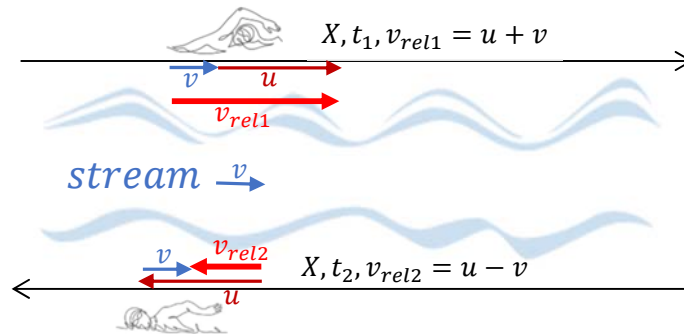


1. שחיין שוחה במעלה ובמורד נהר שאורכו X . השחיין שוחה במהירות קבועה יחסית למים. עם כוון הזרם לוקח לשחיין זמן t_1 , ונגד כוון הזרם לוקח לו זמן t_2 .

(א) מהי מהירות השחיין, u , במידה שלא היתה זרימה, ומהי מהירות הזרם בנהר, v ?



(א) בשחייה הלך (ימינה) מהירות השחיין ביחס לחוף היא סכום מהירויות השחיין והזרם ($v_{rel1} = u + v$)

$$\text{מהירות (יחסית לחוף)} = \frac{\text{דרך}}{\text{זמן}} \Rightarrow u + v = \frac{X}{t_1}$$

בשחייה חזור (שמאלה) מהירות השחיין ביחס לחוף היא הפרש מהירויות השחיין והזרם ($v_{rel2} = u - v$)

$$\text{מהירות (יחסית לחוף)} = \frac{\text{דרך}}{\text{זמן}} \Rightarrow u - v = \frac{X}{t_2}$$

חיבור שתי המשוואות זו לזו מבטל את v ומתקבלת מהירות השחיין יחסית למים:

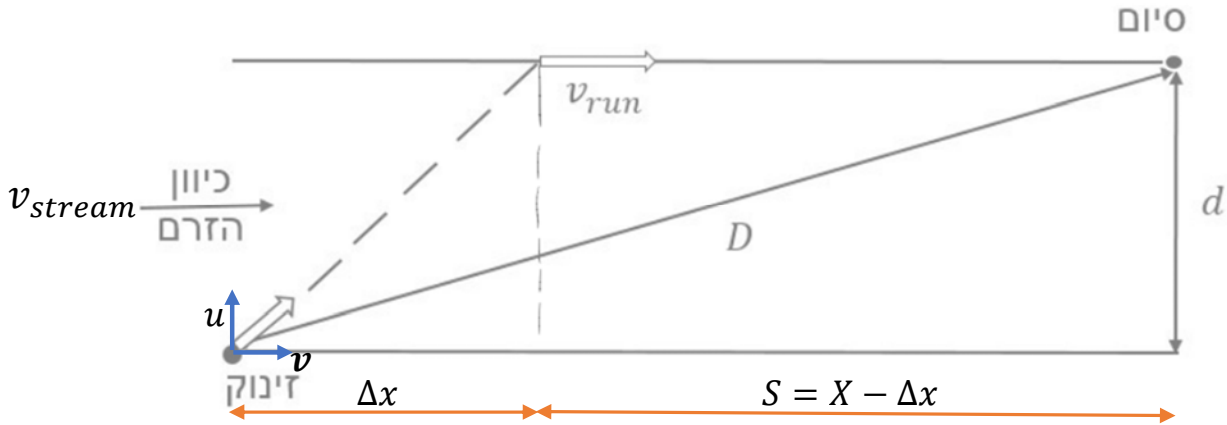
$$2u = X \left(\frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2} \right) \Rightarrow u = \frac{X}{2} \left(\frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2} \right)$$

חיסור המשוואה השנייה מהראשונה מבטל את u ומתקבלת מהירות הזרם בנהר (ימינה כאמור):

$$2v = X \left(\frac{1}{t_1} - \frac{1}{t_2} \right) \Rightarrow v = \frac{X}{2} \left(\frac{1}{t_1} - \frac{1}{t_2} \right)$$

סעיף ב' בדף הבא

(ב) בתחרות אחרת צריך השחיין לשחות מגדה אחת של הנהר לגדה השנייה, וממקום ההגעה לרוץ לנקודת הסיום (ראו תרשים). רוחב הנהר הוא d והמרחק האווירי בין נקודת הזינוק והסיום היא D . השחיין מתחיל לשחות, באותה מהירות u יחסית למים כמו בתחרות הקודמת (שבסעיף א'), במאונך לגדה (שימו לב שבשל הזרימה מסלול השחייה שלו לא יהיה ניצב לגדה). ידוע שמהירות ריצתו היא v_{run} (ביחס לאדמה, כמובן). תוך כמה זמן יסיים השחיין את המרוץ כולו (בהנתן מהירות הזרם, v , שמצאתם בסעיף א')?



(ב) מבחינת התנועה לרוחב הנהר, השחיין עובר מרחק d במהירות u , לכן משך השחייה הוא

$$t_c = \frac{d}{u} = \frac{d}{\frac{X}{2} \left(\frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2} \right)} = \frac{2d}{X \left(\frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2} \right)} = \frac{2d}{X \frac{t_1 + t_2}{t_1 t_2}} = \frac{2dt_1 t_2}{X(t_1 + t_2)}$$

בפרק זמן זה הוא נסחף ימינה במהירות הזרם ועובר לכן את המרחק

$$\Delta x = t_c \cdot v = \frac{2dvt_1 t_2}{X(t_1 + t_2)}$$

כעת נותר לו לרוץ את המרחק S

$$S = X - \Delta x = X - \frac{2dvt_1 t_2}{X(t_1 + t_2)} = \frac{X^2(t_1 + t_2) - 2dvt_1 t_2}{X(t_1 + t_2)}$$

את המרחק S הוא גומא במהירות v_{run} ולכן משך הריצה הינו

$$t_{run} = \frac{S}{v_{run}} = \frac{X^2(t_1 + t_2) - 2dvt_1 t_2}{X(t_1 + t_2)v_{run}}$$

משך המרוץ כולו הוא

$$\begin{aligned} t_c + t_{run} &= \frac{2dt_1 t_2}{X(t_1 + t_2)} + \frac{X^2(t_1 + t_2) - 2dvt_1 t_2}{X(t_1 + t_2)v_{run}} = \frac{X^2(t_1 + t_2) - 2dvt_1 t_2 + 2dt_1 t_2 v_{run}}{X(t_1 + t_2)v_{run}} \\ &= \frac{X^2(t_1 + t_2) + 2dt_1 t_2(v_{run} - v)}{X(t_1 + t_2)v_{run}} \end{aligned}$$