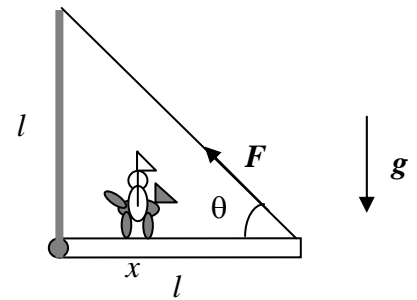


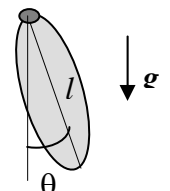
**Corso di Laurea STC Chim curr appl – ESERCIZI DI FISICA GENERALE – nr. 10**

1. Un cavaliere medievale, di massa complessiva  $M = 500$  Kg, percorre un ponte levatoio, di materiale omogeneo, lunghezza  $l = 5.00$  m, e massa  $m = 100$  Kg, che è incernierato senza attriti ad un suo estremo, mentre all'altro estremo è fissato tramite una catena inestensibile (di massa trascurabile) alle pareti del castello, in un punto che si trova ad una distanza verticale  $l = 5.00$  m al di sopra del perno (vedi figura). Per lo svolgimento del problema, considerate il cavaliere (con cavallo e armatura) come un punto materiale.



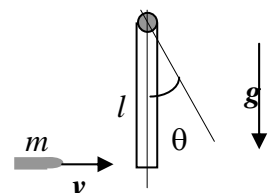
- a) Detta  $x$  la coordinata del cavaliere lungo il ponte levatoio, come si scrive la funzione  $F(x)$  che rappresenta la dipendenza del modulo della tensione della catena con la posizione  $x$ ?  
 $F(x) = \dots\dots\dots$
- b) Sapendo che il carico massimo che la catena può sopportare prima di spezzarsi vale in modulo  $F' = 5000$  N, quanto vale la coordinata  $x'$  a cui arriva il cavaliere prima che succeda il disastro?  
 $x' = \dots\dots\dots = \dots\dots$  m
- c) Tenendo conto che il ponte levatoio è ben approssimato da un'asta omogenea che ruota attorno ad un asse passante per una sua estremità, quanto vale l'**accelerazione angolare**  $\alpha$  del ponte subito dopo la rottura della catena? [Se proprio non volete calcolarlo, ricordate che il momento di inerzia di un'asta omogenea di massa  $m$  e lunghezza  $l$  vale, in questo caso,  $I = ml^2/3$ ]  
 $\alpha = \dots\dots\dots = \dots\dots$  rad/s<sup>2</sup>
- d) Il cavaliere comincerà a cadere verso il basso, ed il ponte a compiere una rotazione. Inizialmente (subito dopo la rottura della catena), quanto valgono in modulo le **accelerazioni lineari**  $A$  ed  $a$  rispettivamente del cavaliere e dell'estremità del ponte?  
 $A = \dots\dots\dots = \dots\dots$  m/s<sup>2</sup>  
 $a = \dots\dots\dots = \dots\dots$  m/s<sup>2</sup>

2. Un ellissoide omogeneo di massa  $m$  e lunghezza  $l$  (vedi figura) può ruotare su un piano verticale attorno ad un perno passante per una sua estremità. Si suppongano trascurabili tutti gli attriti e si assuma pari ad  $I$  (noto!) il momento di inerzia.



- a) A quale distanza  $d$  dal perno (misurata lungo l'asse dell'ellissoide disegnato in figura) si trova il centro di massa dell'ellissoide?  
 $d = \dots\dots\dots$
- b) Quanto vale, in funzione dell'angolo  $\theta$  indicato in figura, il momento  $\tau$  esercitato dalla forza peso rispetto al perno di rotazione?  
 $\tau = \dots\dots\dots$
- c) Quanto vale, sempre in funzione di  $\theta$ , l'accelerazione angolare  $\alpha$  dell'ellissoide? [segni!!!]  
 $\alpha = \dots\dots\dots$
- d) Se l'ellissoide viene spostato "di poco" dalla posizione di equilibrio stabile  $\theta = 0$ , si osservano delle oscillazioni (è un pendolo che fa piccole oscillazioni!!). Quanto vale la loro pulsazione  $\omega_{PO}$ ?  
 $\omega_{PO} = \dots\dots\dots$

3. Un'asta omogenea di massa  $M = 1.0$  Kg e lunghezza  $l = 0.50$  m è sospesa ad un perno collocato ad una sua estremità. L'asta può ruotare **senza attriti** attorno al perno, mantenendosi su un piano verticale. Un proiettile di massa  $m = 5.0$  g e velocità (orizzontale)  $v = 200$  m/s colpisce l'estremità dell'asta, come in figura, rimanendoci conficcato, quando l'asta stessa si trova **ferma** in posizione di equilibrio (cioè è disposta lungo un asse verticale,  $\theta = 0$  – vedi figura).



- a) Quanto vale in modulo il momento angolare  $L_P$  del proiettile calcolato rispetto al perno di rotazione dell'asta nell'istante in cui il proiettile colpisce l'asta? [Suggerimento: ricordate la definizione di momento angolare rispetto ad un punto,  $\mathbf{L} = \mathbf{r} \times \mathbf{p}$ , con  $\mathbf{r}$  vettore che congiunge il proiettile al perno di rotazione, e  $\mathbf{p} = m\mathbf{v}$  quantità di moto del proiettile]

$$L_p = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{Kg m}^2/\text{s}$$

- b) Sfruttando la conservazione del momento angolare, dovuta all'assenza di momenti delle forze esterni al sistema proiettile+asta, e sapendo che il momento di inerzia dell'asta è in questo caso  $I = Mt^2/3$ , quanto vale la velocità angolare  $\omega_0$  con cui l'asta avvia la sua rotazione subito dopo l'urto? [Attenzione: il proiettile rimane conficcato nell'asta, e quindi anch'esso ha un suo momento di inerzia rispetto all'asse di rotazione, benché molto piccolo]

$$\omega_0 = \dots\dots\dots \sim \dots\dots \text{rad/s}$$

- c) L'asta comincia quindi a ruotare in senso antiorario, cioè l'angolo  $\theta$  di figura tende ad aumentare. Quanto vale, in funzione di  $\theta$ , il lavoro  $\Lambda$  fatto dalla forza peso che agisce sul centro di massa dell'asta? [Semplificazione: trascurate il lavoro della forza peso sul movimento del proiettile conficcato nell'asta – vi garantisco che l'approssimazione è ragionevole!]

$$\Lambda = \dots\dots\dots$$

- d) Quanto vale l'angolo massimo  $\theta_{MAX}$  raggiunto dall'asta prima di arrestarsi?

$$\theta_{MAX} = \dots\dots\dots \sim \dots\dots \text{gradi}$$

4. Una pattinatrice artistica su ghiaccio, che ha massa  $m = 50$  Kg, fa una veloce piroetta in senso antiorario. Si trascuri l'attrito tra i pattini ed il ghiaccio.

- a) Nella configurazione iniziale, la pattinatrice tiene le braccia lungo il corpo ed il suo corpo può essere approssimato (con molta fantasia!) con un cilindro verticale **omogeneo**, di altezza  $h$  e raggio  $R = 0.2$  m, che ruota attorno ad un asse verticale passante per il suo centro. Quanto vale il momento di inerzia  $I$  della pattinatrice in queste condizioni?

$$I = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{Kg m}^2$$

- b) Sapendo che la pattinatrice compie  $f = 8.0$  rotazioni al secondo, quanto valgono il modulo del suo momento angolare  $L$  e la sua energia cinetica  $E_K$ ?

$$L = \dots\dots\dots \sim \dots\dots \text{Kg m}^2/\text{s}$$

$$E_K = \dots\dots\dots \sim \dots\dots \text{J}$$

- c) Mentre sta ruotando, la pattinatrice allarga le braccia fino a disporle in direzione orizzontale. In questa nuova configurazione, essa può essere approssimata come un cilindro verticale omogeneo di massa  $m_C = 45$  Kg in rotazione, che rappresenta come prima il suo corpo; le braccia tese, invece, possono essere rappresentate come un'asta **omogenea** orizzontale, di massa  $m_B = 5.0$  Kg e lunghezza  $d = 1.6$  m, che ruota attorno ad un asse verticale passante per il suo punto medio. A questo punto, quindi, il sistema (di massa complessiva  $m$ ) è costituito da due elementi omogenei, il cilindro verticale e l'asta orizzontale, che ruotano solidali attorno allo stesso asse. Il momento di inerzia complessivo  $I'$  può essere quindi determinato sommando i momenti di inerzia del cilindro e dell'asta. Quanto vale  $I'$ ?

$$I' = \dots\dots\dots \sim \dots\dots \text{Kg m}^2$$

- d) Considerando come istante iniziale del processo quello in cui la pattinatrice piroetta a braccia lungo il corpo e come istante finale quello in cui ha le braccia orizzontali, cosa si può affermare si conservi durante il processo?

Il momento angolare                      L'energia cinetica                      Entrambe                      Nulla

*Spiegazione sintetica della risposta:*  $\dots\dots\dots$

- e) Quanto vale la frequenza di rotazione  $f'$  al termine del processo?

$$f' = \dots\dots\dots \sim \dots\dots \text{rotazioni al secondo}$$