10 + 10 + 4 + 6 = 30/30 SOLUZIONE L. VITALE

Università di Trieste A.A. 2018/2019 Lauree Triennali in Ingegneria A

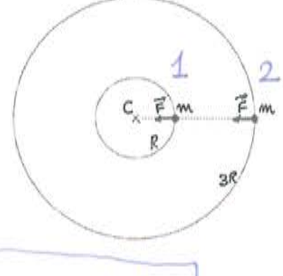
FISICA GENERALE 1, Prova Scritta, 11.06.2019

Cognome ...COGNOME... **Nome** ...NOME... **CdS:** ...IND/NAV...

Istruzioni:

Per ciascuna domanda rispondere fornendo solo il risultato finale: la grandezza incognita espressa simbolicamente in funzione delle grandezze date, e poi il corrispondente risultato numerico, con il corretto numero di cifre significative e con le unità di misura appropriate. Fare attenzione ai segni nelle risposte numeriche.

Problema 1. Due corpi puntiformi aventi la stessa massa m percorrono, con velocità angolare costante, orbite circolari di raggi **R** e **3R** intorno ad uno stesso centro *C* (v. figura). Durante il moto, ciascuno dei due corpi è soggetto ad una forza di stesso modulo costante **F** sempre diretta verso *C*.



(a) Determinare quale dei due corpi completa per primo un quarto di giro, a partire da un certo istante, giustificando la riposta.

4

Per entrambi $\vec{F} = m\vec{a}_c$

$F = m\omega_1^2 R \qquad \omega_1 = \sqrt{\frac{F}{mR}} \qquad \Rightarrow \omega_1 > \omega_2 \qquad \Delta t_1 = \frac{\pi}{4}/\omega_1$

$F = m\omega_2^2 3R \qquad \omega_2 = \sqrt{\frac{F}{m3R}} \qquad \Delta t_2 = \frac{\pi}{4}/\omega_2$

$\boxed{\Delta t_1 < \Delta t_2}$

(b) Elencare le grandezze fisiche che si conservano durante il moto giustificando la risposta.

3

1) Energia cinetica (scalare)

2) Momento angolare rispetto C (vettore)

Attenzione, non si conservano i vettori: quantità di moto, velocità, e forza $\vec{F}$.

(c) Determinare il lavoro totale necessario per portare i due corpi sulla medesima orbita circolare di raggio 2**R**

3

Uso il teorema lavoro-energia

$W = \Delta K \qquad \Delta K_1 = \frac{1}{2} m\left(v_f^2 - v_1^2\right) \qquad v_1^2 = \omega_1^2 R^2 = \frac{F}{m} R$

$\Delta K_2 = \frac{1}{2} m\left(v_f^2 - v_2^2\right) \qquad v_2^2 = \omega_2^2 (3R)^2 = \frac{F}{m} 3R$

$\Delta K = \Delta K_1 + \Delta K_2 = \frac{m}{2}\frac{FR}{m}(2-1+2-3) = \boxed{0\ J} \qquad v_f^2 = \omega_f^2 (2R)^2 = \frac{F}{m} \cdot 2R$

Problema 2. Un uomo, solidale con una piattaforma circolare omogenea di raggio **R** = 1.0 m e massa **M** = 10.0 kg, inizialmente in quiete, pone in rotazione con una fune un sasso di massa **m** = 0.30 kg. (v. figura). A regime, il sasso descrive una circonferenza di raggio **r** = 1.0 m su piano orizzontale con centro sull'asse verticale della piattaforma e la sua velocità angolare rispetto ad un osservatore inerziale esterno alla piattaforma ha modulo $\boldsymbol{\omega_0}$ = 21 rad/s. Trascurando gli attriti lungo l'asse di rotazione e sapendo che il momento di inerzia dell'uomo rispetto all'asse di rotazione *z* è **I** = 1.1 kg · m² determinare:

4

(a) la velocità angolare $\boldsymbol{\omega}$ dell'uomo rispetto ad un osservatore inerziale esterno alla piattaforma;

si conserva il momento angolare lungo z L_z

$0 = mr\omega_0 + \underbrace{\left(I + \frac{1}{2}MR^2\right)}_{6.1\ kg\,m^2}\omega$ → proiezione lungo z.

$\omega = -\frac{mr\omega_0}{I + \frac{1}{2}MR^2} = \boxed{-1.0\ rad/s}$ verso opposto al sasso

3

(b) il lavoro compiuto dall'uomo;

Per il teorema lavoro-energia

$W = \Delta K = K_f - \underbrace{K_i}_{=0} = \underbrace{\frac{1}{2}(mr^2)\omega_0^2}_{66.15\ J} + \underbrace{\frac{1}{2}\left(I + \frac{1}{2}MR^2\right)\omega^2}_{3.25\ J}$

$\boxed{W = 69\ J}$

3 (c) il modulo della velocità angolare del sasso vista dall'uomo.

$$\omega'_0 = \underbrace{\omega_0 - \omega}_{\text{velocità relativa}} = \omega_0 + |\omega| = \boxed{22\ \text{rad/s}}$$

Problema 3 Un sommozzatore di massa $\mathbf{m_{sub}}$ = 85 kg ha una densità $\boldsymbol{\rho_{sub}} = 0.97 \cdot 10^3$ kg/m^3 (valore medio). Quanto vale la massa di piombo $\mathbf{m_{Pb}}$ (densità $\boldsymbol{\rho_{Pb}} = 11.3 \cdot 10^3$ kg/m^3) che il sommozzatore deve agganciare alla sua cintura per risentire di una forza risultante nulla quando è immerso in acqua di mare con densità $\boldsymbol{\rho_a} = 1.02 \cdot 10^3$ kg/m^3? Nella soluzione si tenga conto anche del volume del piombo.

4

Esercizio già dato in precedenza, si sommano vettorialmente a zero le due spinte di Archimede e forze peso del piombo e sub:

$$m_{Pb} = m_{sub} \frac{\left(\frac{\rho_a}{\rho_{sub}} - 1\right)}{\left(1 - \frac{\rho_a}{\rho_{Pb}}\right)} = \boxed{4.8\ \text{kg}}$$

Problema 4 Un blocchetto di ferro di massa $\mathbf{m_{Fe}}$ = 0.15 kg si trova inizialmente alla temperatura di 770 °C (oltre questa temperatura, detta di Curie, il ferro si smagnetizza) e successivamente è immerso in un contenitore adiabatico con acqua allo stato liquido e alla temperatura di 100 °C. Si assuma che l'acqua evapori completamente e che rimanga alla temperatura di 100 °C e alla pressione atmosferica.

3 (a) Calcolare la quantità minima di acqua necessaria a raffreddare il blocchetto di ferro fino alla temperatura di 100°C, sapendo che il calore latente di vaporizzazione dell'acqua è $\mathbf{L_V} = 2.26 \cdot 10^6$ J/kg e che il calore specifico del ferro vale $\mathbf{c_p}$ = 447 J/(kg · K).

$$m_{H_2O} L_V = c_p m_{Fe} (T_F - 100°C)$$

$$m_{H_2O} = \boxed{2.0 \cdot 10^{-2}\ \text{kg}} \qquad 20\ g$$

3 (b) Calcolare le variazioni di entropia $\boldsymbol{\Delta S_{Fe}}$ e $\boldsymbol{\Delta S_{Acqua}}$ del ferro e dell'acqua (facoltativo: spiegare quali processi termodinamici si possono usare per fare questi calcoli).

Immagino che { il blocco scambi calore δQ con una successione di sorgenti da T_i a T_F; l'acqua sia in contatto con una sorgente a temperatura leggermente > 100°C

$$\Delta S_{Fe} = \int_i^f \left(\frac{\delta Q}{T}\right)_{rev} = \int_{T_i}^{T_F} \frac{c_p m_{Fe}\, dT}{T} = m_{Fe} c_p \ln\frac{373}{1073} = \boxed{-69\ \text{J/K}}$$

$$\Delta S_{H_2O} = \int_{liq.}^{vap} \left(\frac{\delta Q}{T}\right)_{rev} = \int \frac{L_V\, dm_{H_2O}}{T} = \frac{L_V}{T}\int dm_{H_2O} = \frac{L_V m_{H_2O}}{373} = \boxed{121\ \text{J/K}}$$

Dato che il processo è irreversibile $\quad \Delta S = \Delta S_{H_2O} + \Delta S_{FE} > 0$