



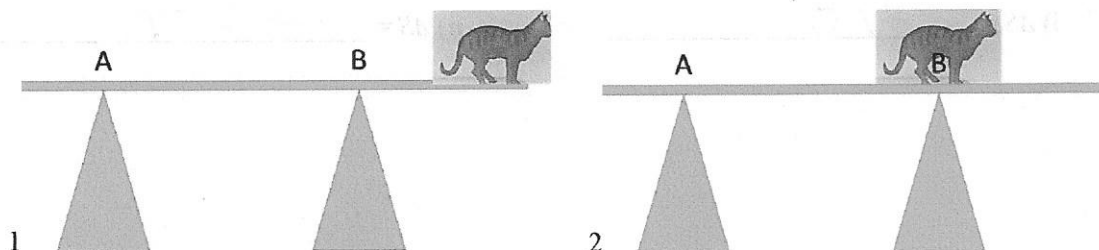
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE
Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie Biologiche
A.A. 2019/2020 – Corso di Fisica
I Prova Scritta – Appello Estivo - 10.06.2020

PROVA SCRITTA A DISTANZA CON SORVEGLIANZA DA REMOTO
(3 problemi, 10/30 per problema + 2/30 bonus)
Tempo a disposizione: 2 h

Cognome RIGON Nome LUIGI

Istruzioni: I problemi vanno dapprima svolti per esteso nei fogli protocollo a quadretti. Successivamente, per ciascuna domanda, si richiede di riportare negli appositi spazi su questo foglio:

- (ove possibile) la grandezza incognita richiesta espressa simbolicamente in funzione delle grandezze date, e
 - il corrispondente risultato numerico, con il corretto numero di cifre significative e le unità di misura appropriate
- 1) Un gatto cammina lungo una tavola uniforme, che è lunga $l = 7d = 2.8$ m ed ha una massa $M = 6.0$ kg. La tavola è sostenuta da due cavalletti, A e B. A dista $d = 0.40$ m dal margine sinistro della tavola, mentre B dista $2d = 0.80$ m dal margine destro. Quando il gatto raggiunge l'estremità destra della tavola (figura 1), la tavola comincia a sollevarsi dal cavalletto A. Calcolare:



a) La massa m del gatto

i) $m = \underline{\frac{3}{4} M}$

ii) $m = \underline{4,5 \text{ kg}}$

Successivamente, il gatto torna sui suoi passi e si ferma esattamente sopra il cavalletto B (figura 2). In questa configurazione, calcolare:

b) La forza F_A esercitata dal cavalletto A sull'asse:

i) $F_A = \underline{\frac{3}{8} Mg \uparrow}$

ii) $F_A = \underline{2,2 \text{ N (verso l'alto)}}$

c) La forza F_B esercitata dal cavalletto B sull'asse:

i) $F_B = \underline{\frac{11}{8} Mg \uparrow}$

ii) $F_B = \underline{80,8 \text{ N (verso l'alto)}}$

- 2) Un liquido incompressibile e di viscosità trascurabile fluisce con flusso stazionario entro un tubo orizzontale di raggio $r_1 = 1.0$ cm. Il tubo compie una curva, sale lungo un tratto verticale (ancora di raggio r_1) per un dislivello $h = 10$ m, e ritorna poi orizzontale, aumentando il raggio a $r_2 = 2.0$ cm. Si determini la portata in volume Q che mantiene uguali le pressioni del liquido nei due tratti orizzontali.

i) $Q = \pi r_2^2 \sqrt{\frac{2}{15} gh}$ ii) $Q = 4.5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$

- 3) Una quantità $n = 2.20$ mol di gas perfetto si espande isotermicamente e reversibilmente alla temperatura $t = 105$ °C, fino ad occupare un volume finale V_f triplo di quello iniziale V_i . La pressione iniziale è $p_i = 1.80$ atm.

- a) Quanto vale il volume finale?

i) $V_f = 3 \frac{nRT}{p_i}$ ii) $V_f = 0.114 \text{ m}^3$

- b) Quanta energia viene ceduta al gas sotto forma di calore Q ?

i) $Q = nRT \ln 3$ ii) $Q = 7.60 \text{ kJ}$

- c) Quanto vale la variazione di entropia ΔS del gas?

i) $\Delta S = Q/T$ ii) $\Delta S = 20.1 \text{ J/K}$

- 2) Un liquido incompressibile e di viscosità trascurabile fluisce con flusso stazionario entro un tubo orizzontale di raggio $r_1 = 1.0$ cm. Il tubo compie una curva, sale lungo un tratto verticale (ancora di raggio r_1) per un dislivello $h = 10$ m, e ritorna poi orizzontale, aumentando il raggio a $r_2 = 2.0$ cm. Si determini la portata in volume Q che mantiene uguali le pressioni del liquido nei due tratti orizzontali.

i) $Q = \pi r_2^2 \sqrt{\frac{2}{15} gh}$ ii) $Q = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$

- 3) Una quantità $n = 2.00$ mol di gas perfetto si espande isotermicamente e reversibilmente alla temperatura $t = 80.0$ °C, fino ad occupare un volume finale V_f triplo di quello iniziale V_i . La pressione iniziale è $p_i = 1.30$ atm.

- a) Quanto vale il volume finale?

i) $V_f = 3 \frac{nRT}{P_i}$ ii) $V_f = 0,134 \text{ m}^3$

- b) Quanta energia viene ceduta al gas sotto forma di calore Q ?

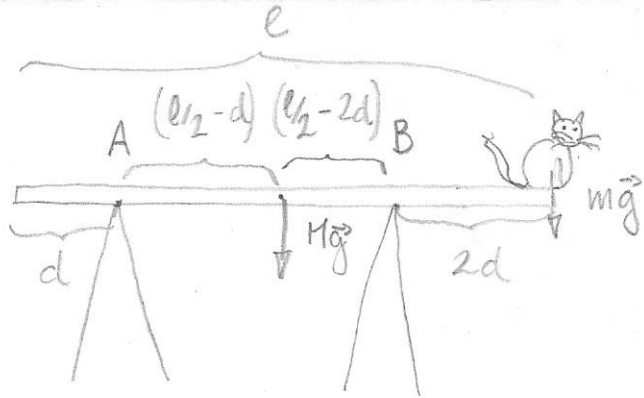
i) $Q = nRT \ln 3$ ii) $Q = 6,45 \text{ kJ}$

- c) Quanto vale la variazione di entropia ΔS del gas?

i) $\Delta S = Q/T$ ii) $\Delta S = 18,3 \text{ J/K}$

①

a)



	A	B	
$l =$	2,8 m	3,5 m	$= 7d$
$d =$	0,40 m	0,50 m	
$M =$	6,0 kg	7,5 kg	

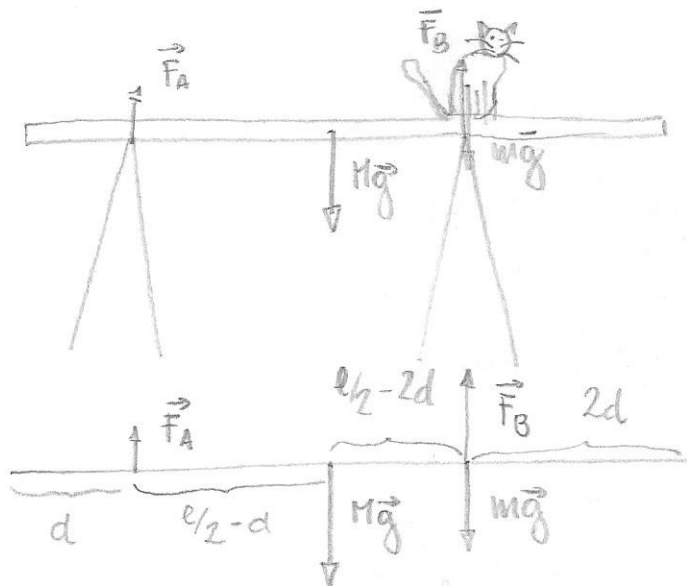
In questa configurazione "la tavola comincia a sollevarsi dal cavalletto A". Questo significa che il cavalletto A non esercita alcuna forza sulla tavola. In altre parole, il sistema gratto/tavola è in equilibrio sul solo cavalletto B imponendo nullo il momento totale delle forze rispetto a B:

$$Mg \left(\frac{l}{2} - 2d \right) = mg \cdot 2d$$

$$M \left(\frac{7}{2} - 2 \right) d = 2md$$

$$M \frac{3}{2} = 2m \quad m = \frac{3}{4} M = \begin{cases} A & \frac{3}{4} \cdot 6,0 \text{ kg} = 4,5 \text{ kg} \\ B & \frac{3}{4} \cdot 7,5 \text{ kg} = 5,6 \text{ kg} \end{cases}$$

b)



Devo trovare due equazioni indipendenti che includano F_A e F_B .

Ad esempio

1) Equilibrio traslazionale $\left\{ \begin{aligned} F_A + F_B &= (M+m)g \end{aligned} \right.$

2) Equilibrio rotazionale risp. B $\left\{ \begin{aligned} F_A (l - 3d) &= Mg \left(\frac{l}{2} - 2d \right) \end{aligned} \right.$

$$\left\{ \begin{aligned} F_A \cdot 4d &= Mg \left(\frac{7}{2} - 2 \right) d \\ F_A &= \frac{1}{4} Mg \cdot \frac{3}{2} \end{aligned} \right. \quad \left\{ \begin{aligned} F_B &= Mg + mg - \frac{3}{8} Mg \\ F_A &= \frac{3}{8} Mg \end{aligned} \right.$$

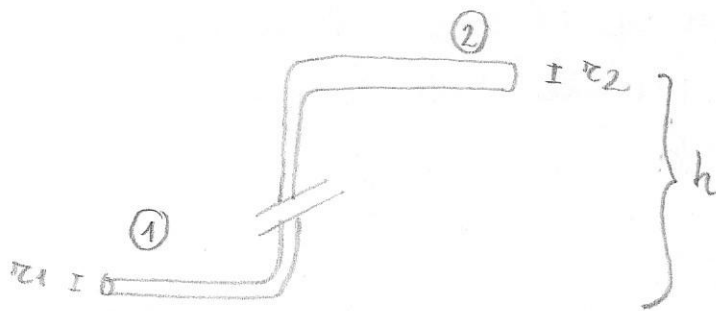
$$\begin{cases} F_B = \frac{5}{8} Mg + mg = \left(\frac{5}{8} M + m\right) g = \left(\frac{5}{8} M + \frac{3}{4} M\right) g = \frac{11}{8} Mg \\ F_A = \frac{3}{8} Mg \end{cases}$$

da a)

$$F_B = \begin{cases} A & \frac{11}{8} 6,0 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 80,8 \text{ N} \\ B & \frac{11}{8} 7,5 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 101 \text{ N} \end{cases}$$

$$F_A = \begin{cases} A & \frac{3}{8} 6,0 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 22 \text{ N} \\ B & \frac{3}{8} 7,5 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 28 \text{ N} \end{cases}$$

②



$$r_1 = 1,0 \text{ cm}$$

$$r_2 = 2r_1 = 2,0 \text{ cm}$$

$$h = 10 \text{ m}$$

Le ipotesi permettono di applicare il teorema di Bernoulli tra il punto ① ed il punto ②:

$$p_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = p_2 + \rho g h + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

molte per la continuità del flusso:

$$v_1 A_1 = v_2 A_2$$

$$v_1 \pi r_1^2 = v_2 \pi r_2^2 = 4 v_2 r_1^2$$

$$v_1 = 4 v_2$$

Da cui:

$$p_1 + \frac{1}{2} \rho 16 v_2^2 = p_2 + \rho g h + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

Affinché $p_1 = p_2$ deve essere quindi:

$$\frac{1}{2} \rho 16 v_2^2 = \rho g h + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

$$\frac{1}{2} \rho 15 v_2^2 = \rho g h$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{2}{15} g h} = \sqrt{\frac{2}{15} 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 10 \text{ m}} = 3,6 \text{ m/s}$$

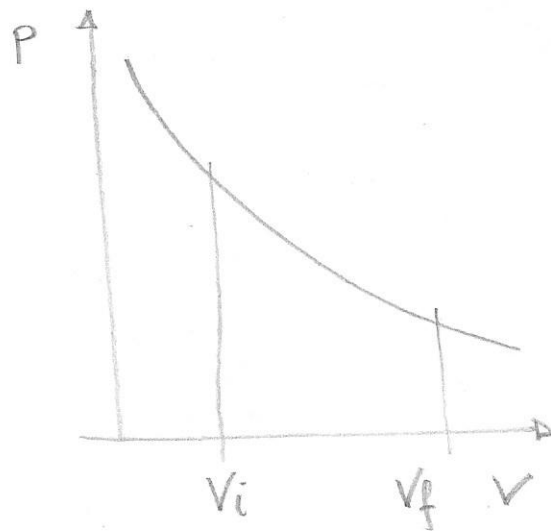
Ed infine $Q = \pi r_2^2 v_2 = \pi 4,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot 3,6 \text{ m/s} = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$

③

	A	B
n	$2,20 \text{ mol}$	$2,00 \text{ mol}$
t	$105 \text{ }^\circ\text{C}$	$80,0 \text{ }^\circ\text{C}$
p_i	$1,80 \text{ atm}$	$1,30 \text{ atm}$

$$V_f = 3V_i$$

$$p_f = \frac{1}{3}V_i$$



a) Trovo V_i da $p_i V_i = nRT$ e uso $V_f = 3V_i$

$$A \begin{cases} p_i = 1,80 \text{ atm} = 182\,340 \text{ Pa} \\ T = 105 \text{ }^\circ\text{C} = 378 \text{ K} \end{cases}$$

$$B \begin{cases} p_i = 1,30 \text{ atm} = 131\,690 \text{ Pa} \\ T = 80 \text{ }^\circ\text{C} = 353 \text{ K} \end{cases}$$

$$V_f = 3V_i = \frac{3nRT}{p_i} = \begin{cases} A \left\{ \frac{3 \cdot 2,20 \text{ mol} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \cdot 378 \text{ K}}{182\,340 \text{ Pa}} = 0,114 \text{ m}^3 \right. \\ B \left\{ \frac{3 \cdot 2,00 \text{ mol} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \cdot 353 \text{ K}}{131\,690 \text{ Pa}} = 0,134 \text{ m}^3 \right. \end{cases}$$

b) $Q = -L = \int_{V_i}^{V_f} p dV$ (per il I principio con $\Delta E_{int} = 0$)

$$Q = \int_{V_i}^{V_f} p dV = \int_{V_i}^{V_f} \frac{nRT}{V} dV = nRT \int_{V_i}^{V_f} \frac{1}{V} dV = nRT \ln \left(\frac{V_f}{V_i} \right) = 3$$

$$= nRT \ln 3 = \begin{cases} A \left\{ 2,20 \text{ mol} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \cdot 378 \text{ K} \cdot \ln 3 = 7,60 \text{ kJ} \right. \\ B \left\{ 2,00 \text{ mol} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \cdot 353 \text{ K} \cdot \ln 3 = 6,45 \text{ kJ} \right. \end{cases}$$

c) Per le trasformazioni isoterme reversibili:

$$\Delta S = \frac{Q_{rev}}{T} = \begin{cases} A \left\{ \frac{7,60 \text{ kJ}}{378 \text{ K}} = 20,1 \frac{\text{J}}{\text{K}} \right. \\ B \left\{ \frac{6,45 \text{ kJ}}{353 \text{ K}} = 18,3 \frac{\text{J}}{\text{K}} \right. \end{cases}$$