Problems:

Problem 1: The average height of vertical jumps from standing still is about **h=0.6 m** for volleyball defenders. Find their initial vertical velocity, i.e. when their foot leave the ground. [*hint: Motion with constant acceleration* ***g=9.8 m/s²***]

Problem 2: The height of vertical jumps is monitored by using a pressure pad to measure the time it takes for an athlete to complete a jump. What time would last a vertical jump of an athlete reaching a maximum height of **h=1 m**?

Problem 3: A centrifuge is operated at **5×10^5 turns per minute**. Find the angular velocity. If the radius of the centrifuge is **R=0.2 m**, find the centripetal acceleration

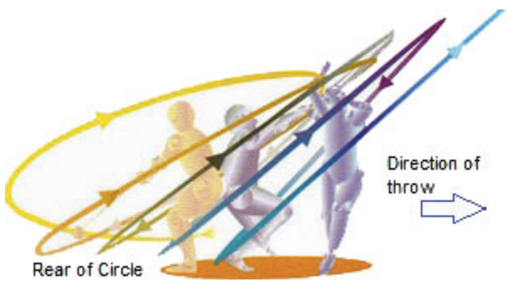
Problem 4: A dive with three complete rotations in the tuck position is performed from a platform at **d=10 m** above the pool surface.

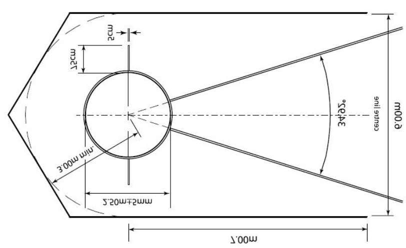
1. Use the equation of free-fall motion and derive the duration of the flight from the platform to the water (**d=10 m**).
2. Derive the mean angular velocity of the rotational motion.
3. Assuming that during the rotation the head describes a circle of radius **R=0.5 m** around the centre-of-gravity of the diver, derive the centripetal acceleration of the head relative to the centre-of- gravity.

Problem 5: In the hammer throw, the hammer follows a parabolic trajectory upon release from the athlete. The initial velocity of the parabolic motion equals the velocity attained in the rotational motion before being released. For a valid shot the hammer must be thrown in a field **Δθ=35 degrees** wide.

1. Derive the angular velocity of the hammer just before being released for a shot **D=80 m** long, and assuming a radius of rotation **R=2 m** (sum of the hammer string and the arm lengths).
2. Derive the time interval within which the hammer has to be released in order for the shot to be valid.

[*Hint: Use a parabolic motion with an angle of 45 degrees at the release and assume the release height and final height to be equal.*]





Problema 4.

– Calcolare l'accelerazione centripeta che agisce sulla testa di un tuffatore che compie tre giri mortali in un tuffo dal trampolino di 10 m –

- Moto 1 – caduta libera da $h = 10$ m
  → trovare durata Δt del tuffo
- Moto 2 – moto circolare (unif.) della testa attorno al centro del corpo $R = 0.5$ m

Soluzione – Moto 1

$$y(t) = h - \frac{1}{2} g t^2$$

$$y = 0 \Rightarrow \Delta t = \left[\frac{2h}{g}\right]^{1/2} \simeq 1.43 \text{ s}$$

Soluzione – Moto 2

3 giri

Acc. centripeta $a = \omega^2 R$ con $\omega = \dfrac{3 \times 2\pi}{\Delta t}$

$$a = \frac{(6\pi)^2}{\Delta t^2} R = \frac{(6\pi)^2}{(1.43 s)^2} \cdot 0.5 \text{ m} \simeq 87 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$\simeq 9g$!

Problema 5. Calcolare il tempo di reazione di un lanciatore di martello, affinchè esegua un lancio non-nullo e con una misura da record in una competizione sportiva -

Dati - • Per un lancio valido - settore angolare $\Delta\theta = 35^\circ \simeq 0.6$ rad

• ~~Misura~~ da record $\Delta x \simeq 80$ m

- Lunghezza del martello + braccio dell'atleta $R = 2$ m

Rappresentazione del moto -

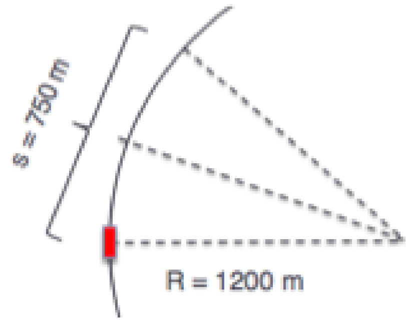
* lancio : moto parabolico di gittata Δx - In un lancio da record l'atleta lancia con angolo $\alpha = 45^\circ$ $\longrightarrow$ dalla gittata troviamo v_0

* moto prima del lancio : moto circolare con velocità $v_0 = \omega_0 R$ al momento del lancio -

* lancio valido se entro $\Delta\alpha < \Delta\theta$ con $\Delta\alpha = \omega_0 \Delta t$ Δt tempo di reazione

Corso di Laure in Fisica e in Matematica MILANO – BICOCCA
FISICA I – Prova in itinere Nr. 1 ANNO ACCADEMICO 2016-2017

Problema 1:



Un carrello (approssimabile a un punto materiale) parte da fermo e procede con accelerazione tangenziale costante su un binario circolare di raggio di curvatura **R=1200 m**. Dopo aver percorso un arco di lunghezza **s = 750 m**, la velocità del carrello è in modulo $\mathbf{v_1}$**=15 m/s**.

Si calcolino:

a) il modulo della componente tangenziale dell'accelerazione,
b) il modulo della velocità dopo un arco **s/2** dalla partenza
c) l'accelerazione centripeta dopo un arco **s/2** dalla partenza.

Soluzione:

Possiamo scomporre il moto nelle componenti tangente e radiale lungo la traiettoria. La componente tangenziale dell'accelerazione e` costante. Il vettore spostamento e` sempre tangente alla traiettoria. Dunque lo spostamento lungo l'arco avviene con moto uniformemente accelerato con condizioni iniziali $\mathbf{s_0=0}$ e $\mathbf{v_0=0}$.

a) La legge oraria e la legge della velocita` per il percorso lungo l'arco sono:

$$\mathbf{s(t) = \tfrac{1}{2}\, a\, t^2}$$
$$\mathbf{v(t) = a\, t} \qquad \rightarrow \mathbf{a = v^2 / 2s} \quad (*)$$

Dunque $\mathbf{a = (15\ m/s)^2 / (2x750\ m) = 0.15\ m/s^2}$

b) Dalla relazione (*), risolvendo per **v** quando la posizione e` $\mathbf{s_2 = s/2}$, si ottiene:

$$\mathbf{v_2} = \sqrt{2as_2} = \sqrt{as} = \sqrt{0.15\ m/s^2\ 750\ m} = \mathbf{10.6\ m/s}$$

c) L'accelerazione centripeta in s_2 e`:

$$\mathbf{a_C = v_2^2 / R = (10.6\ m/s)^2 / 1200\ m = 0.094\ m/s^2}$$

Oppure soluzione con le relazioni per il moto circolare - vedi prossima pagina

Soluzione: Spostamento lungo l'arco:

(1) $s(t) = R\vartheta(t)$

$$\frac{ds}{dt} = \cancel{\frac{dR}{dt}\vartheta} + R\frac{d\vartheta}{dt} = R\frac{d\vartheta}{dt}$$ vel. tang.

$$\frac{d^2s}{dt^2} = R\frac{d^2\vartheta}{dt^2} = \text{acc. tang.} = \underline{\underline{\text{cost}}}$$

~~s(t) = ...~~

$$\begin{cases} v(t) = \cancel{v_0} + a_{/\!/}t & v_0 = 0 \\ s(t) = \cancel{s_0} + \cancel{v_0}t + \frac{1}{2}a_{/\!/}t^2 & s_0 = 0 \end{cases}$$

~~trova~~

$$s(t) = \frac{1}{2}\frac{(a_{/\!/}t)^2}{a_{/\!/}} = \frac{1}{2}\frac{v^2}{a_{/\!/}}$$

$$\boxed{a_{/\!/} = \frac{v^2}{2s}} = 0.15\ m/s$$

(2) $v\left(\frac{s}{2}\right) = \sqrt{a_{/\!/}\,2\,s/2} = \sqrt{a_{/\!/}\,s}$ con $a_{/\!/}$ dalla (1)

(3) $a_c = R\omega^2 = (\omega R)^2/R = \frac{v^2}{R}$ ← nel punto dove deve calcolare