



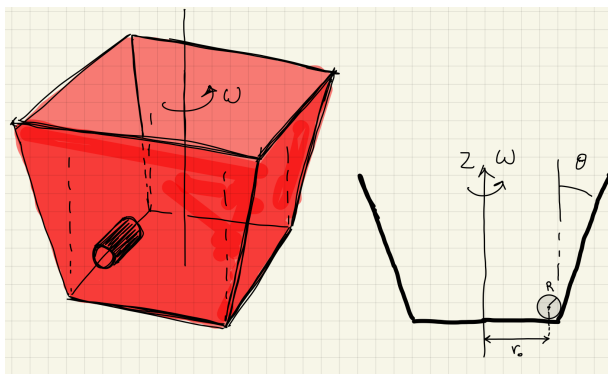
## Prova Scritta di Fisica Generale 1

11 Gennaio 2021

Iscritti a Fisica (primo anno)	Esercizi 1 e 2	Consegna ore 17
Iscritti a Fisica (anni successivi)	Esercizi 1, 2 e 3	Consegna ore 18
Iscritti a Matematica	Esercizio 3	Consegna ore 16

### Esercizio 1 - Meccanica

Il tubo di cartone (di raggio  $R$ ) di un rotolo di carta igienica è dentro a un cestino che ha la forma di un tronco di piramide a base quadrata rovesciata, come in figura. Le pareti laterali sono inclinate di un angolo  $\theta$  rispetto alla verticale. Immaginiamo di mettere il cestino in rotazione attorno al proprio asse centrale di simmetria con una velocità angolare costante  $\omega$ . Il tubo si trova nell'angolo tra il piano orizzontale e una parete laterale, con il centro di massa a distanza  $r_0$  dall'asse di rotazione.



- Scrivere l'espressione analitica delle reazioni vincolari che il fondo e la parete laterale del cestino imprimono sul tubo (specificando esplicitamente il sistema di riferimento usato).
- Determinare la velocità angolare critica  $\omega_c$  al di sopra della quale il tubo inizierebbe a salire.
- Supponiamo ora che, mentre il cestino sta ruotando a  $\omega_c/2$ , il tubo venga lasciato rotolare da fermo da quota  $H$  rispetto alla posizione sul fondo del cestino. Qual è la velocità del centro di massa del tubo quando questo arriva sul fondo del cestino - assumendo un moto di rotolamento puro sulla parete laterale?
- Rappresentare qualitativamente in grafico l'energia potenziale complessiva del tubo durante la caduta (nel sistema di riferimento rotante), indicando posizione e energia nello stato iniziale e in quello finale.

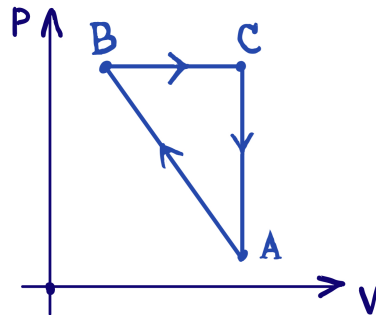
## Esercizio 2 - Meccanica

Una vecchia trave di legno (di lunghezza  $L$  e massa  $M$ ) sta cadendo dal cornicione di un grattacielo mentre ruota in un piano verticale con velocità angolare  $\Omega$ . Il centro di massa si muove in linea retta lungo l'asse verticale  $z$  e la rotazione avviene attorno ad un asse parallelo all'asse  $x$ , che trasla assieme alla trave. Un piccolo (ma tenace) tarlo sta divorando una zona della trave attorno al punto  $T$  che si trova a  $L/3$  da una delle estremità. Il suo lavoro provoca una rottura improvvisa della trave in due parti nel momento in cui essa è orientata orizzontalmente, lungo un asse parallelo a  $y$ . Si trascuri l'attrito dell'aria, la massa del tarlo e si consideri la trave come un'asta sottile omogenea.

- a) Si scriva l'energia cinetica complessiva della trave in funzione del tempo rispetto all'istante e alla quota a cui avviene il distacco dal grattacielo.
- b) Considerando che, dopo la rottura della trave, il pezzo più corto ruota rispetto allo stesso asse, ma con velocità angolare doppia, si determini la velocità angolare di rotazione del pezzo più lungo.
- c) Calcolare il lavoro compiuto dal tarlo per spezzare la trave sapendo che  $L = 3$  m,  $M = 10$  kg,  $\Omega = 0.08$  s $^{-1}$ .

## Esercizio 3 - Termodinamica

Una mole di gas ideale monoatomico è sottoposta al ciclo di trasformazioni quasi-statiche e senza attriti schematizzato nel disegno: il primo tratto è un segmento rettilineo nel piano  $PV$  che inizia alla temperatura  $T_A$  e termina con un dimezzamento del volume occupato dal gas e con la sua pressione triplicata rispetto quella iniziale. La trasformazione  $BC$  è isobara (fino al volume eguale a quello iniziale) e quella  $CA$  è isocora e chiude il ciclo.



- a) Si esprimano, in funzione di  $R$  (costante dei gas) e  $T_A$ , i lavori svolti/subiti e i calori scambiati dal gas nei tre tratti del ciclo.
- b) Si dimostri che, durante la trasformazione  $AB$ , il gas prima assorbe calore e poi lo cede. Determinare il volume  $V^*$  che occupa il gas quando avviene l'inversione di segno del calore scambiato. Per risolvere questo punto si suggerisce di utilizzare l'espressione del primo principio in forma differenziale.
- c) Si ottenga il valore numerico dell'efficienza del ciclo.
- d) Si calcolino numericamente le variazioni di entropia del gas e dell'ambiente nei tre tratti del ciclo (si conosce  $R=8.31$  J/(mol K)).