Mechanica en Relativiteit 1   Toets Relativiteit   12-12-2011

Maak iedere opgave op een apart vel.
Schrijf op ieder vel naam en studentnummer.

Opgave 1
In een inertiaalstelsel bevinden zich twee gelijklopende klokken P en Q.

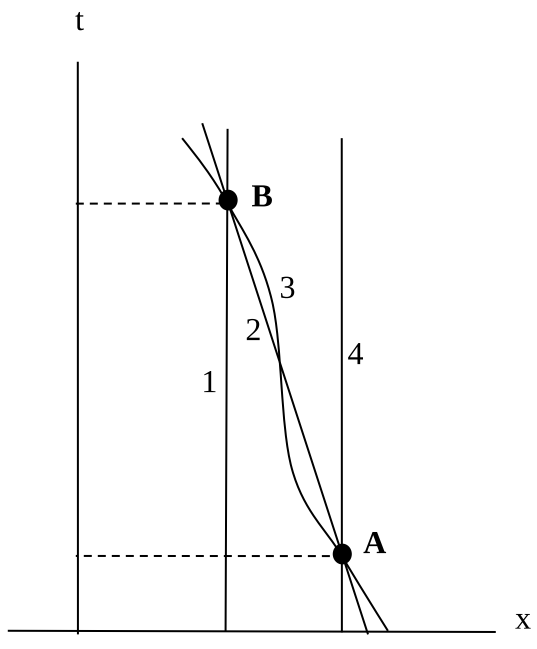
a) Beschrijf een methode om de klokken P en Q gelijk te zetten.

De klokken P en Q staan aan weerszijde van een draaimolen op de grond.
Op de draaimolen zitten Henk en Ingrid. Henk leest de klokken P en Q af op de momenten dat hij deze passeert.
Ingrid leest haar horloge af op de momenten dat zij de klokken P en Q passeert.

b) Welk soort tijdinterval meten Henk en Ingrid ? Neem de tabel over met de juiste keuze voor ja/nee.

	coördinaattijd	eigentijd	ruimtetijd
Henk	ja/nee	ja/nee	ja/nee
Ingrid	ja/nee	ja/nee	ja/nee

In de figuur zijn de wereldlijnen getekend van de waarnemers 1, 2, 3, en 4. Tevens zijn de gebeurtenissen A en B aangegeven.



c) Welke waarnemer(s) meet (meten) het kortste tijdinterval tussen A en B ?

d) Welke waarnemer(s) meet (meten) het langste tijdinterval tussen A en B ?

e) Is het ruimtetijdverschil tussen de gebeurtenissen A en B tijdachtig, lichtachtig of ruimteachtig ?

f) Het Other Frame beweegt met snelheid β = 0,8 in de positieve x-richting t.ov. het Home Frame.
Een deeltje heeft in het Home Frame een snelheid in de z-richting: v_z = 0,6.
Bereken de grootte van de snelheid van dit deeltje in het Other Frame.

Kijk ook op de achterkant !

Opgave 2
Een trein met een rustlengte van 0,6 μs beweegt met snelheid v = 3/5 door een tunnel. De tunnel, die in rust is t.o.v. het Home Frame, heeft een lengte van 1 μs.

Het moment waarop de voorkant van de trein de tunnel binnenrijdt wordt gekozen als oorsprong gebeurtenis A, d.w.z.: $[t_A, x_A] = [t'_A, x'_A] = [0,0]$.

Gebeurtenis B valt samen met het moment waarop de voorkant van de trein weer uit de tunnel komt.
Gebeurtenis C valt samen met het moment dat de achterkant van de trein de tunnel in gaat.
Gebeurtenis D valt samen met het moment waarop de achterkant van de trein de tunnel weer verlaat.

a) Teken een ruimtetijd-diagram met de hierboven genoemde gebeurtenissen daarin aangegeven.
b) Teken de assen van het Other Frame in het onder a getekende ruimtetijd diagram (voorzover dat nog niet gebeurd is).
Geef een schaalverdeling aan op de assen. Beschrijf hoe je aan de schaalverdeling op de assen van het Other Frame bent gekomen.
c) Bepaal grafisch hoe lang de trein voor een waarnemer in het Home Frame geheel in de tunnel is.
d) Bepaal grafisch hoe lang de trein voor een waarnemer in het Other Frame geheel in de tunnel is.
e) Bereken of bepaal grafisch de coördinaten van gebeurtenis D in het Home Frame.
Bereken met behulp van de Lorentztransformatie de coördinaten van gebeurtenis D in het Other Frame.

Opgave 3
Een deeltje met massa m en snelheid v botst op een identiek deeltje dat in rust is.
Hierbij ontstaat een nieuw deeltje met massa M en een foton.
Het gaat in dit probleem om een kop-op-kop botsing: er is alleen impuls langs de x-as.
a) Gebruik de wet van behoud van vier-impuls om relaties op te stellen tussen v, m, v_1, M en E_γ.
Hierbij mogen de afkortingen $\gamma = \frac{1}{1-v^2}$ voor het inkomende deeltje en $\gamma_1 = \frac{1}{1-v_1^2}$ voor het nieuwe deeltje gebruikt worden.
E_γ is de energie van het foton.

Stel vanaf nu dat de snelheid van het inkomende deeltje gegeven is door v = 0,6.

b) Bereken de kinetische energie K van het inkomende deeltje (in termen van m).
c) Bereken de energie E_γ van het foton en de massa M van het nieuwe deeltje als gegeven is dat de het nieuwe deeltje na de botsing in rust is.
d) Teken een energie-impulsdiagram voor deze botsing.
e) Geef een bovengrens voor de massa M van het nieuwe deeltje (in termen van m).
Het nieuwe deeltje hoeft niet in rust te zijn bij dit onderdeel.

Einde toets