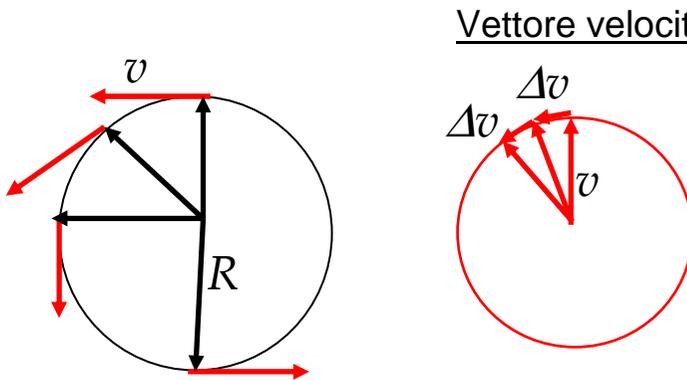


Accelerazione centripeta = v^2/R

- ✓ a_c cresce con la velocità (non linearmente)
- ✓ a_c decresce con il raggio



Calcolo del modulo di a_c



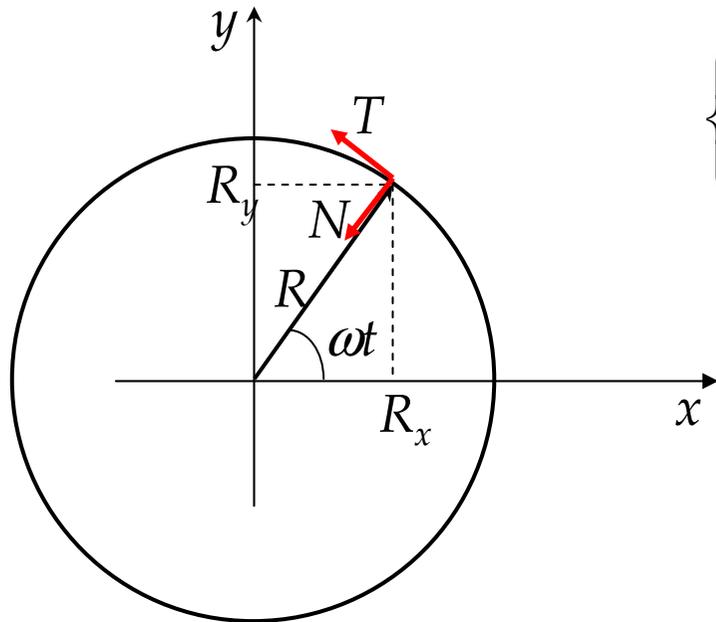
$$\Delta v = \frac{2\pi v}{N} \quad T = \frac{2\pi R}{v}$$
$$\Delta t = \frac{T}{N}$$

$$\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{2\pi v / N}{T / N} = \frac{2\pi v}{T} = \frac{2\pi v}{2\pi R / v} = \frac{v^2}{R}$$



$$a_c = \frac{v^2}{R}$$

Trattazione rigorosa



$$\begin{cases} R_x = R \cos \omega t \\ R_y = R \sin \omega t \end{cases} \Rightarrow R_x^2 + R_y^2 = R^2$$

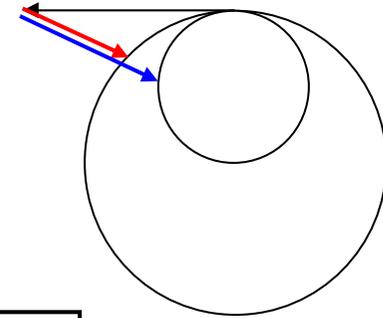
equazione della circonferenza

$$\vec{a} = a_T \overline{T} + a_c \overline{N} \quad \text{con} \quad a_c = \frac{v^2}{R}$$

Forza centripeta

- ✓ L'azione della forza centripeta è la causa (necessaria) del moto circolare di un corpo.
- ✓ La forza centripeta deve essere tale da imporre un'accelerazione pari all'accelerazione centripeta
- ✓ La forza centripeta è una forza applicata al corpo, che lo spinge verso il centro

$$a_c = \frac{v^2}{R} \quad \Rightarrow \quad F_c = m \frac{v^2}{R}$$

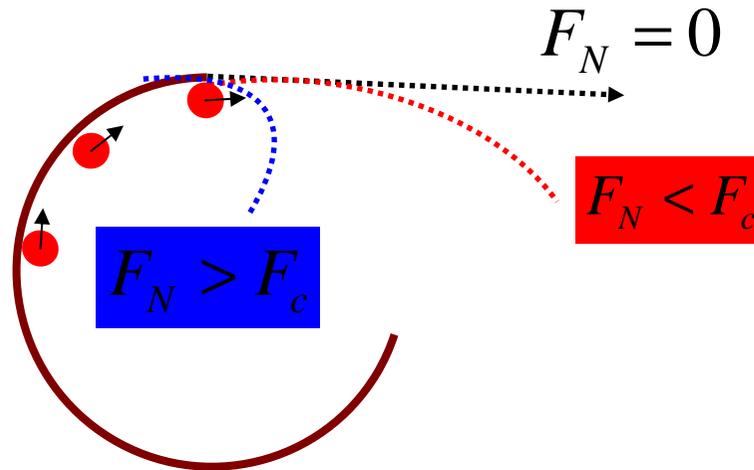


Forza centrifuga

- ✓ È fondamentale evidenziare la forza centrifuga come forza fittizia che viene introdotta per spiegare il moto nel sistema di riferimento in rotazione
- ✓ L'osservatore in rotazione introduce questa forza solo nel caso in cui tagli la corda che tiene il corpo in rotazione
- ✓ La forza che sente la nostra mano quando facciamo ruotare un corpo legato ad una corda non è forza centrifuga, ma la forza di reazione che agisce sulla nostra mano a seguito della forza centripeta che noi stiamo applicando al corpo
- ✓ Il corpo ha la tendenza a mantenere il moto rettilineo e noi dobbiamo farlo deviare

Forza netta

- ✓ Definiamo $F_c = mv^2/R$ la forza centripeta che definisce il moto circolare
- ✓ Definiamo F_N la componente normale della forza netta applicata al corpo



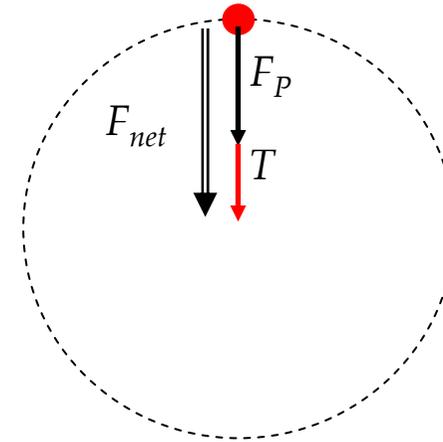
- ✓ Il moto è circolare solo se $F_N = F_c = mv^2/R$
- ✓ F_N è la risultante di tutte le forze applicate al corpo

Velocità critica nel moto circolare sul piano verticale

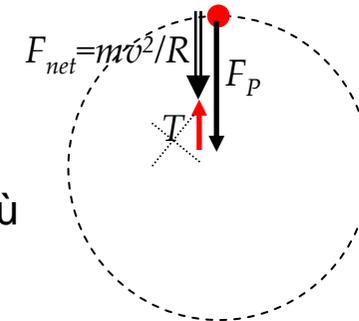
✓ Un corpo che ruota in un piano verticale risente di

- Forza peso
- Reazione vincolare (tensione della corda, reazione della guida...)
- Se il moto è circolare si ha

$$F_P + T = m \frac{v^2}{R} \quad \Rightarrow \quad mg + T = m \frac{v^2}{R}$$



✓ Diminuendo v si arriverà ad avere $T < 0$ (cambio di segno di T)
 → situazione non possibile
 → al di sotto di una certa velocità critica il moto non è più circolare perché $F_{net} > mv^2/R$



✓ Il moto rimane circolare solo se

$$T \geq 0 \quad \Rightarrow \quad \frac{v^2}{R} - g \geq 0 \quad \Rightarrow \quad v \geq \sqrt{gR}$$

$$v_{critica} = \sqrt{gR}$$

Risoluzione del problema

I) v, R

F) $v_F = 2.35v, R_F = 1.76R$

- ✓ Ammettiamo che v iniziale sia sufficiente a mantenere il moto circolare $v^2 \geq gR \Rightarrow \frac{v^2}{gR} \geq 1$
- ✓ Verifichiamo se la stessa condizione si verifica nello stato finale $v_F^2 \geq gR_F \Rightarrow \frac{2.35^2 v^2}{1.76 gR} \geq 1$
- ✓ Interessante il caso generale $\frac{X_v^2 v^2}{gX_R R} \geq 1 \Rightarrow X_v \geq \frac{\sqrt{gX_R R}}{v}$

- ✓ Soluzione del problema

I) v, R	$\Rightarrow F_{CI} = m \frac{v^2}{R}$
F) $v_F = 2.35v, R_F = 1.76R$	$\Rightarrow F_{CF} = m \frac{v_F^2}{R_F} = m \frac{2.35^2 v^2}{1.76R}$
$\Rightarrow \frac{F_{CF}}{F_{CI}} = \frac{2.35^2}{1.76} = 3.14$	

Il moto circolare sui libri di testo

Testo 1 Titolo: "Il moto dei pianeti intorno al sole. Una lezione inedita di Richard Feynman"
Autori : D. L. Goodstein, J. R. Goodstein
Editore : Zanichelli
Collana : Le Ellissi

- ✓ interessante calcolo del modulo dell'accelerazione centripeta

Testo 2 Titolo : "L'evoluzione della fisica" corso di fisica per il liceo scientifico
Autori: G. P. Parodi, M. Ostili, G. Mochi Onori
Editore: Paravia
Scuola : liceo scientifico e liceo classico tecnologico

- ✓ Testo molto dettagliato che non trascura nessun dettagli e prerequisiti
- ✓ aspetti storici messi costantemente in parallelo con gli argomenti trattati
- ✓ Trovato solo una imprecisione nell'esempio della scolainsalata: l'insalata sottoposta ad una forza...

Testo 3 Titolo : "Fisica per moduli" modulo 1
Autori: Giuseppe Ruffo
Editore: Zanichelli
Scuola: Istituto tecnico

- ✓ Testo molto sbrigativo e non ben curato
- ✓ I prerequisiti spesso accennati poi dati per scontati
- ✓ Poche dimostrazioni e solo nozioni e risultati

Testo 4 Titolo:"Fisica 1 meccanica onde termodinamica"
Autore: Eugene Hecht
Editore: Zanichelli
Testo universitario

- ✓ Testo universitario che, cerca prima di affrontare la trattazione rigorosa, cerca un approccio, dimostrazioni ed esempi intuitivi.

Il moto circolare su internet

Link 1 http://it.wikipedia.org/wiki/Moto_circolare

Link 2 <http://www.arrigoamadori.com/lezioni/TutorialFisica/MotoCircolUnif/MotoCircolUnif.htm>

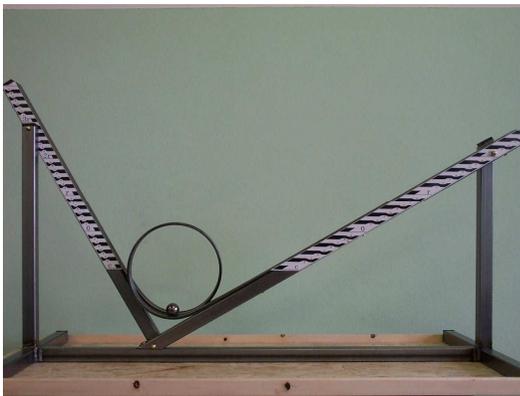
Link 3 http://ww2.unime.it/weblab/ita/fkw/shm/shm_ita.htm

Link 4 <http://www.phy6.org/stargaze/lcircul.htm>

Link 5 <http://www.arrigoamadori.com/lezioni/TutorialFisica/Esercitazione3/Esercitazione3.htm>

Link 6 <http://www.phy6.org/stargaze/lframes4.htm>

Link 7 http://www.itiseuganeo.it/sperimentando/2003/S2003_do.htm



- ✓ trattazione rigorosa del moto
- ✓ Link ad argomenti correlati come i prerequisiti

- ✓ Trattazione classica, senza nessuna aggiunta di dimostrazioni alternative

- ✓ Applet animata di moto circolare e moto armonico

- ✓ Determinazione dell'accelerazione centripeta a seguito della scomposizione di un tratto di moto circolare in due moti rettilinei

- ✓ Spiegazione del giro della morte con la forza centrifuga

- ✓ Corretta spiegazione del giro della morte e corretta interpretazione della forza centripeta che fa deviare da moto rettilineo

- ✓ Relazione redatta da studenti di un istituto tecnico sulla realizzazione sperimentale dell'esperimento del giro della morte.

Il problema della velocità critica si trova solamente cercando dinamica del giro della morte.

Conclusioni

- ✓ *I concetti principali devono essere introdotti, spiegati e dimostrati in modi anche intuitivi, purchè si seguano sempre le leggi fondamentali*
- ✓ *Dopo l'introduzione intuitiva si può passare alla trattazione matematicamente rigorosa, mettendo in risalto la potenza, l'utilità e il significato degli strumenti matematici che si usano.*
- ✓ *I libri di testo devono sempre essere ben analizzati al fine di valutarne la validità dei concetti trattati*
- ✓ *Le informazioni che si trovano su internet hanno sempre bisogno di un'analisi più approfondita e non devono mai essere prese come verità assolute. Spesso infatti capita di trovare scorrettezze.*