4) Basta osservare che:

$$\nabla(fg) = f\nabla g + g\nabla f$$

da cui

$$\int_{\partial^+ S} (f\nabla g + g\nabla f)\tau\, ds = \int_{\partial^+ S} \nabla(fg)\cdot\tau\, ds$$

$$= \int_S \overset{0}{\cancel{\mathrm{rot}\,\nabla(fg)}}\cdot n\, d\sigma = 0$$

per il Thm di Stokes

5) Si noti che $\forall\, t, t_0 \in [a,b]$ si ha

$$\frac{u(\gamma(t)) - u(\gamma(t_0))}{t-t_0} = \frac{v(\gamma(t)) - v(\gamma(t_0))}{t-t_0}$$

la tesi segue se si dim che

$$\lim_{t\to t_0} \frac{u(\gamma(t)) - u(\gamma(t_0))}{t-t_0} = \frac{\partial u}{\partial \tau}(\gamma(t_0))$$

analogamente varrà lo stesso per v.
D'altra parte, poiché u è differenziabile

$$u(\gamma(t)) - u(\gamma(t_0)) = \nabla u(\gamma(t_0))\cdot(\gamma(t)-\gamma(t_0)) + o(\|\gamma(t)-\gamma(t_0)\|)$$