

Zadania wstępne do serii VIII rok 2011/2012

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 $v_B = 7$ 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 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



Zadania seria VIII rok 2011/2012

Przygotował: Jacek Ciborowski

1. Wykresy Minkowskiego.

Wykresy Minkowskiego to sposób przedstawienia zdarzeń we współrzędnych czasoprzestrzennych korzystając z układu współrzędnych skośnych. Układy odniesienia oznaczamy jako U i U' . Podstawa fizyczna wykresu Minkowskiego to transformacja wersorów osi czasu i położenia (czyli wektorów kowariantnych) między układami. Wersory transformuje się zgodnie z macierzą transformacji (Galileusza, Lorentza, czy innej). Jeśli w jednym układzie mają one składowe: $e_t = (1, 0)$ i $e_x = (0, 1)$ to po przetransformowaniu do układu poruszającego się, a odłożone we współrzędnych tego wyjściowego układu, będą skośne (przynajmniej jeden)

Przetransformuj wersory z kartezjańskiego układu prostokątnego do układu poruszającego się z prędkością V .

2. WSZYSCY Dany jest wykres Minkowskiego z odpowiednimi osiami dla układów odniesienia U i U' . Narysuj jakkolwiek 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 mija drzewo przy drodze (zdarzenia A), po upływie czasu $\Delta t = 5.28$ s mija drugie drzewo (zdarzenie 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 \mathcal{U} oraz pociąg jadący z prędkością $V = 100$ m/s i związany z nim układ odniesienia \mathcal{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?

8. FIZYKA Bolek i Lolek zsynchronizowali zegary w układzie Ziemi, U . Bolek wyruszył w podróż z prędkością $v_B = 0.625c$. Po jakimś czasie wysłał 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, ΔT_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 jaka drogę pokona? Po jakim czasie mierzonym w układzie obserwatora na peronie pocisk doleci do lokomotywy i jaka drogę pokona?