

Höhere Technische Bundeslehranstalt Hollabrunn

Datum: <u>27.12.15</u> 21.1.2015	Art der Leistungsfeststellung: TEST		Wertung	Bewertung
Klasse: 5BHEL	Gegenstand: NW	1	15	12
Zeit: 25min + Vorb.	Lehrer: BERGAUER	2	20	12
Note: 	Name des Schülers: Nötz Florian	3	35	10
	0 - 50 Nicht genügend 51 - 62 Genügend 63 - 75 Befriedigend 76 - 89 Gut 90 - 100 Sehr gut	4	30	30
			100	64

Gruppe A:

1. Erkläre die berühmteste Formel ☺ der Welt!

$$E = m \cdot c^2 \quad \checkmark$$

Die Energie ~~ist~~ eines Objektes ist die Summe der Masse multipliziert mit der quadrierten Lichtgeschwindigkeit. NO NA NBT !? :D

Bei der vollständigen Zerstörung eines Körpers mit der Masse m ^{wird} bleibt die Energie $E = m \cdot c^2$ ~~als~~ freigesetzt. ^{Wie?}

2. Nenne und erkläre die Unterschiede zwischen der Speziellen und der Allgemeinen Relativitätstheorie!
Wo spielt die ART auch im alltäglichen Leben eine Rolle?

Spezielle RT:

Absolute Bewegung ist nicht messbar!

($\rightarrow$ „Relativitätsprinzip“ $\rightarrow$ „Alles ist relativ“, ~~jede~~ Bewegung kann nur relativ zu einem Bezugssystem gemessen werden.

Die Vakuumlichtgeschwindigkeit (c) ist absolut, d.h. sie ist nicht abhängig vom Bezugssystem und kann auch nicht überschritten werden.

Allgemeine Relativitätstheorie:

~~Beschleunigte Bewegung mit Gravitation kann von~~

~~Einem~~ ~~Referenz~~ ~~System~~

Beschleunigte Bewegung in einem System mit Gravitation kann von ~~her~~ in einem System ohne Gravitation nicht unterschieden werden.

$\rightarrow$ ART im Leben: Erdanziehungskraft, Gezeiten (Mond-Gravitation)



3. Im LHC (LargeHadronCollider) werden Protonen derzeit mit **1TeV** beschleunigt!
Berechne die **Geschwindigkeit** der Protonen klassisch und relativistisch!

Im Endausbau soll die Energie bis zu **14TeV** pro Teilchen betragen.

In sog. Paketen werden jeweils ca. 10^{11} Protonen beschleunigt.

Vergleiche die **gesamte** kinetische Energie solch eines Protonen-Pakets mit der kinetischen Energie eines PKWs ($m=1500\text{kg}$): Welche **Geschwindigkeit** hätte ein PKW mit dieser kinetischen Energie?

$$E_{\text{KINCL}} = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

$$E_{\text{KINREL}} = m_0 \cdot (k-1) \cdot c^2$$

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

$$E_{\text{KINREL}} = m_e \cdot (k-1) \cdot c^2$$

$$1\text{TeV} = m_e \cdot (k-1) \cdot c^2 \quad m_e \neq m_p !!$$

$$E_{\text{KINCL}} = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

$$v_{\text{KL}} = \sqrt{\frac{2 \cdot E_{\text{KINCL}}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1\text{TeV}}{m_e}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{12} \cdot e}{9,109 \cdot 10^{-31}}}$$

$$v_{\text{KL}} = 593,0969878 \cdot 10^9 \frac{\text{m}}{\text{s}} \rightarrow \text{größer als } c$$

$$\frac{1\text{TeV}}{m_e \cdot c^2} = k-1$$

$$k = \frac{1\text{TeV}}{m_e \cdot c^2} + 1 = \frac{10^6 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19}}{9,109 \cdot 10^{-31} \cdot c^2} = 1,95692337 \cdot 10^6$$

$$\sqrt{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2} = \frac{m_e \cdot c^2}{1\text{TeV}} + 1 \quad k = \frac{1}{\sqrt{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

$$1-\left(\frac{v}{c}\right)^2 = \left(\frac{m_e \cdot c^2}{1\text{TeV}}\right)^2 + 1 \quad \frac{1}{k} = \sqrt{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2}$$

$$1-\left(\frac{m_e \cdot c^2}{1\text{TeV}}\right)^2 - 1 = \frac{v^2}{c^2}$$

$$\frac{1}{k^2} = 1-\left(\frac{v}{c}\right)^2$$

$$\frac{1}{k^2} - 1 = \frac{v^2}{c^2}$$

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

$$\sqrt{c^2 \cdot \left[1 - \left(\frac{m_e \cdot c^2}{1\text{TeV}}\right)^2\right]} = v$$

$$\text{mit } e = 1,602 \cdot 10^{-19}, 1\text{TeV} = 1,602 \cdot 10^{-7}$$

$$m_e = 9,109 \cdot 10^{-31}$$

$$v = c \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{m_e \cdot c^2}{1\text{TeV}}\right)^2 - 1}$$

$$E_{\text{KINREL}} = 10^{11} \cdot m_e \cdot (k-1) \cdot c^2$$

$$E_{\text{KINPKW}} = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

$$10^{11} \cdot m_e \cdot (k-1) \cdot c^2 = \frac{m_{\text{PKW}} \cdot v^2}{2}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{11} \cdot m_e \cdot (k-1) \cdot c^2}{m_{\text{PKW}}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{11} \cdot 9,109 \cdot 10^{-31} \cdot (k-1) \cdot c^2}{1500 \text{ kg}}}$$

k mit 10^6 nicht realistisch

→ Folgerrechnung nicht ausführbar

wenn man e^- statt p nimmt!

4. Ein Raumschiff fliegt mit $\frac{12}{13}$ von c zum Stern β -Andromeda (Entfernung 48 Lichtjahre). Die Besatzung ist beim **Start 20 Jahre** alt. β -Andromeda wird **6 Jahre** lang erforscht, dann erfolgt die Rückreise mit $\frac{24}{25}$ von c . Wie **alt** ist die Besatzung bei der **Rückkehr** zur Erde? Wie viel **Zeit** ist inzwischen auf der Erde vergangen?

$$v_{\text{Hin}} = \frac{12}{13} \cdot c$$

$$S = 48 \text{ LJ}$$

$$v_{\text{Rück}} = \frac{24}{25} \cdot c$$

$$t_{\text{start}} = 20 \text{ a}$$

$$t_{\text{stop}} = 6 \text{ a}$$

$$k_{\text{Hin}} = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{12}{13}\right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{12}{13}\right)^2}} = 2,6$$

$$t_{\text{HINE}} = \frac{S}{v_{\text{Hin}}} = \frac{48 \text{ LJ}}{\frac{12}{13} \cdot c} = \frac{48 \cdot 13}{12} = 52 \text{ a}$$

$$t_{\text{RückE}} = \frac{S}{v_{\text{Rück}}} = \frac{48 \text{ LJ}}{\frac{24}{25} \cdot c} = \frac{48 \cdot 25}{24} = 50 \text{ a}$$

$$t_{\text{ERDE}} = t_{\text{HINE}} + t_{\text{DORT}} + t_{\text{RückE}} = 52 \text{ a} + 6 \text{ a} + 50 \text{ a} = \underline{\underline{108 \text{ a}}}$$

$$t_{\text{HIN Rel}} = \frac{t_{\text{HINE}}}{k_{\text{Hin}}} = \frac{52 \text{ a}}{2,6} = 20 \text{ a}$$

$$k_{\text{Rück}} = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{24}{25}\right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{24}{25}\right)^2}} = \frac{25}{7} = 3,571428$$

$$t_{\text{Rück Rel}} = \frac{t_{\text{RückE}}}{k_{\text{Rück}}} = \frac{50 \text{ a}}{3,571428} = 14 \text{ a}$$

$$t_{\text{Raumschiff}} = t_{\text{HIN Rel}} + t_{\text{DORT}} + t_{\text{Rück Rel}} = 20 \text{ a} + 6 \text{ a} + 14 \text{ a} = 40 \text{ a}$$

$$\text{Alter} = 20 \text{ a} + t_{\text{Raumschiff}} = 20 \text{ a} + 40 \text{ a} = \underline{\underline{60 \text{ a}}}$$