SOLUZIONE SINTETICA

Università di Trieste A.A. 2021/2022 Lauree Triennali in Ingegneria **A**

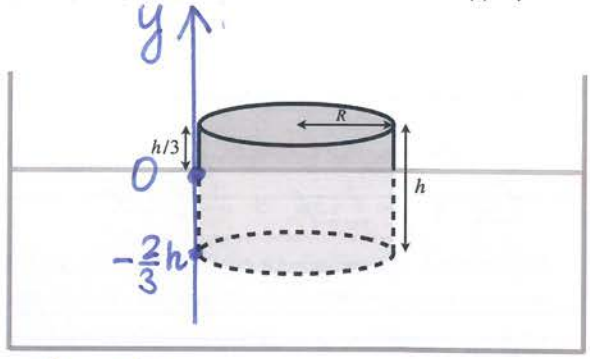
FISICA GENERALE 1, Prova Scritta, 13.06.2022

Cognome ....VITALE.... **Nome** ....LORENZO.... **CdS:** ....IND&NAV....

Istruzioni:

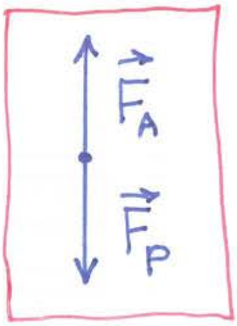
Per ciascuna domanda rispondere fornendo solo il risultato finale: la grandezza incognita espressa simbolicamente in funzione delle grandezze date, e poi il corrispondente risultato numerico, con il corretto numero di cifre significative e con le unità di misura appropriate. Fare attenzione ai segni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

Problema 1. Un ceppo di legno di forma cilindrica e altezza h = 60 cm galleggia sulla superficie dell'acqua in direzione verticale rimanendo emerso per una porzione corrispondente a 1/3 della sua altezza.



a) Disegnare il diagramma a corpo libero del ceppo di legno.

2



galleggia $\Rightarrow$ è in equilibrio statico $\vec{F}_A + \vec{F}_P = 0$

$\vec{F}_A$ forza di Archimede $|\vec{F}_A| = V_{\substack{acqua\\spostata}}\, \rho_{acqua}\, g$

$\vec{F}_P$ forza peso del ceppo di legno $|\vec{F}_P| = mg = \rho_{legno} V_\ell\, g$

b) Determinare la densità del legno da cui è composto il ceppo.

4

$$\rho_a V_a \cancel{g} = \rho_\ell V_\ell \cancel{g}$$
$$\rho_a \pi R^2 \frac{2}{3} h = \rho_\ell \pi R^2 h$$

$$\boxed{\rho_\ell = \frac{2}{3}\rho_a = 667\ \text{kg m}^{-3}}$$

c) Calcolare il lavoro necessario per estrarre completamente il ceppo dall'acqua, sapendo che ha un raggio R = 30 cm. [Suggerimento: La forza da applicare per estrarre il ceppo dall'acqua non è costante, bensì è proporzionale all'altezza di cui è stata estratto; eguaglia (in modulo) la forza peso del ceppo solo una volta che esso è completamente estratto dall'acqua.]

4

$$\boxed{W = \int_i^f \vec{F}^{\,*}_{ext} \cdot d\vec{r} = \int_{-\frac{2}{3}h}^{0} F_{ext\,y}(y)\,dy = \int_{-\frac{2}{3}h}^{0} (mg + y\pi R^2 \rho_a g)\,dy = \frac{1}{3} mgh = 222\ \text{J}}$$

* Per estrarlo devo applicare $\vec{F}_{ext}$ che compensi la progressiva diminuzione della spinta di Archimede $\vec{F}_{ext}(y) := -\vec{F}_P - \vec{F}_A(y) \rightarrow F_{ext\,y}(y) = mg + (y\pi R^2)\rho_a g$

Problema 2. La mola (o smerigliatrice) è un utensile abrasivo a forma di disco costituito da una massa di granelli durissimi e taglienti, tenuti assieme da un cemento. Si consideri una mola di raggio R=75 mm, massa M= 840 g e densità uniforme, che opera a una velocità periferica massima v_{max}=33 m/s.

(a) Calcolare il valore numerico del momento di inerzia della mola rispetto al suo asse assumendo che la mola sia un disco uniforme.

4

$$\boxed{I = \frac{1}{2} M R^2 = 2.4 \cdot 10^{-3}\ \text{kg m}^2}$$

(b) Supponendo di applicare alla mola un momento costante di modulo $\tau_z = 1.8$ Nm rispetto al suo asse, determinare quanto tempo impiega per raggiungere la sua velocità massima di operazione partendo da ferma.

Se τ_z é costante anche l'accelerazione angolare α_z é costante

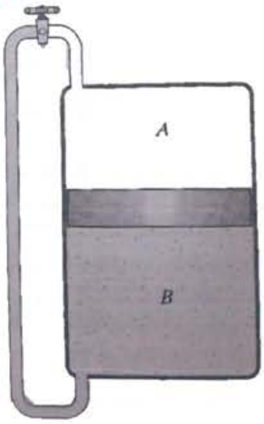
4 $\tau_z = I\alpha_z$ $\begin{cases} \omega(t) = \underset{=0}{\omega_0} + \alpha_z t \\ \omega_F = \alpha_z t_F \end{cases}$ $\boxed{t_f = \frac{\omega_F}{\alpha_z} = \frac{v_{max}}{R}\frac{I}{\tau_z} = 0.58\,s}$

(c) Trovare l'aumento complessivo di temperatura della mola al termine di un'operazione di frenamento, assumendo che, una volta raggiunta la velocità massima, agiscano solo forze e momenti dissipativi che la fermino, che non ci siano altri scambi energetici fra mola e ambiente circostante. Il calore specifico della mola è pari a 890 $JK^{-1}Kg^{-1}$.

L'energia cinetica rotazionale si trasforma interamente in calore

3 $Q = -\Delta K = \frac{1}{2}I\omega^2$ $Q = CM\Delta T$ $\boxed{\Delta T = 0.31\,K}$

Problema 3. Un recipiente cilindrico di altezza $h = 120\ cm$ e superficie di base $S = 100\ cm^2$ è diviso in due parti A e B da un pistone scorrevole verticalmente senza attrito, di massa $m = 15.0\ kg$ e spessore $d = 20.0\ cm$. Le due parti A e B sono collegate attraverso un tubicino esterno al recipiente, di volume trascurabile e munito di un rubinetto inizialmente chiuso (stato termodinamico "i").



In A c'è il vuoto, mentre in B vi sono $n = 5.00 \cdot 10^{-2}\ mol$ di un gas perfetto monoatomico alla temperatura ambiente di $T_0 = 300\ K$.

a) Si calcoli la pressione a cui è sottoposto il gas perfetto contenuto nella parte B.

2 Il peso mg esercita sulla superficie S a contatto con il gas la pressione $\boxed{P_B = \frac{mg}{S} = 14.7\,KPa}$

b) Si calcolino i volumi V_A e V_B delle parti A e B [attenzione: bisogna tenere conto anche del volume del pistone].

$\boxed{V_B = \frac{nRT_0}{P_B} = 8.47 \cdot 10^{-3}\,m^3 = 8.47\,l}$ $V_{TOT} = S \cdot h = 1.20 \cdot 10^{-2}\,m^3 = 12.0\,l$

4 $V_P = S \cdot d = 2.00 \cdot 10^{-3}\,m^3 = 2.00\,l$

$\boxed{V_A = V_{TOT} - V_B - V_P = 1.5\,l}$

Si apre il rubinetto in maniera tale da far scendere il pistone molto lentamente, a temperatura costante, e si lascia così aperto fino a quando il pistone raggiunge il fondo del recipiente (stato termodinamico "f").

c) L'operazione può considerarsi reversibile? Si giustifichi la risposta, tenendo conto che inizialmente nella parte A vi era il vuoto. $\boxed{\text{NO}}$, é l'equivalente di un'espansione libera,

2 bisogna fornire lavoro per tornare allo stato precedente

d) Si calcoli la variazione di entropia subita dal gas fra lo stato iniziale "i" e finale "f" e specificare la trasformazione scelta per il calcolo.

2 $\Delta S = \int_i^f \left(\frac{\delta Q}{T}\right)_{rev} = \int_{V_i}^{V_f} \frac{nR\cancel{T}}{V} \cdot \frac{1}{\cancel{T}}\,dV = nR \ln \frac{V_{TOT} - V_P}{V_B} =$

Considero una trasformazione reversibile da $\underset{i}{V_B}$ a $\underset{f}{(V_{TOT} - V_P)}$ isoterma $= 6.90 \cdot 10^{-2}\ \frac{J}{K}$

Per gas perfetto nell'isoterma $\Delta U = 0$ $\delta Q = \delta W = p\,dV = \frac{nRT}{V}\,dV$

COMMENTI e OSSERVAZIONI

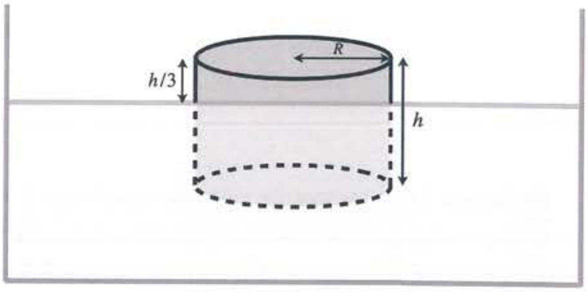
Università di Trieste A.A. 2021/2022 Lauree Triennali in Ingegneria A

FISICA GENERALE 1, Prova Scritta, 13.06.2022

Cognome .... Nome .... CdS: ....

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. Un ceppo di legno di forma cilindrica e altezza h = 60 cm galleggia sulla superficie dell'acqua in direzione verticale rimanendo emerso per una porzione corrispondente a 1/3 della sua altezza.



a) Disegnare il diagramma a corpo libero del ceppo di legno.

OSSERVAZIONI:

1) nel diagramma a corpo libero il corpo va disegnato con un punto

2) Se voglio disegnare anche il corpo esteso devo fare due disegni, prima quello del corpo esteso facendo attenzione ai punti di applicazione delle forze (in questo caso diversi) e poi 1)

b) Determinare la densità del legno da cui è composto il ceppo.

$\vec{F}_A$ applicato al CM del volume acqua spostato

$\vec{F}_P$ " " " del ceppo

c) Calcolare il lavoro necessario per estrarre completamente il ceppo dall'acqua, sapendo che ha un raggio R = 30 cm. [Suggerimento: La forza da applicare per estrarre il ceppo dall'acqua non è costante, bensì è proporzionale all'altezza di cui è stata estratto; eguaglia (in modulo) la forza peso del ceppo solo una volta che esso è completamente estratto dall'acqua.]

$W = \int ...$

Soluzione alternativa (concettualmente più difficile, ma con conti più facili): $W = \Delta U$

$$\Delta U = \underbrace{\Delta U_{legno}}_{aumenta} + \underbrace{\Delta U_{\substack{acqua\\ spostata}}}_{diminuisce} = mg\frac{2}{3}h - \left(\rho_a \frac{2}{3} h\pi R^2\right) g \frac{h}{3}$$

Problema 2. La mola (o smerigliatrice) è un utensile abrasivo a forma di disco costituito da una massa di granelli durissimi e taglienti, tenuti assieme da un cemento. Si consideri una mola di raggio R=75 mm, massa M= 840 g e densità uniforme, che opera a una velocità periferica massima v_{max}=33 m/s.

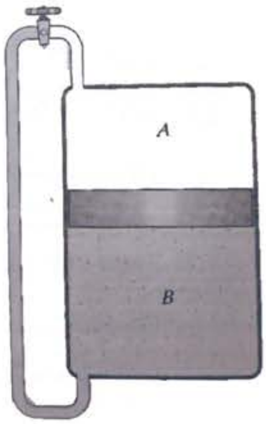
(a) Calcolare il valore numerico del momento di inerzia della mola rispetto al suo asse assumendo che la mola sia un disco uniforme.

$$I = \int_V r^2 \rho \, dV = \int_0^R \rho r^2 \, 2\pi r h \, dr = \rho 2\pi h \int_0^R r^3 dr$$

(b) Supponendo di applicare alla mola un momento costante di modulo $\tau_z = 1.8$ Nm rispetto al suo asse, determinare quanto tempo impiega per raggiungere la sua velocità massima di operazione partendo da ferma.

(c) Trovare l'aumento complessivo di temperatura della mola al termine di un'operazione di frenamento, assumendo che, una volta raggiunta la velocità massima, agiscano solo forze e momenti dissipativi che la fermino, che non ci siano altri scambi energetici fra mola e ambiente circostante. Il calore specifico della mola è pari a 890 $JK^{-1}Kg^{-1}$.

Problema 3. Un recipiente cilindrico di altezza $h = 120\ cm$ e superficie di base $S = 100\ cm^2$ è diviso in due parti A e B da un pistone scorrevole verticalmente senza attrito, di massa $m = 15.0\ kg$ e spessore $d = 20.0\ cm$. Le due parti A e B sono collegate attraverso un tubicino esterno al recipiente, di volume trascurabile e munito di un rubinetto inizialmente chiuso (stato termodinamico "i").



In A c'è il vuoto, mentre in B vi sono $n = 5.00 \cdot 10^{-2}\ mol$ di un gas perfetto monoatomico alla temperatura ambiente di $T_0 = 300\ K$.

a) Si calcoli la pressione a cui è sottoposto il gas perfetto contenuto nella parte B.

b) Si calcolino i volumi V_A e V_B delle parti A e B [attenzione: bisogna tenere conto anche del volume del pistone].

Si apre il rubinetto in maniera tale da far scendere il pistone molto lentamente, a temperatura costante, e si lascia così aperto fino a quando il pistone raggiunge il fondo del recipiente (stato termodinamico "f").

c) L'operazione può considerarsi reversibile? Si giustifichi la risposta, tenendo conto che inizialmente nella parte A vi era il vuoto.

Essendoci inizialmente il vuoto in A, il gas si espande liberamente. Non bisogna farsi ingannare dal fatto che il processo avviene lentamente

d) Si calcoli la variazione di entropia subita dal gas fra lo stato iniziale "i" e finale "f" e specificare la trasformazione scelta per il calcolo.

Attenzione, bisogna usare una trasformazione reversibile che porti il sistema dallo stato "i" allo stato "f"