FORMULE BIOMECCANICA:

1- $\eta = \frac{\sigma \dot{\varepsilon}}{E}$ (SMORZATORE COME VARIA IN FUNZ. DEL TEMPO)

2- $av + Fv = b(F_0 - F)$ (EQU. DI HILL) → DA CUI DERIVANDO → $P_{MAX} \rightarrow F = \frac{1}{3}F_0 \rightarrow P_{MAX} = \frac{1}{3}F_0 v$

→ $v_{MAX} = \frac{bF_0}{a}$ CON $a = 0{,}28F_0$ $F = 0$

3- $PCSA = \frac{\text{FORZA}}{\text{FORZA SPECIFICA}}$ CON FORZA SPECIFICA $= 30 \div 40$ N/cm^2 (VALORE FISSO COMPRESO IN QUESTO RANGE)

4- $Y = aM^b$ (FORMULA ALLOMETRIA) → SERVE PER:
- BATTITO CARDIACO ($b = -1/4$)
- METABOLISMO ($b = 3/4$)
- NUMERO DI CELLULE ($b = 1$)

master COPY

5- $E_{CINETICA} = E_{ROTTURA} \cdot V_{OLUME\ FILO}$ CON $E_{ROTTURA} = \frac{\sigma_{ROT}}{\varepsilon_{ROT}}$ = AREA SOTTESA DAL GRAFICO (CON APPROSSIMAZIONE A SOLIDO NOTO)

$E_{DEFORM.} = \sigma_1 \varepsilon_1 V_1$

SI VALUTA QUANDO SI VUOLE IL PESO (m) PER ROMPERE IL FILO

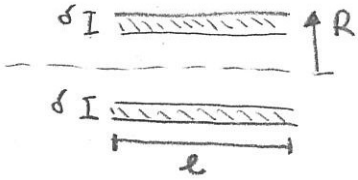
master COPY COPISTERIA

6- LAVORO = $\Delta P \cdot$ VOLUME

POTENZA = $\frac{\text{LAVORO}}{s}$ $\left[1\,W = 1\,\frac{J}{s}\right]$

7- $V_{PLASMA\ SKIMMING} = \pi (d/2)^2 l - \pi (d/2 - \delta)^2 l$

$V_{SANGUE} = \pi (d/2 - \delta)^2 l$



8- $Q_{AORTA} = \sum_{i=1}^{NC} Q_i = N_C Q_{CAP}$

DENSITÀ CAPILLARI $= \frac{N_C}{\text{VOLUME STANDARD IN } cm^3}$

LUNGHEZZA VASI $= N_C \cdot l_{CAP}$

$v_{CAP} = 1\ mm/s$

$l_{CAP} = 1\ mm$

$r_{CAP} = 1\ \mu m$

$1l = 1kg = 1\,dm^3 = 10^3\,cm^3$

9- $\mu_{APP} = \frac{\mu_p}{1 - \left(1 - \frac{\sigma}{R}\right)^4 \left(1 - \frac{Ht_0}{Ht_C}\right)}$ [μ_{APP} FAHRAEUS LINDQVIST]

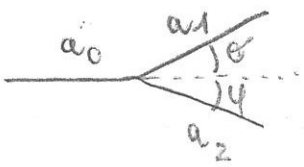
master COPY

10- $PCSA = N°\ FIBRE \cdot A_{FIBRA} = N_f \cdot a_f \rightarrow N_f \cdot \frac{V_{MUSCOLO}}{N_f \cdot l_m} \Rightarrow PCSA = \frac{V_{MUSCOLO}}{l_{MUSCOLO}}$

PCSA = PHYSIOLOGICAL CROSS SECTION AREA $[cm^2]$

11- $\cos\theta \cong \frac{a_0^4 - a_1^4 + a_1^4}{2a_0^2 a_2^2}$

$\cos\varphi \cong \frac{a_0^4 - a_1^4 + a_2^4}{2a_0^2 a_1^2}$

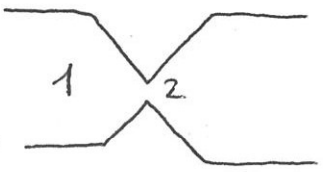


12 – LEGGE DI MURRAY: $a_0^3 = a_1^3 + a_2^3 \rightarrow a_1^3 = \frac{a_0^3}{2} \xrightarrow[N \text{ PASSI}]{} a_N^3 = \frac{a_0^3}{2^N}$

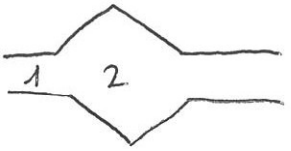
N° DI VASI: $2^N = \frac{a_0^3}{a_N^3}$ N° DI BIFORCAZIONI: $N = \ln_2\left(\frac{a_0^3}{a_N^3}\right)$

13 – EQV. DI CONTINUITÀ: $Q_1 = Q_2 \rightarrow v_1 A_1 = v_2 A_2$

EQV. DI BERNOULLI: $P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h$



STENOSI: $v_1 < v_2$, $A_1 > A_2$



ANEURISMA: $v_1 > v_2$, $A_1 < A_2$

14 – $\sigma = \frac{\Delta P \, r}{h} = E\varepsilon = E\frac{\Delta l}{l} = E\frac{\Delta r}{r}$

15 – $VES = \frac{2}{9}\frac{a^2}{\mu}\gamma(\rho_{ROUL} - \rho_{PLASMA})$

$\frac{4}{3}\pi a^3 = \pi (l/2)^2 h \rightarrow a = \sqrt[3]{\frac{3(l/2)^2 h}{4}}$

$\rho_{ROUL} = 1{,}2\ g/cm^3$

$\rho_{PL} = 1\ g/cm^3$

$\mu_{SANGUE} = 4\,cP = 0{,}4 \cdot 10^{-2}\ Pa \cdot s$

$\gamma = 9{,}8\ m/s^2$

16 – $\tau_{WALL} = -\frac{dP}{dx} \cdot \frac{R}{2} \rightarrow Q = -\frac{dP}{dx}\frac{\pi R^4}{8\mu}$

$\tau_{WALL} = \frac{4Q\mu}{\pi R^3} \xrightarrow{Q = vA = v \cdot \pi R^2} \tau_{WALL} = \frac{4\mu \pi R^2 v}{\pi R^3} \rightarrow \tau_{WALL} = \frac{4\mu v}{R}$

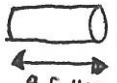
17 – TEMPO CARATTERISTICO: $\tau = \eta / E$ (IN UN MODELLO DI MAXWELL O VOIGT)

18 – PERCENTUALE DI CALORE DISSIPATO? SE ↑T DI 1°C IN 1000 CICLI: $\sigma \varepsilon V = c \rho \Delta T V \rightarrow E = \rho c \Delta T \rightarrow$ E PER AUMENTO CON $\Delta T = 1°$

E PER 1000 CICLI CON $\Delta T = 1000$

19 – $E_{ELASTICA} = mgh = \sigma \varepsilon V_{OL}$ (2 FORMULE PER $E_{ELASTICA}$)

h PUÒ ESSERE VISTO COME SALTO DA UN CERTO PUNTO → LIMITE MAX DI SALTO È h_{MAX}!

20 – VALORI GLOBULO ROSSO: ≡  2,5 μm, 8,5 μm $V = \pi R^2 \cdot l$

FORMA BICONCAVA → AUMENTA L'AREA SUP., AUMENTA LA POSSIBILITÀ DI LEGARE O_2, RENDE IL GR DEFORMABILE E INCOMPRIMIBILE

21 – COMPLIANCE: $C = \frac{\Delta R}{R} \cdot \frac{1}{\Delta P}$; $\sigma = \frac{\Delta P \cdot R}{h} \rightarrow E = \frac{\Delta P \cdot R^2}{\Delta R \cdot h}$

22 – PERMEABILITÀ (LEGGE DI MURRAY): $Q = -K\frac{dP}{dx}A \rightarrow Q = vA = -K\frac{dP}{dx}A \rightarrow K = -\frac{v\,dx}{dP}$

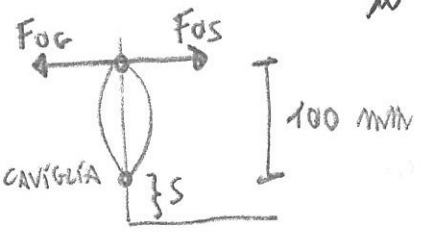
23 - POTENZA DISSIPATA: $P_{OT} = Q^2 \cdot \sum_{K=0}^{N} \frac{8\mu L K}{\pi N_K R^4_K}$

24 - ENERGIA VISCOSA DISSIPATA: $E_{N\ VISCOSA} = \frac{\gamma^2}{\mu} V_{OL} \cdot \Delta$ CON $\frac{\gamma^2}{\mu} = \left(\frac{4Q\mu}{\pi R^3}\right)^2 \cdot \frac{1}{\mu}$

25 - $M_{ISO\ MAX} = d(F_{OS} - F_{OG})$

$S_{TIPICA} = 7{,}5\ cm$ (MISURA REALE)

$l_{MAX} = \frac{(F_{OS} - F_{OG})\Delta S}{m g}$



master COPY

26 - $R_{VASCOLARE} = \frac{\Delta P}{Q}$

27 - VASI AD UN LIVELLO: $l = 2^{N-l}$ $N = 36$ (N° BIFORCAZIONI SIMMETRICHE)

VASI AL 5° LIVELLO: $\#VASI = 2^{36-5} = 2^{31}$

28 - BATTITI TOTALI IN UNA VITA = $\frac{\text{BATTITI}}{\text{MINUTO}} \cdot$ MINUTI DI VITA

FREQUENZE → $b = -1/4$

& TEMPO DI VITA → $b = 1/4$

29 - $\dot{\gamma}_{WALL} = \left.\frac{d v(r)}{dr}\right|_{r=R}$ $\quad v(r) = \frac{1}{4\mu}\frac{dP}{dx}(r^2 - R^2)$

$\dot{\gamma}_{MEAN} = \frac{\int_0^R 2\pi r\, dr\, \dot{\gamma}}{\pi R^2}$ (VALORE MEDIO DA CALCOLARE SULL'AREA)

30 - $\xi = \frac{\text{RAGGIO OCCUPATO DAL FLUSSO A PISTONE}}{\text{RAGGIO TOTALE DEL TUBO}} = \frac{\gamma_{CRITICO}}{\gamma_{WALL}}$

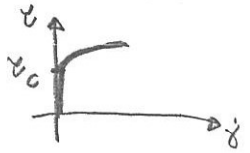
31 - $\gamma_{CRITICO} = -\frac{dP}{dx}\frac{r_c}{2}$

32 - MOLECOLE = MOLI · N° DI AVOGADRO

MOLI DI UNA SOST = $\frac{\text{GRAMMI SOSTANZA}}{PM\ (SOST)}$

CON N° DI AVOGADRO $= 6{,}023 \cdot 10^{+23}$

master COPY



33 - FLUIDO DI CASSON: $\sqrt{\tau} = \sqrt{\dot{\gamma}\mu} + \sqrt{\tau_c}$

EQN. DI POISEUILLE: $Q_{TOT} = -\frac{dP}{dx}\frac{\pi R^4}{8\mu} F(\xi)$ CON $F(\xi) = \left[1 - \frac{16}{7}\xi^{1/2} + \frac{4}{3}\xi - \frac{1}{21}\xi^4\right]$

VELOCITÁ NEL TUBO: $v_{PL} = -\frac{1}{4\mu}\frac{dP}{dx}\left[R^2 - \frac{1}{3}r_c^2 + 2r_c R - \frac{8}{3}R\sqrt{R r_c}\right]$

34 - EQN. DI CELL-FREE MARGINAL LAYER:

VELOCITÁ: $v_c = \frac{dP}{dx}\frac{1}{4}\left[\frac{r^2 - (R-\sigma)^2}{\mu_P} + \frac{(R-\sigma)^2 - R^2}{\mu_C}\right]$

$v_P = \frac{dP}{dx}\frac{1}{4\mu_P}(r^2 - R^2)$

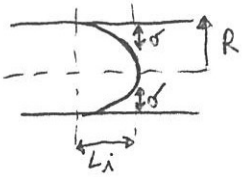
PORTATA: $Q_{TOT} = \frac{\Delta P}{L} \frac{\pi R^4}{8 \mu_{APP}}$

35 - $\ell_{PASSO} = \Delta\theta \, L$ $\quad$ $\Delta\theta$ = ANGOLO DESCRITTO DALLA GAMBA DURANTE IL MOTO

$v_{PASSO} = \frac{\Delta\theta \, L}{t}$ $\quad$ L = LUNGHEZZA GAMBA.

36 - COST FUNCTION: $a^6 = \frac{16 \mu Q^2}{\pi K}$

37 - NUMERO DI REYNOLDS: $Re = \frac{\phi \rho v}{\mu}$



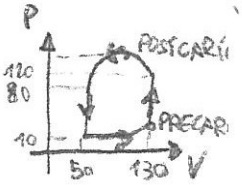
38 - LUNGHEZZA D'IMBOCCO: $L_i = K Re \cdot R_{VASO}$

39 - LEGGE DI LAPLACE: $\sigma = \frac{P_i \pi R_i - P_e \pi R_e}{h} = \frac{\Delta P \cdot R}{h}$

40 - $\mu_{APP\ FAHRAUS\ INVERSO} = \mu_{PL} \left(1 + \frac{R^2 \pi \Delta P^* H_T}{V_{GR} 8 \mu_p V_m} \right)$

41 - EFFICIENZA = $\frac{\text{POTENZA GENERATA}}{\text{POTENZA USATA}}$

42 - STOKE VOLUME = VOLUME TELEDIASTOLICO − VOLUME TELE SISTOLICO = (CORRISPONDE ALLA GITTATA CARDIACA)



master COPY COPISTERIA

DOMANDE TEORICHE BIOMECCANICA | ESERCIZI TEORICI:

1 - PERCHÉ STUDIAMO LE PROPRIETÁ REOLOGICHE DEL SANGUE?

ESSE HANNO UNA RICADUTA FONDAMENTALE SUL LAVORO FATTO DAL CUORE, IL QUALE DIPENDE DALLA VISCOSITÁ DEL SANGUE. LA VISCOSITÁ PERCIÓ É UN PARAMETRO FONDAMENTALE NELLO STUDIO DI QUESTE PROPRIETÁ.

IL CUORE INOLTRE HA 2 FUNZIONI: a) SPINGE IL FLUSSO DI SANGUE CONTRO UN GRADIENTE DI PRESSIONE. b) DEVE ASSICURARE UN FLUSSO DI SANGUE NECESSARIO ALLA VITA DELLE CELLULE.

$W = \Delta P \cdot \text{VOL. SPOSTATO}$ (LAVORO)

$\frac{W}{\pi} = \text{POTENZA} = \Delta P \frac{\text{VOL}}{\pi} = \Delta P \cdot Q_{\text{VOLUMETRICA}}$



$\Delta P = P_{\text{AORTA}} - P_{\text{VENA CAVA}} = (100 \text{ mmHg}) - 0 \text{ mmHg} \cong 100 \text{ mmHg}$

$[80,120]\text{mmHg} = \text{INTERVALLO DI VALORI } P_{\text{AORTA}}$

$100 \text{ mmHg} = P_{\text{MEDIA AORTA}}$

POTENZA

$$\frac{W}{\pi} = 100 \text{ mmHg} \cdot \frac{5l}{\text{MIN}}$$

CON $\frac{5l}{\text{MIN}}$ CHE É DATO DA: $Q_{\text{POISEUILLE}} = \frac{dP}{dx}\frac{\pi R^4}{8\mu}$

→ LE PROPRIETÁ REOLOGICHE SI UTILIZZANO SPESSO PER DESCRIVERE IL FLUSSO NEI CAPILLARI MINORI.

IL LAVORO DIPENDE DALLA VISCOSITÁ

2 - DIMOSTRARE CHE IL N° DI BATTITI TOTALI IN UNA VITA É MASSA-INDIPENDENTE:

$\text{BATTITI TOTALI} = \frac{\text{BATTITI}}{\text{MINUTO}} \cdot \text{MINUTI DI VITA}$

→ $\text{BATTITI AL MINUTO} = a M^{-1/4}$

$\text{MINUTI DI VITA} = b M^{1/4}$

FREQUENZE → $b = -\frac{1}{4}$

TEMPO DI VITA → $b = 1/4$

$\text{BATTITI TOTALI} = a M^{-1/4} \cdot b M^{1/4} = ab$

3 - DIMOSTRARE CHE PER LA MASSA OSSEA $b = 4/3$:

$\rho = \frac{\text{MASSA}}{\text{VOLUME}}$

$\text{MASSA OSSO} \propto \text{VOLUME OSSO} \propto l_{\text{OSSO}} \cdot A_{\text{OSSO}} \propto l_{\text{OSS}} \cdot (a M^{1/3})$

$\text{MASSA OSSO} \propto M \cdot (a M^{1/3}) \rightarrow \boxed{\text{MASSA OSSO} \propto M^{4/3}}$

$\propto$ = PROPORZIONALITÁ