

RELATIVITAS KHUSUS EINSTEIN

OLEH : STEVANUS ARIANTO



RELATIVITAS KHUSUS



PERCOBAAN MORLEY DAN MICHELSON

Teori gelombang Huygens yang menyatakan bahwa gelombang cahaya Merambat memerlukan medium yang disebut : Eter.

Tahun 1887 Michelson dan Morley mengadakan percobaan-percobaan yang sangat cermat, hasilnya sangat mengejutkan, karena adanya eter tidak dapat dibuktikan dengan percobaan.

Hasil percobaan Michelson dan Morley :

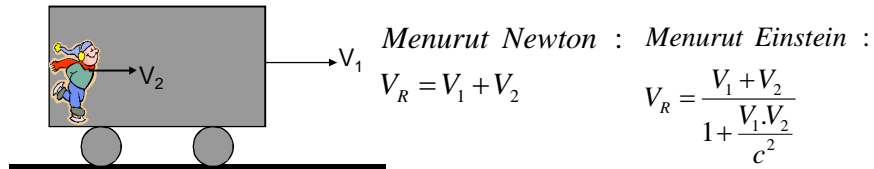
1. Hipotesa tentang medium eter tidak dapat diterima sebagai teori yang benar, sebab medium eter tidak lulus dari ujian pengamatan.
2. Kecepatan cahaya adalah sama dalam segala arah, tidak bergantung kepada gerak bumi.

AZAZ RELATIVITAS EINSTEIN

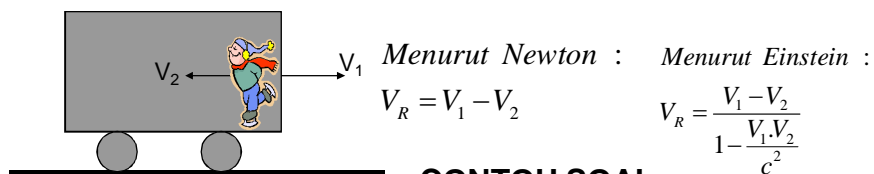
Tahun 1905, Einstein mengusulkan :

1. Hukum fisika dapat dinyatakan dalam persamaan yang berbentuk sama dalam semua kerangka acuan yang bergerak dengan kecepatan tetap satu terhadap lainnya.
2. Kecepatan cahaya yang besarnya sama ke segala arah itu berlaku ditempat-tempat lain dalam alam semesta ini. Tegasnya kecepatan cahaya adalah sama, tidak bergantung kepada gerak sumber cahaya maupun pengamatnya.

RELATIVITAS PENJUMLAHAN KECEPATAN

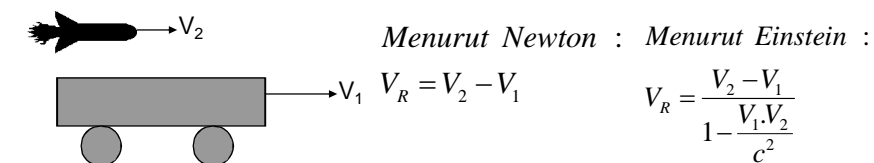


V_1 = Kecepatan relatif kereta terhadap bumi
 V_2 = Kecepatan relatif orang terhadap kereta
 V_R = Kecepatan relatif orang terhadap bumi

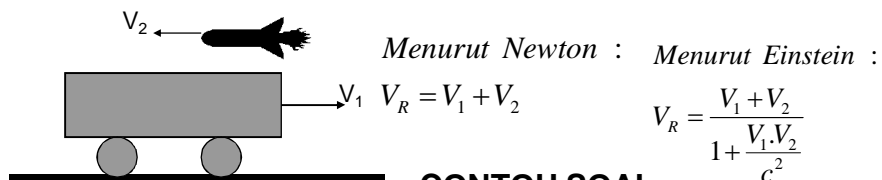


CONTOH SOAL

LANJUTAN RELATIVITAS PENJUMLAHAN KECEPATAN



V_1 = Kecepatan relatif kereta terhadap bumi
 V_2 = Kecepatan relatif roket terhadap bumi
 V_R = Kecepatan relatif roket terhadap kereta



CONTOH SOAL

DILATASI WAKTU

Selang waktu yang diamati oleh pengamat yang diam (Δt_0) dengan waktu yang diamati oleh pengamat yang bergerak ($\Delta t'$) dengan kecepatan v adalah berbeda.

$$\Delta t' = \Delta t_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad \text{atau}$$

$$\Delta t' = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Δt_0 = selang waktu pada lonceng yang diam relatif terhadap pengamat.

$\Delta t'$ = selang waktu pada lonceng dalam keadaan gerak relatif terhadap pengamat itu.

CONTOH SOAL



PENGURANGAN PANJANG

Benda yang panjangnya L_0 , oleh pengamat yang bergerak sejajar dengan panjang benda dan dengan kecepatan v , panjangnya akan teramati sebagai L' .

$$L' = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

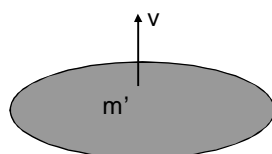
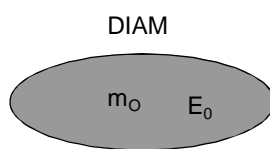
CONTOH SOAL

MASSA

Massa benda yang teramati oleh pengamat yang tidak bergerak terhadap benda, berbeda dengan massa yang teramati oleh pengamat yang bergerak dengan kecepatan v terhadap benda.

$$M' = \frac{M_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

ENERGI



$$E_0 = m \cdot c^2$$

$$E_k = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} c^2 - m_0 \cdot c^2$$

$$E_t = E_0 + E_k$$

$$E_k = E_t - E_0$$

$$E_k = m' \cdot c^2 - m_0 \cdot c^2$$

$$E_k = m_0 \cdot c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right)$$

CONTOH SOAL

CONTOH SOAL PENJUMLAHAN KECEPATAN

Sebuah pesawat bergerak dengan kecepatan $0,5c$ ke kanan, sambil menembakkan roket dengan kecepatan $0,3c$ ke kanan relatif terhadap pesawat, hitunglah kecepatan relatif roket terhadap pengamat yang diam di bumi menurut Newton dan Einstein.

JAWABAN CONTOH SOAL PENJUMLAHAN KECEPATAN

$$\text{Newton : } V_R = V_{psw} + V_{rkt}$$

$$V_R = 0,5c + 0,3c = 0,8c$$

$$\text{Einstein : } V_R = \frac{V_{psw} + V_{rkt}}{1 + \frac{V_{psw} \cdot V_{rkt}}{c^2}}$$

$$V_R = \frac{0,5c + 0,3c}{1 + \frac{0,5c \cdot 0,3c}{c^2}} = \frac{0,8c}{1,15} = \frac{16}{23}c$$

CONTOH SOAL 2 PENJUMLAHAN KECEPATAN

Sebuah pesawat A bergerak ke kanan dengan kecepatan $0,6c$, pilot melihat jauh kedepan terdapat pesawat B yang bergerak mendekat dengan kecepatan $0,2c$ relatif terhadap pesawatnya, hitunglah kecepatan pesawat B menurut Newton dan Einstein.

JAWABAN CONTOH SOAL 2 PENJUMLAHAN KECEPATAN

$$\begin{aligned}
 \text{Newton: } V_R &= V_{pswA} - V_{pswB} & \text{Einstein: } V_R &= \frac{V_{pswA} - V_{pswB}}{1 - \frac{V_{pswA} \cdot V_{pswB}}{c^2}} \\
 0,2c &= 0,6c - V_{pswB} \\
 V_{pswB} &= 0,6c - 0,2c = 0,4c & 0,2c &= \frac{0,6c - V_{pswB}}{1 - \frac{0,6c \cdot V_{pswB}}{c^2}} \\
 0,2c - 0,12V_{pswB} &= 0,6c - V_{pswB} \\
 0,88V_{pswB} &= 0,4c & V_{pswB} &= \frac{5}{11}c
 \end{aligned}$$

CONTOH SOAL DILATASI WAKTU

Dua anak kembar A dan B, berusia 24 tahun pada suatu hari A pergi berkelana dengan pesawat angkasa dengan kecepatan $0,6c$, pada saat B merayakan ulang tahunnya yang ke-64 A kembali ke bumi dan menemui saudaranya. Berapa umur B menurut A ?

JAWABAN CONTOH SOAL DILATASI WAKTU

$$\Delta t' = \Delta t_o \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$\Delta t' = (64 - 24) \sqrt{1 - \frac{(0,6c)^2}{c^2}}$$

$$\Delta t' = 40 \cdot 0,8 = 32 \text{ tahun}$$

jadi umur B menurut A = 24 + 32 = 56 tahun

CONTOH SOAL PENGURANGAN PANJANG

Sebuah balok berukuran panjang 100 meter lebar 40 meter, dan tinggi 20 meter diam, jika diamati oleh seseorang yang bergerak searah panjangnya dengan kecepatan $0,8c$ Hitunglah volume balok menurut pengamat tersebut.

JAWABAN CONTOH SOAL PENGURANGAN PANJANG

$$L' = L_o \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$\text{panjang} = 100 \sqrt{1 - \frac{(0,8c)^2}{c^2}}$$

$$\text{panjang} = 100 \cdot 0,6 = 60 \text{ meter}$$

$$\text{Volume} = 60 \cdot 40 \cdot 20 = 48.000 \text{ m}^3$$

CONTOH SOAL MASSA DAN ENERGI

Sebuah benda massanya dalam keadaan diam adalah 1 ton, hitunglah massanya pada saat energi kinetiknya 2/3 energi diamnya.

JAWABAN CONTOH SOAL MASSA DAN ENERGI

$$E_k = E_o \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right) \quad \frac{2}{3} E_o = E_o \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right)$$

$$\frac{5}{3} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad \frac{25}{9} - \frac{25 \cdot v^2}{9 \cdot c^2} = 1 \quad \frac{25 \cdot v^2}{9 \cdot c^2} = \frac{16}{9}$$

$$v = 0,8 c \quad m' = \frac{1000}{\sqrt{1 - \frac{(0,8c)^2}{c^2}}} \quad m' = 1666 \frac{2}{3} \text{ Kg}$$

PROFICIAT

**PROFICIAT !
KAMU TELAH MENGIKUTI PEMBAHASAN
RELATIVITAS KHUSUS
SIAPKAN DIRIMU UNTUK TEST !**

