

# Zadania wstępne do serii III rok 2010/2011

Przygotował: Jacek Ciborowski

1. Statek  $A$  płynie po morzu z prędkością  $v_A = 6$  węzłów w kierunku północnym. Statek  $B$  mija go płynąc z prędkością  $v_B = 8$  węzłów na zachód. Jaka jest prędkość statku  $A$  względem statku  $B$ ? Określ jej wartość i kierunek.

*Wikipedia: W przeszłości pomiar prędkości na morzu odbywał się przy pomocy linki logu (wyrzuconej za burtę boi lub kawałka drewna, który pozostaje względnie nieruchomy względem powierzchni wody; drugi koniec linki nawinięty jest na swobodnie dający się rozwijać kołowrotek ustawiony na rufie statku), na której co 47 stóp i 3 cale (= 14.4018 metra) zawiązany był węzeł. Podczas pomiaru prędkości statku jeden marynarz trzymał przesuwającą się między palcami linkę z odwijającego się kołowrotka, a drugi mierzył czas standardową żeglarską klepsydrą (czas przesypywania się piasku w takiej klepsydrze wynosił 28 sekund). Liczba węzłów ( $n$ ) zliczonych przez marynarza w tym czasie wynosiła  $n \cdot 14.4018 \text{ m}/28 \text{ s} - n \cdot 20.25 \text{ cali/s}$  czyli  $n \cdot 1.85166 \text{ km/h}$ . A zatem z błędem nie większym niż wspomniane  $1.85166 \text{ km/h}$  oddawała prędkość statku względem powierzchni wody w milach morskich na godzinę.*

2. Wagon o długości  $L' = 20 \text{ m}$  porusza się ze stałą prędkością  $v = 20 \text{ m/s}$  względem peronu. Z jednego końca wagonu wypuszczono piłkę, która toczy się po jego podłodze z prędkością  $u = 5 \text{ m/s}$ . Po jakim czasie piłka doleci do drugiego końca wagonu i jaką drogę przebędzie? Odpowiedz na to pytanie w układzie odniesienia związanym z wagonem i w układzie odniesienia związanym z peronem (wzory nierelatywistyczne).
3. Dany jest jamnik. Pewną część tułowia tego zwierzęcia można przybliżyć walcem o promieniu  $R$ . Pchła biega ze stałą prędkością  $v$  naokoło walcowatego tułowia jamnika, zgodnie ruchem wskazówek zegara, patrząc od strony ogona. Jamnik biegnie po chodniku ze stałą prędkością  $u$ . Wyznacz wektor prędkości pchły względem chodnika.



KAPITAŁ LUDZKI  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Projekt Fizyka wobec wyzwań XXI wieku współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

# Zadania seria III rok 2010/2011

Przygotował: Jacek Ciborowski

1. WSZYSCY Wykresy Minkowskiego.
2. WSZYSCY Dany jest wykres Minkowskiego z odpowiednimi osiami dla układów odniesienia  $U$  i  $U'$ . Narysuj jakikolwiek punkt na płaszczyźnie - zdarzenie  $P_1$  - i pokaż na wykresie jakie są jego współrzędne czasoprzestrzenne w obu układach odniesienia. Narysuj inne zdarzenie,  $P_2$ . Wyjaśnij, co to jest interwał czasoprzestrzenny w geometrii Minkowskiego. Czy odcinek  $P_1 - P_2$  na rysunku obrazuje ten interwał?
3. WSZYSCY Jednostajnie i prostoliniowo jedzie drogą samochód z prędkością  $v = 37.8$  m/s. W pewnej chwili mijają drzewo przy drodze (zdarzenia  $A$ ), po upływie czasu  $\Delta t = 5.28$  s mijają drugie drzewo (zdarzenia  $B$ ). Podaj wartość interwału czasoprzestrzennego pomiędzy tymi zdarzeniami. Rozważ również przypadek samochodu relatywistycznego, pędzącego z prędkością  $u = 245938112$  m/s. Prędkość światła w próżni wynosi  $299792458$  m/s.
4. FIZYKA Zapisz transformację Lorentza przy pomocy macierzy. Napisz transformację odwrotną. Policz wyznacznik tej transformacji.
5. WSZYSCY Statek kosmiczny wroga porusza się radialnie ku Ziemi z prędkością  $V = 0.4c$ . Wrogowie wystrzelują do przodu (czyli ku Ziemi) raketę z prędkością  $u = 0.8c$  względem układu odniesienia związanego z tym statkiem. Jaka jest prędkość tej rakiety w układzie odniesienia Ziemi,  $u_Z$  (innymi słowy: z jaką prędkością rakietę ta uderzy w Ziemię)?
6. FIZYKA Niech dany będzie peron i związany z nim układ odniesienia  $U$  oraz pociąg jadący z prędkością  $V = 100$  m/s i związany z nim układ odniesienia  $U'$ . Na peronie ustawiono pionowo palmę, po której wspina się małpa ze stałą prędkością  $v_y = u = 1$  m/s. Jaką składową pionową prędkości małpy zaobserwuje osoba siedząca w wagonie? Jaka będzie całkowita prędkość małpy, widziana przez tego obserwatora?
7. WSZYSCY W układzie odniesienia  $U$  dane są dwa zdarzenia:  $P_1$  i  $P_2$  oddzielone od siebie interwałem czasopodobnym,  $(c\Delta t)^2 - (\Delta x)^2 > 0$ . Pytania: (a) czy istnieje układ odniesienia  $U'$ , w którym zdarzenia  $P_1$  i  $P_2$  są jednoczesne? (b) czy istnieje układ odniesienia  $U'$ , w którym zdarzenia  $P_1$  i  $P_2$  zachodzą w tym samym miejscu przestrzeni?



KAPITAŁ LUDZKI  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Projekt Fizyka wobec wyzwań XXI wieku współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

8. FIZYKA Bolek i Lolek zsynchronizowali zegary w układzie Ziemi,  $U$ . Bolek wyruszył w podróż z prędkością  $v_B = 0.625c$ . Po jakimś czasie wystął do Lolka dwa sygnały przy pomocy monoenergetycznej wiązki elektronów o energii  $E_e = 2.044 \text{ MeV}$  (w jego układzie odniesienia), w odstępie czasu  $\Delta T_B = 1 \text{ s}$ . Masa elektronu,  $m_e$ , wynosi w przybliżeniu  $0.511 \text{ MeV}/c^2$ . W jakim odstępie czasu,  $\Delta T_L$ , sygnały te dotrą do Lolka na Ziemi? Rozważ przypadek szczególny, gdy Bolek wysyła sygnały świetlne. Zadanie rozwiązać geometrycznie.
9. WSZYSCY Niech będzie dany pociąg o długości  $L = 1.8 \times 10^6 \text{ km}$  i związany z nim układ odniesienia  $U'$ . Pociąg mija peron, z którym związany jest układ odniesienia  $U$ , jadąc z prędkością  $v = 0.8c$ . W ostatnim wagonie pasażer strzela z karabinu w kierunku lokomotywy z prędkością wynoszącą  $u = 0.6c$  w układzie pociągu. Po jakim czasie mierzonym w układzie pociągu pocisk doleci do lokomotywy i jaką drogę pokona? Po jakim czasie mierzonym w układzie obserwatora na peronie pocisk doleci do lokomotywy i jaką drogę pokona?