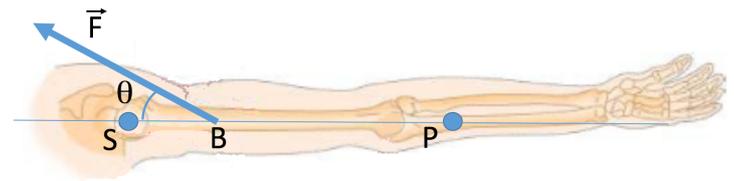
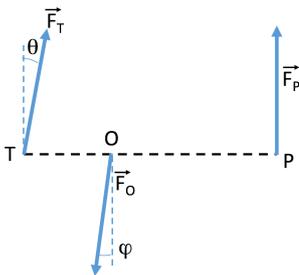


1) Il muscolo deltoide che tiene sollevato il braccio in posizione orizzontale è fissato nel punto B distante $d = 12$ cm dall'articolazione S della spalla. Il baricentro del braccio, che pesa 35 N, è nel punto P distante $D = 24$ cm dall'articolazione. Calcolare in condizioni di equilibrio:

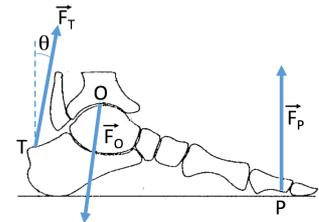


- la forza esercitata dal muscolo sapendo che è inclinata di $14,5^\circ$ rispetto al braccio disteso orizzontalmente
- la forza (e l'angolo) esercitata dall'articolazione sull'avambraccio.

2) Si consideri un uomo di peso $F_p = 700$ N in equilibrio su un solo piede mentre sta per alzare il calcagno. In questa condizione: 1) il peso del corpo dell'uomo grava sulla punta del piede; 2) la forza applicata dal tendine di Achille sul calcagno forma con la verticale un angolo $\theta = 7^\circ$; 3) la tibia esercita in O una forza inclinata di un angolo φ rispetto alla verticale.



Determinare il valore di φ assumendo per semplicità, come nello schema, che i punti T, O e P siano allineati orizzontalmente e che $TO = d = \frac{1}{2} OP$.

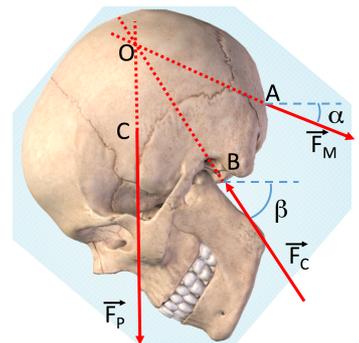


3) Quando la testa è inclinata in avanti nella posizione riportata in figura, oltre al suo peso $F_p = 50$ N applicato in C, agiscono:

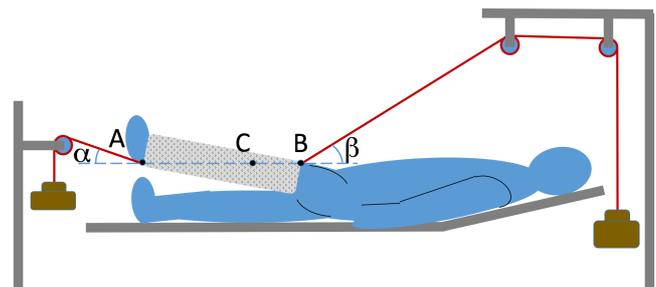
- in A la risultante F_M delle forze muscolari che forma un angolo $\alpha = 30^\circ$ rispetto al piano orizzontale
- in B la reazione vincolare F_C esercitata dalla prima vertebra cervicale e formante un angolo $\beta = 60^\circ$ rispetto al piano orizzontale.

Le rette di azione delle tre forze si incontrano in O.

Determinare le intensità delle forze quando la testa è ferma nella posizione indicata.



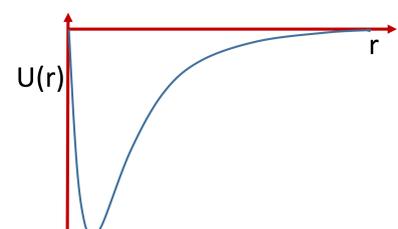
4) Nel sistema di sospensione schematizzato in figura sono allineati orizzontalmente: il punto A al quale è collegato tramite un filo il peso P_A ; il punto B al quale è collegato il peso P_B ; il baricentro C della gamba ($P_C = 300$ N). Detta d la distanza fra i punti A e B, la distanza AC è pari a $\frac{2}{3} d$; l'angolo che il filo in B forma con l'orizzontale è $\beta = 45^\circ$. Determinare:



- le tensioni T_A e T_B nei cavi
- i pesi P_A e P_B
- l'angolo α che il cavo in A forma con l'orizzontale, in modo che la gamba rimanga in equilibrio nella posizione mostrata.

5) L'energia potenziale dovuta alle forze di van der Waals fra due molecole distanti r può essere espressa come $U(r) = k \left[\left(\frac{r_0}{r+r_0} \right)^{12} - \left(\frac{r_0}{r+r_0} \right)^6 \right]$ (Lennard-Jones).

Determinare la distanza di equilibrio e quella in cui è massima la forza attrattiva.



6) Un punto materiale di massa $m = 100$ g, legato ad una molla, si muove lungo una traiettoria rettilinea con la legge oraria: $x(t) = x_0 \cos(\omega t)$, dove $x_0 = 10$ cm e $\omega = 10$ rad/s. Calcolare: 1) il periodo di oscillazione, 2) la velocità massima durante l'oscillazione, 3) la costante elastica k della molla, 4) l'energia meccanica del sistema.

7) Un nuotatore vuole attraversare un fiume largo 300 m nuotando, a velocità costante, trasversalmente alla corrente. Dopo 5 minuti arriva sull'altra sponda ma in punto distante 150 m. Calcolare:

- 1) le velocità del nuotatore e del fiume;
- 2) lo spostamento del nuotatore rispetto a un osservatore fermo sulla riva.

8) Si immagini una gara di nuoto su un fiume con le corsie, lunghe 50 m, disposte parallelamente alla corrente. Il fiume ha una velocità di 1 m/s. Calcolare il tempo che farà un centometrista sul fiume nuotando alla stessa velocità che in una piscina gli avrebbe consentito di coprire la stessa distanza in un minuto.

9) Un paracadutista di massa 80 kg apre il paracadute quando la sua velocità è di 40 m/s e, dopo essere sceso ancora di alcune decine di metri, assume la velocità di regime di 5 m/s. Determinare valore e verso dell'accelerazione alla quale è sottoposto al momento dell'apertura del paracadute

10) Un cannoncino di massa 20 kg, posto su un piano orizzontale liscio, spara un proiettile di 50 g con una inclinazione di 30° rispetto alla verticale. Sapendo che il proiettile acquista una energia cinetica di 1000 J calcolare: 1) la velocità del cannoncino dopo lo sparo; 2) l'energia prodotta dalla polvere da sparo.

11) Un oggetto di massa $m = 18$ g viene lanciato con velocità $v_0 = 10$ m/s, su un piano orizzontale liscio, contro un altro oggetto identico inizialmente fermo e fissato a una molla di costante elastica $k = 50$ N/m. Dopo l'urto completamente anelastico l'oggetto continua a rallentare. Calcolare la compressione della molla quando la velocità è ridotta a $v_0/3$.

12) Si assuma che la forza di resistenza dell'aria che agisce su paracadutista (peso lordo 1 kN) sia proporzionale alla velocità tramite la costante di proporzionalità b . Trovare il valore di b affinché la velocità di impatto al suolo sia pari a quella con cui arriverebbe a terra da un salto in caduta libera dall'altezza di 2 metri.

13) Una sfera omogenea di volume $V = 250$ cm³ e densità ρ è trattenuta, completamente immersa nell'acqua di un grande recipiente, da un filo ancorato sul fondo. La tensione del filo è $T = 2$ N. Quando il filo viene tagliato la sfera emerge rimanendo, all'equilibrio, parzialmente immersa. Determinare la frazione di volume emergente.

14) Una sfera di alluminio ($\rho = 2700$ kg/m³) di raggio $R = 4$ cm ha all'interno una cavità concentrica (guscio sferico) che occupa un volume di 0,1 litri. La sfera viene posta in un recipiente molto largo contenente acqua per una altezza di 20 cm. Calcolare, raggiunto l'equilibrio, le componenti e la risultante delle forze applicate alla sfera.

15) un recipiente cilindrico di sezione $S = 0,1$ m² contiene una certa quantità di acqua il cui livello si innalza di $h = 2$ mm quando si immerge in esso una sfera con una cavità pari a $1/5$ del suo volume. Determinare la massa della sfera sapendo che all'equilibrio rimane immersa solo parzialmente.

16) Una sfera di rame (8900 kg/m^3) galleggia sul mercurio (13600 kg/m^3) lasciando emersi $5/6$ della sfera. 1) verificare se la sfera è piena o cava 2) se la sfera risulta cava (solo in questo caso) determinare la percentuale di volume della cavità rispetto al volume totale.

17) Durante una espansione adiabatica irreversibile due moli di gas perfetto monoatomico dimezzano la temperatura. Sapendo che la trasformazione ha comportato un incremento di entropia di 6 J/K determinare il rapporto fra il volume finale del gas e quello iniziale.

18) Una scatola rigida contiene del gas, non noto ma approssimabile come perfetto, a temperatura $T = 280 \text{ K}$ e pressione $p = 100 \text{ kPa}$. Il gas viene riscaldato fornendogli 20 joule al secondo finché la scatola non esplode nel momento in cui la pressione interna diventa pari a 140 kPa .

Sapendo che la capacità termica del gas durante il riscaldamento vale 25 J/K , calcolare: 1) la temperatura del gas al momento dello scoppio; 2) dopo quanto tempo avviene lo scoppio.

19) Un gas ideale compie un ciclo passando in sequenza per gli stati di equilibrio A, B, C, D.
AB: trasformazione in cui il gas si espande in seguito a un brusco dimezzamento della pressione esterna mantenendo il contatto con una sorgente a temperatura $T_2 = 900 \text{ K}$;
BC: espansione adiabatica reversibile fino a raggiungere la temperatura $T_1 = 300 \text{ K}$
CD: trasformazione in cui il gas, mantenendo il contatto con una sorgente a temperatura T_1 , si contrae in seguito a un brusco raddoppio della pressione esterna;
DA: compressione adiabatica reversibile al termine della quale il gas torna alla temperatura T_2

1) disegnare approssimativamente il ciclo nel piano di Clapeyron

2) determinare il rendimento del ciclo

3) determinare il rapporto fra il rendimento di questo ciclo e quello di Carnot operante con le stesse sorgenti

{durante le due isoterme irreversibili la pressione esterna rimane costante}

20) Il motore di un generatore elettrico di emergenza che deve erogare 20 kW alla frequenza di rete 50 Hz è costituito da una macchina termica che opera fra 800 K e la temperatura ambiente (300 K) con un rendimento del 60% di quello teorico massimo. Supponendo un'efficienza complessiva dell' 80% nei processi di combustione, generazione dell'elettricità e per perdite dovute agli attriti, quanti litri di gasolio (potere calorifico di 36 MJ/litro) deve contenere come minimo il serbatoio per garantire 24 ore di funzionamento?

- 1) x: $F \cos \theta + R_x = 0$; y: $F \sin \theta + R_y - p = 0$; z (polo in S): $F d \sin \theta - D p = 0$
- 2) $F_T \sin \theta = F_0 \sin \varphi$; $F_T \cos \theta + p = F_0 \cos \varphi$; $F_T d \cos \theta = 2 d p \rightarrow \operatorname{tg} \varphi = 2/3 \operatorname{tg} \theta \rightarrow \varphi = 4,7^\circ$
- 3) x: $-F_C \cos \beta + F_M \cos \alpha = 0$; y: $-F_C \sin \beta - F_P + F_M \sin \alpha = 0 \rightarrow F_M = F_P$; $F_C = \sqrt{3} F_P$
- 4) x: $P_A \cos \alpha = P_B \cos \beta$; y: $P_A \sin \alpha + P_B \sin \beta = P_C$; z (polo in C): $P_A 2/3 d \sin \alpha = P_B 1/3 d \sin \beta$
 $P_A = 224 \text{ N}$; $P_B = 283 \text{ N}$; $\alpha = 26,6^\circ$
- 5) $F(r) = -dU/dr \rightarrow F(r_e) = r_0 (2^{1/6} - 1) = 0,122 r_0$;
 $dF/dr = 0$ se calcolata in $r = r_{\text{MAX}} \rightarrow r_{\text{MAX}} = r_0 [(26/7)^{1/6} - 1] = 0,244 r_0$
- 6) $T = 2\pi/\omega$; $v_{\text{MAX}} = x_0 \omega$; $k = \omega^2 m$; $E = \frac{1}{2} m v_{\text{MAX}}^2 = \frac{1}{2} k x_0^2$
- 7) 1 m/s ; $0,5 \text{ m/s}$; $150\sqrt{5} \text{ m}$
- 8) $t = 50/(v-v_f) + 50/(v+v_f)$; $t = 1500/16 = 94 \text{ s}$
- 9) $m a_0 = m g - b v_0$; $0 = m g - b v_L$; $a_0 = g (1 - v_0/v_L)$
- 10) $m v \sin \theta = M V$; $K = \frac{1}{2} m v^2$; $V = 0,25 \text{ m/s}$; $E = \frac{1}{2} M V^2 + K = 1000,6 \text{ J}$
- 11) $\Delta x = 10 \text{ cm}$: $\frac{1}{2} 2m (v_0/2)^2 - \frac{1}{2} 2m (v_0/3)^2 = \frac{1}{2} k \Delta x^2$
- 12) $v = \sqrt{(2gh)} = p/b \rightarrow b = 160 \text{ kg/s}$
- 13) $\rho V g - \rho_0 V g - T = 0 \rightarrow \rho = \rho_0 - T/(Vg) = 184 \text{ kg/m}^3$; $\rho V g - \rho_0 V_{\text{im}} g = 0 \rightarrow V_{\text{im}} = V \rho / \rho_0 \rightarrow V_e/V = 0,82$
- 14) $mg = \rho (4/3 \pi R^3 - V_c) g = 4,5 \text{ N}$; $F_{\text{archMAX}} = \rho V g = 2,5 \text{ N} \rightarrow \text{AFFONDA} \rightarrow R = 2 \text{ N}$
- 15) il dislivello è dovuto al volume della parte immersa. La massa dell'oggetto è pari a quello dell'acqua spostata $m = \rho_{\text{H}_2\text{O}} S h = 0,2 \text{ kg}$
- 16) $\rho_{\text{Cu}} (V - V_c) g = 1/6 \rho_{\text{Hg}} V g \rightarrow (V - V_c)/V = 0,254 \rightarrow V_c \neq 0$; $V_c/V = 74,5\%$
- 17) per es.: isocora $A \rightarrow C$ + isoterma $C \rightarrow B \rightarrow \Delta S = n c_v \ln(T_B/T_A) + n R \ln(V_B/V_A)$
- 18) 392 K ; 140 s
- 19) $p_A V_A = n R T_2$; $p_B V_B = n R T_2 = \frac{1}{2} p_A V_B \rightarrow V_B = 2 V_A$
 $p_C V_C = n R T_1$; $p_D V_D = n R T_1 = 2 p_C V_D \rightarrow V_C = 2 V_D$
 $L_{AB} = Q_{AB} = p_{\text{ext}1} (V_B - V_A) = p_B V_A = \frac{1}{2} p_A V_A = \frac{1}{2} n R T_2 > 0$
 $L_{CD} = Q_{CD} = p_{\text{ext}2} (V_C - V_D) = -p_D V_D = -n R T_1 < 0$
 $\eta = 1 + Q_{CD}/Q_{AB} = 1 - n R T_1 / (\frac{1}{2} n R T_2) = 1 - 2 T_1 / T_2 = 1/3$; $\eta^* = 1 - 1/3 = 2/3$; $\varepsilon = 50\%$
- 20) $\eta = 0,6$ $\eta_c = 0,6 (1 - 3/8)$; $Q_2 = (20 \text{ kW} \times 24 \times 3600) / \eta$; $V = Q_2 / (0,8 \times 36 \text{ MJ/L}) = 160 \text{ L}$