

Jak będzie w czasoprzestrzeni - zadania kwalifikacyjne

Zadania proszę przysyłać na adres: karol.pikul@student.uw.edu.pl z tematem „Zadania www” w treści imię i nazwisko rozwiązującego i najlepiej jakby rozwiązania były w jednym pdfie o nazwie „www imię i nazwisko”. Zadań jest dużo, więc proszę ułatwcie mi sprawdzanie :)

Zadań jest sporo, ale nie martw się, niektóre są bardzo proste. Oceniana będzie przede wszystkim zwięzłość i jasność odpowiedzi¹, a nie przekształcenia na wzorach. Choć w niektórych zadaniach są oczywiście niezbędne i też ważne. Niektóre zadania części I mogą wymagać zrobienia wpraw zadań części II lub III, jeśli ktoś ich nie zrobi niech założy, że zna wzory na dylatację czasu czy skrócenie Lorentza. Nie mam pojęcia czy poziom zadań jest za wysoki czy za niski. W razie wątpliwości - pisz.

Część I - do przemyślenia

1. Czy człowiek na powierzchni Ziemi jest układem inercyjnym ?
2. Podaj zbiór układów w którym każde dwa są w relacji (opisanej w sekcji 1 w skrypcie) i nie są układami inercyjnymi.
3. Wyobraźmy sobie wyspę na której środku jest latarnia natomiast na jej brzegu mur. Latarnia obraca ze stałą prędkością kątową świecąc płamką światła po murze. Jaka jest maksymalna prędkość tej płamki ?
4. Czy skrócenie Lorentza jest rzeczywiste ? Tzn. czy lecący dwumetrowy wąż z prędkością podświetlną (powiedzmy $0.9c$) zginie z rąk kucharza tnącego tasakami znajdującymi się metr od siebie w chwili gdy ogon węża znajduje się w punkcie tnącego tasaka tylnego ? Załóż, że po momencie cięcia tasaki znikają.
5. Czy jest możliwa zmiana wymiaru prostopadłego (do jego kierunku ruchu) słoika w skutek jego ruchu ?
6. Czy dylatacja czasu jest spowodowana naszym opóźnieniem w percepcji zdarzeń poprzez skończoną prędkość światła ?

Część II - łatwa

1. Wyobraźmy sobie zegar świetlny, jest to zegar zbudowany z lasera, lustra i detektora. Laser strzela impulsem światła w kierunku lustra oddalonego o l , po odbiciu światło pada do detektora który jest w tym samym miejscu co laser, detektor po zarejestrowaniu impulsu wysyła nowy impuls. Zegar porusza się równoległe do płaszczyzny lustra. Jaki jest czas pomiędzy impulsami ? Co musisz założyć do rozwiązania tego zadania ?
2. (ważne) Rozważmy pociąg poruszający się z prędkością v o długości l (w układzie pociągu). W jego środku zapala się lampa i świeci światłem w oba końce pociągu. Rozważ sytuację z punktu widzenia obserwatora stojącego na peronie. Jaka jest widzialna z peronu długość pociągu ? Jaka jest różnica między czasami dotarcia światła do końców pociągu w układzie peronu? (wskazówka: zaproponuj pomiar długości pociągu wykorzystujący postulat drugi)
3. Rozważmy raketę lecącą wzdłuż osi x z prędkością $0.5c$ startującą z punktu o współrzędnej $x_0 = 0$ w którym stoimy i patrzymy za raketą. Nasz brat bliźniak wysyła nam z rakiety co sekundę impuls świetlny. Jaki jest obserwowany przez nas czas między impulsami ? A co by było gdyby raketa leciała w przeciwnym kierunku ? Zadanie policzyć w mechanice Newtonowskiej.

¹Wyobraź sobie, że chcesz coś wytłumaczyć swojej babci. No chyba, że jest fizykiem to wtedy psu czy młodszemu bratu. Prosiłbym też o nadmierne nie rozpisywanie się.

Część III - geometryczno-matematyczna

1. Czym są osie stałego czasu i stałego położenia? Narysuj osie układu poruszającego się dla transformacji Galileusza na diagramie czasoprzestrzennym.
2. (ważne) Narysuj zadanie 1 części II na diagramie czasoprzestrzennym. Używając tego zadania wyznacz oś stałego czasu. Jak wygląda oś stałego położenia? Czy skale na osiach są takie same?
3. (bardzo ważne) Wyskaluj osie otrzymane w poprzednim zadaniu używając „niezmienniczych hiperbol” ze skryptu. W jaki sposób wyznaczamy czas między dwoma zdarzeniami na diagramie? A odległość? Wyznacz wzory na skrócenie Lorentza i dylatację czasu.
4. (ważne) Używając iloczynów skalarnych zapisz równania (9) ze skryptu w postaci jednego równania wektorowego na \mathbf{v}' wyrażonego za pomocą wektorów \mathbf{v} i \mathbf{V} . *Wskazówka: Wiadomo, że dla danego wektora \mathbf{V} możemy rozłożyć dowolny wektor \mathbf{X} na kierunki równoległe i prostopadłe do tego wektora $\mathbf{X} = \mathbf{X}^{\parallel} + \mathbf{X}^{\perp}$.*