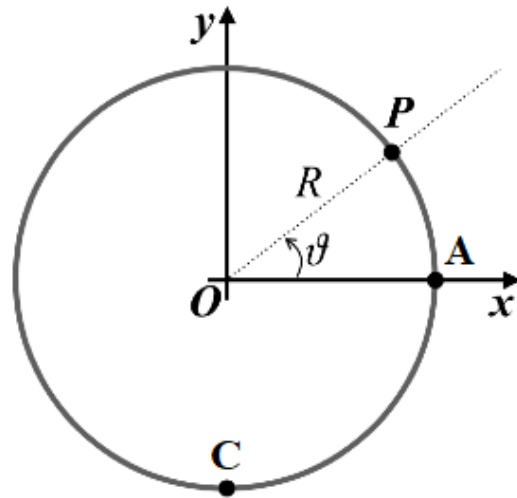


**CdL Fisica - Meccanica - 06/02/2023**  
**Prof. Spurio (AL) – Prof.ssa Margiotta (MZ)**

**Esercizio A**

Una particella P si muove su una circonferenza di raggio  $R=3.50$  m secondo una legge oraria della velocità angolare data da  $\omega(t) = kt^2$ , con  $k = 13.18$  gradi/s<sup>3</sup> e partendo da fermo. Si consideri un sistema di assi cartesiani posti sul piano della circonferenza, con origine corrispondente al centro della stessa e orientati come in figura. Il punto A=(R,0) mostrato in figura rappresenta la posizione della particella P all'istante iniziale. Si determini:

1. la legge oraria per lo spostamento angolare  $\vartheta(t)$ ;
2. le coordinate cartesiane del punto B in cui si trova la particella all'istante  $t_B = 3.00$  s;
3. il tempo  $t_c$  per giungere nel punto C, ossia il punto di coordinate cartesiane (0, -R)
4. la velocità media  $v_m$  della particella nel moto tra il punto A e il punto C;
5. il vettore accelerazione nell'istante  $t_c$ .



**Esercizio B**

Una stella di neutroni (NS) è composta da neutroni (particelle senza carica elettrica, di massa  $m_N = 1.67 \cdot 10^{-27}$  kg). La distanza tra neutroni è pari a  $d = 2 \cdot 10^{-15}$  m, come avviene tra protoni e neutroni all'interno dei nuclei atomici. La teoria e le osservazioni confermano che le NS hanno una massa pari a circa 1.5 volte quella del Sole.

(Ricorda:  $M_{\text{sole}} = 2 \cdot 10^{30}$  kg,  $G = 6.67 \cdot 10^{-11}$  N m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>).

1. Stimare la densità (in kg/m<sup>3</sup>) della materia in una NS, usando come distanza tra i neutroni il valore  $d$ . Determinarne il raggio della NS assumendo che abbia massa  $M = 1.5 M_{\text{sole}}$ , come da ipotesi teoriche confermate dalle osservazioni.

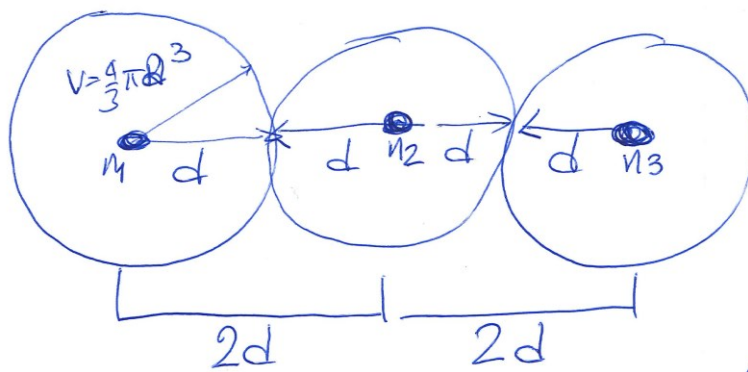
Le NS sono osservate quando ruotano velocemente su sé stesse, emettendo radiazione elettromagnetica (e sono chiamate *pulsar*) oppure in sistemi binari. Il più famoso di questi ultimi è il sistema di Hulse-Taylor, scoperto nel 1973, composto da due NS che perdono energia emettendo onde gravitazionali.

2. Determinare il valore della massa ridotta di un sistema binario di due NS.
3. Il sistema di Hulse-Taylor ha periodo misurato  $T = 7.75$  ore. Determinare la distanza  $R$  tra le due NS, assumendo che sia costante, e confrontarla col raggio solare ( $R_{\text{sole}} = 0.7 \cdot 10^9$  m).
4. Determinare l'energia cinetica posseduta del sistema binario di Hulse-Taylor.
5. Sapendo che la perdita di energia (assunta costante) per emissione di onde gravitazionali corrisponde a  $dE/dt = -7.35 \cdot 10^{24}$  J/s, stimare in quanto tempo tutta l'energia cinetica sarà dissipata.
6. Considerando l'energia meccanica totale del sistema, mostrare se le due NS si avvicinano o si allontanano tra di loro per emissione di onde gravitazionali,  $dE/dt$ .

A.2) $x_B = -1.675 \text{ m}$ ; $y_B = 3.073 \text{ m}$	B1) $\rho = 2 \cdot 10^{17} \text{ kg/m}^3$ ; $R_{NS} = 13 \text{ km}$
A.3) $t_C = 3.95 \text{ s}$	B2) $\mu = M/2 = 1.5 \cdot 10^{30} \text{ kg}$
A.4) $v_m = 4.18 \text{ m/s}$	B3) $R = 2.5 R_{\text{sole}}$
A.5) $a_C = (6.36, 45.1) \text{ m/s}^2$	B4) $K = 1.5 \cdot 10^{41} \text{ J}$
	B5) $650 \cdot 10^6 \text{ anni}$

### Commento su Punto 1 esercizio B

Punto 1 Se considerate rebusse occupate da un neutrone e come  $V = \frac{4}{3}\pi d^3$ , allora la conseguenza è che la distanza tra 2 neutroni è " $2d$ " e non " $d$ "



!! e non  $d$  come dice il testo!

FATE I DISEGNI!