Übungen

1. Das unserer Sonne nächstgelegene Sternensystem ist der Doppelstern Alpha-Centauri in einer Entfernung von ca.4 Lj (Lichtjahren). Gehen Sie bei den folgenden Überlegungen davon aus, dass Erde und Alpha-Centauri in Bezug zueinander ruhen.

Von der Erde werde ein Raumschiff mit der Geschwindigkeit v = 0,8 c auf die Reise zum Doppelstern geschickt.
a) Berechnen Sie, wie lange diese (Hin-)Reise dauern wird, wenn sie von einem Erdbewohner beurteilt wird.
b) Berechnen Sie, wie lange aus Sicht der Astronauten diese (Hin-)Reise dauert.
c) Die Astronauten verweilen im Sternsystem 2 Jahre und kehren dann mit gleicher Geschwindigkeit zur Erde zurück. Jeweils nach einem Jahr werden von der Erde und vom Raumschiff Grüße per Funk übermittelt. Zeichnen Sie die Reise sowie die Funksignale in ein Minkowski-Diagramm ein. Wie lange dauert die Reise insgesamt und wie viele Grüße wurden jeweils übermittelt?

2. Myonen werden in 20 km Höhe erzeugt Sie fliegen mit v = 0,9998 c auf die Erde zu. Welche Entfernung legen die Myonen aus ihrer Sicht bis zum Boden zurück?

3. Ein Raumschiff nähert sich mit 0,6 c der Erde. Während einer Fernsehübertragung vergeht im Raumschiff eine Stunde. Wie lange dauert die Sendung auf der Erde?

4. Die H-Absorptionslinien (394 nm) im Spektrum des Spiralnebels Hydra erscheinen auf der Erde unter 475 nm. Berechnen Sie die Fluchtgeschwindigkeit des Nebels.

5. Bis zu welcher Geschwindigkeit muss ein Elektron beschleunigt werden, um seine dynamische Masse zu verdoppeln? Welche Spannung in einem elektrischen Feld ist dafür nötig?

6. Das Raumschiff Antares mit Kommandantin Levke patrouilliert mit der Geschwindigkeit v = 0,2 c im Weltraum, als es plötzlich von einem Schmugglerschiff für intergalaktischen Shit überholt wird, das mit 0,8 c die Galaxie durchquert.
Levke ordnet an, dass das Schmugglerschiff durch eine Rakete, die mit 0,7 c vom Patrouillenschiff abgefeuert werden soll, zerstört werden soll.
Der 1. Offizier Noah runzelt die Stirn und meldet (physikalische) Bedenken an – zu Recht? Er empfiehlt, vor dem Abschuss die Geschwindigkeit des Patrouillenschiffs zu erhöhen – auf welche Mindestgeschwindigkeit?
Lösen Sie die Aufgabe rechnerisch und zeichnerisch.

Physik-Klausur

1. Das Weltraumamöbenzwillingspärchen Julchen und Paulchen will zum diesjährigen Heavy- Bungee-Festival zum Planeten Waggn reisen. Aus Sicherheitsgründen sind aber nur gewichtige Amöben über 80 kg zugelassen. Leider hat Julchen das Fasten übertrieben und besitzt nur noch eine Masse (mit Klamotten) von 65 kg. Um doch gemeinsam zum Festival zugelassen zu werden, verfällt Paulchen auf die grandiose Idee, ihre Masse im Vorbeiflug messen zu lassen. Sicherheitschef Julian hat's nicht so mit der Physik und willigt ahnungslos ein. Sie fliegen mit der Geschwindigkeit v = 0,6 c am Planeten Waggn während der Messung vorbei. Wird Julian die beiden zum Festival zulassen? (m=65/0,8=81,25 kg)

2. Jannik fliegt unter Aufsicht des Sicherheitsoffiziers Renesa Jagellovsk des GSD (Galaktischen Sicherheitsdienstes) mit dem schnellen Raumkreuzer Orion mit der Geschwindigkeit v = 0,8 c zum 4,3 Lichtjahre entfernten System Alpha-Centauri, um einen Geheimauftrag auszuführen. Von dort fliegt er nach einem Jahr wieder zurück.
   a) Wann erwarten die auf der Erde verbliebenen Teilnehmer des Ausnahme-Physikkurses das Raumschiff zurück? *(Lösung: t = 8,6 /0,8= 10,75 a + 1a)*
   b) Welche Zeit ist für Jannik vergangen? *(Lösung: $t'=t*\sqrt{(1-(v/c)^2)}$=6,45 a + 1a)*
   c) Eigentlich möchte Jannik maximal ein viertel Jahr für den Rückflug aufwenden, um seine Abiturentlassung nicht zu verpassen (nach seiner Zeit). Er müsste dazu nur die Energie-Matrix rekonfigurieren. Welche (Mindest-) Geschwindigkeit besäße das Raumschiff nach diesem Eingriff?
   (Lösung: $t'=0{,}25=t*\sqrt{(1-(v/c)^2)}=4{,}3/v *\sqrt{(1-(v/c)^2)}$ -> $v=\sqrt{(s^2/(t'^2c^2+s^2)}$=0,9983c,mit s=4,3)
   d) Während des Hinflugs (doch nur mit v = 0,8 c) entdeckt die Bordbiologin Teodora eine wissenschaftliche Sensation: interstellare Grotten-Olme, die sich von Quantenfluktuationen des Vakuums ernähren. Statt eines kurz erwogenen Rücksturzes zur Erde sendet sie sofort Exemplare mit Hilfe von Raumsonden in Richtung des Sterns und in Richtung Erde, die relativ zum Raumschiff eine Geschwindigkeit von 0,9 c besitzen. Welche Geschwindigkeiten besitzen diese Sonden bezüglich der Erde? ($v'=(u+v)/(1+uv/c^2)$= 0,988c bzw. –0,357c)

3. Weltraum-Ikone Levke1 fliegt mit der Geschwindigkeit v = 1/3 c an der Erde vorbei. In Abständen von einer Sekunde werden Levke1 als Gruß Radarimpulse von dem auf der Erde verbliebenen Julius nachgesandt.
   a) In welchen zeitlichen Abständen empfängt Levke1 die Signale?
   ($t'=t*\sqrt{(1+v/c)}/\sqrt{(1-v/c)}$= $\sqrt{2}$ s)
   b) In welchen zeitlichen Abständen empfängt Julius die von dem Raumschiff reflektierten Signale? (wie a, aber für t=$\sqrt{2}$ einsetzen, also t = 2 s)

4. Die Raumschiffkommandantin Levke2 van Dyke des schnellen Raumkreuzers Hydra hat im gleichnamigen Spiralnebel eine Bruchlandung hingelegt. Sie sendet verzweifelt Notsignale auf der Wellenlänge 394 nm aus, die von der terrestrischen Rettungsleitstelle allerdings auf der Wellenlänge 475 nm empfangen werden. Commander Martin McLane bereitet sofort einen Alarmstart von der Erde vor. Reicht

die Geschwindigkeit seines Raumkreuzers von 0,9 c überhaupt für eine erfolgversprechende Rettungsaktion aus? ($v=((\lambda'/\lambda)^2-1)/((\lambda'/\lambda)^2+1) *c = 0{,}185$ c)

5. Das brandneue Mega-Raumschiff „Starship One", dessen Länge von dem mitfahrenden Konstrukteur Noah zu 150000 km bestimmt wurde, fliegt an der auf der Erde stehenden und staunenden Levke mit einer Geschwindigkeit von 0,6 c vorbei. Wenn die Uhr in der Raumschiffmitte an Levkes Uhr vorbei fliegt, zeigen beide Uhren Null Sekunden an.
   a) Welche Länge hat das Raumschiff für Levke? Wie lange dauert folglich für diese der Vorbeiflug des Raumschiffs? *(:$l'=l*\sqrt{(1-(v/c)^2)}$=120000km; t'=s/v=0,4Ls/0,6c=2/3s)*
   b) Zeichnen Sie ein Minkowski-Diagramm (1 Einheit entspricht 10 cm). Tragen Sie die Weltlinien des Anfangs, der Mitte (Ursprung!) und des Endes des Raumschiffs ein.
   c) Zur Zeit t = 0 s werden von Noah in der Mitte des Raumschiffs Lichtblitze in alle Richtungen des Raumschiffs ausgesandt, die von Spiegeln am Anfang und Ende des Raumschiffs reflektiert werden. Was zeigen die Raumschiffuhren am Anfang und am Ende des Schiffes zum Zeitpunkt der Reflexionen an? Wann registriert Noah in der Mitte des Raumschiffs das Wiedereintreffen der Lichtblitze? (t=1/4s; t=1/2s)
   d) Tragen Sie die Weltlinien der in c) beschriebenen Lichtsignale in das Diagramm ein, und ermitteln Sie graphisch die Zeitpunkte der Reflexionen und des Wiedereintreffens der Signale für einen Beobachter auf der Erde. (Doppler: t_{Ende}=1/2*1/4=1/8; t_{Ende}=2*1/4=1/2; Zeitdilatation für Mitte: t_{Mitte}=0,625s)

Mögliche Lösungen (leider ohne Einheiten):

120000 (T)   2/3 ( )   11,75 (H)   √2 ( )   ½ (A)   7,45 (Y)
½ (Y)   0,625 (!)   0,9983 (S)   -0,357 (K)   2 (I)   0,185 (S)   ¼ (E)
0,988 (I)   81,25 (P)   1/8 (S)

In der richtigen Reihenfolge ergeben die Lösungen einen Lösungssatz.
Es werden nur Lösungen bewertet, die rechnerisch nachvollziehbar ermittelt wurden.