

ds

$$1) \tau = \frac{dt}{ds} = \frac{dt}{dt} \cdot \frac{ds}{dt} = \frac{dt}{dt} \cdot \frac{1}{\frac{ds}{dt}} = \frac{1}{\dot{s}} \quad |\dot{s}| = \left(\dot{s}^2 \right)^{1/2} = \frac{2\dot{s}\ddot{s}}{2|\dot{s}|} = \frac{\dot{s}\ddot{s}}{|\dot{s}|}$$

$$2) \frac{d\tau}{dt} = \frac{d\tau}{ds} \cdot \frac{ds}{dt} = k \cdot |\dot{s}|$$

$$\frac{d\tau}{dt} = \frac{\dot{s}''|\dot{s}| - \dot{s} \frac{(\dot{s}'')^2}{|\dot{s}|}}{|\dot{s}|^2} = \frac{\dot{s}''(\dot{s})^2 - \dot{s}'(\dot{s}''\dot{s})}{|\dot{s}|^3} = \frac{[\dot{s}' \times \dot{s}'' \times \dot{s}]}{|\dot{s}|^3} = k \cdot |\dot{s}|$$

$$\frac{[\dot{s}' \times \dot{s}'' \times \dot{s}]}{|\dot{s}|^4} = k \cdot |\dot{s}| \quad |\mathbf{a} \times \mathbf{b}| = \sqrt{a^2 b^2 - (\mathbf{a} \cdot \mathbf{b})^2}$$

$$k = \frac{\sqrt{(\dot{s}')^2 (\dot{s}'')^2 - 0}}{|\dot{s}|^4} = \frac{|\dot{s}' \times \dot{s}''|}{|\dot{s}|^3} \quad \sim k = \frac{|\dot{s}' \times \dot{s}'' \times \dot{s}|}{|\dot{s}|^4} \rightarrow \dot{s} = \frac{[\dot{s}' \times \dot{s}'' \times \dot{s}]}{|\dot{s}' \times \dot{s}'' \times \dot{s}|} \quad \tau = \frac{\dot{s}}{|\dot{s}|}$$

$$3) \beta = [\tau \times \dot{s}] = \frac{1}{|\dot{s}| |\dot{s}' \times \dot{s}'' \times \dot{s}|} \cdot \frac{[\dot{s}' \times \dot{s}'] (\dot{s}')^2}{|\dot{s}' \times \dot{s}'' \times \dot{s}|} \quad \frac{[\dot{s}' \times \dot{s}']}{|\dot{s}' \times \dot{s}'' \times \dot{s}|} = \frac{[\dot{s}' \times \dot{s}']}{|\dot{s}' \times \dot{s}''|} \cdot \frac{|\dot{s}' \times \dot{s}''|}{|\dot{s}' \times \dot{s}'' \times \dot{s}|} = \frac{[\dot{s}' \times \dot{s}']}{|\dot{s}' \times \dot{s}''|} \cdot \frac{|\dot{s}' \times \dot{s}''|}{|\dot{s}' \times \dot{s}''|} = \frac{[\dot{s}' \times \dot{s}']}{|\dot{s}' \times \dot{s}''|}$$

$$4) -\gamma \dot{s} = \frac{d\beta}{ds} = \frac{d\beta}{dt} \cdot \frac{1}{|\dot{s}|}$$

$$\frac{d\beta}{dt} = \frac{[\dot{s}' \times \dot{s}'' \times \dot{s}] \times [\dot{s}' \times \dot{s}'' \times \dot{s}]}{|\dot{s}'| |\dot{s}' \times \dot{s}''|^3}$$

$$[\dot{s}' \times \dot{s}'' \times \dot{s}] \times [\dot{s}' \times \dot{s}'' \times \dot{s}] = \dot{s}' (\dot{s}'' \dot{s}'' \dot{s}') - 0$$

$$\ominus \frac{[\dot{s}' \times \dot{s}'' \times \dot{s}] \times [\dot{s}' \times \dot{s}'' \times \dot{s}]}{|\dot{s}'| |\dot{s}' \times \dot{s}''|^3} = +\gamma \dot{s} = \gamma \cdot \frac{[\dot{s}' \times \dot{s}'' \times \dot{s}]}{|\dot{s}' \times \dot{s}'' \times \dot{s}|}$$

$$\gamma = \frac{|\dot{s}' \times \dot{s}'' \times \dot{s}| |\dot{s}' \times \dot{s}''|}{|\dot{s}'| |\dot{s}' \times \dot{s}''|^3} = \frac{|\dot{s}' \times \dot{s}''|}{|\dot{s}' \times \dot{s}''|^2}$$

$$\frac{\dot{a}}{|\dot{a}|} = \frac{\dot{a}' |\dot{a}| - \frac{(\dot{a} \cdot \dot{a}') \dot{a}}{|\dot{a}|}}{|\dot{a}|^2} = \frac{\dot{a}' |\dot{a}|^2 - \dot{a} (\dot{a} \cdot \dot{a}')}{|\dot{a}|^3}$$