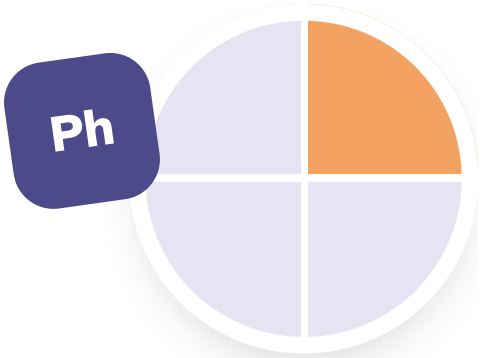
DYS+ Campus



Übungsheft · Physik · Klasse 11

Weltbilder und spezielle Relativitätstheorie

Erklärungen, 26 Aufgaben in drei Stufen und alle Lösungen, viele mit Begründung.

Name _____ **Datum** _____

Das lernst du

- Ich beschreibe den Wandel vom geozentrischen zum heliozentrischen Weltbild.
- Ich erkläre Bezugssysteme und Inertialsysteme.
- Ich erkläre, warum die Lichtuhr zeigt: Zeit ist relativ.
- Ich berechne Zeitdilatation und beurteile Quellen.

So arbeitest du mit dem Heft

●○○ **Basis** zum Einstieg

●●○ **Standard** zum Üben

●●● **Plus** zum Weiterdenken

Du musst nicht alles machen. Fang bei Basis an. Die Lösungen stehen hinten im Heft.

Noch unsicher?

Scanne den Code. Dort wird das Thema Schritt für Schritt erklärt.

dysplus.de/lernen/gymnasium/klasse-11/physik/weltbilder-und-relativitaet/vom-geozentrischen-zum-heliozentrischen-weltbild

Kurz erklärt

Wichtige Formeln

Größe	Formel
Geschwindigkeiten addieren	$v = u + v'$
Tick der Lichtuhr	$t_0 = 2d / c$
Lorentzfaktor	$\gamma = 1/\sqrt{(1 - v^2/c^2)}$
Zeitdilatation	$t = \gamma \cdot t_0$

Gedehnte Zeit

1. Gegeben: $v = 0{,}6 \cdot c$; $t_0 = 10$ s.
2. $\gamma = 1/\sqrt{(1 - 0{,}36)} = 1/0{,}8 = 1{,}25$.
3. $t = 1{,}25 \cdot 10$ s $= 12{,}5$ s.

Merksatz: c ist im Vakuum in jedem Inertialsystem gleich. Bewegte Uhren gehen aus Sicht des Beobachters langsamer. t_0 ist die Zeit im Ruhesystem der Uhr.

Typischer Fehler: Galilei wurde nicht hingerichtet. Und der Michelson-Morley-Versuch hat die Relativitätstheorie nicht bewiesen, er widerlegte einen ruhenden Äther.

Tipp: Prüfe jede Quelle auf Autorschaft, Belege, Stand und zweite Quelle.

●○○ Basis

Weltbilder und Bezugssysteme

1 Wähle aus.

a) Im geozentrischen Weltbild steht _____ im Zentrum. ☐ **die Sonne** ☐ **die Erde**

b) Eine Planetenschleife entsteht im heliozentrischen Bild durch das _____. ☐ **Verschwinden des Planeten** ☐ **Überholen eines Planeten durch die Erde**

c) Galilei entdeckte mit dem Fernrohr vier Monde des _____. ☐ **Mars** ☐ **Jupiter**

2 Addiere Geschwindigkeiten mit v = u + v´.

a) u = 20 m/s, v´ = 3 m/s nach vorn: v = _____ m/s

b) u = 20 m/s, v´ = 3 m/s nach hinten: v = _____ m/s

c) Gegenverkehr mit 15 m/s und 25 m/s: Annäherung mit _____ m/s

3 Stimmt der Satz? Schreibe falsche Sätze richtig auf.

a) Ein bremsender Zug ist ein Inertialsystem. ☐ **stimmt** ☐ **stimmt nicht**

b) Galilei wurde hingerichtet. ☐ **stimmt** ☐ **stimmt nicht**

●●○ Standard

Licht und Zeit

4 Rechne mit $c = 3{,}0 \cdot 10^8$ m/s.

a) $s = 3{,}0 \cdot 10^8$ m: Licht braucht _____ s

b) $s = 6{,}0 \cdot 10^9$ m: Licht braucht _____ s

c) Lichtuhr mit $d = 0{,}60$ m: Tickdauer _____ ns

5 Wähle aus.

a) Die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum ist in jedem Inertialsystem _____. ☐ **verschieden** ☐ **gleich**

b) Eine bewegte Uhr geht aus Sicht des Beobachters _____. ☐ **schneller** ☐ **langsamer**

c) Der Lorentzfaktor γ ist stets _____ 1. ☐ **größer oder gleich** ☐ **kleiner als**

6 Berechne die Zeitdilatation.

a) $v = 0{,}6 \cdot c$: γ = _____

b) $\gamma = 1{,}25$ und $t_0 = 8$ s: t = _____ s

c) $v = 0{,}8 \cdot c$ und $t_0 = 3$ s: t = _____ s

7 Erkläre kurz.

a) Warum folgt aus der konstanten Lichtgeschwindigkeit, dass die Zeit relativ ist?

b) Nenne zwei Kriterien zur Prüfung einer Quelle.

8 **Stimmt der Satz? Schreibe falsche Sätze richtig auf.**

a) Der Michelson-Morley-Versuch hat die Relativitätstheorie bewiesen.

☐ **stimmt** ☐ **stimmt nicht**

b) Die Zeitdilatation gilt für alle Uhren, nicht nur für Lichtuhren.

☐ **stimmt** ☐ **stimmt nicht**

●●● Plus

Beispiele und Einordnung

9 Rechne mit Beispielen.

a) $\gamma = 7{,}0$ und $t_0 = 2{,}2\ \mu s$: $t =$ _____ μs

b) Ein Teilchen fliegt $10\ \mu s$ mit $v = 3{,}0 \cdot 10^8\ m/s$: $s =$ _____ km

10 Erkläre.

a) Warum betrifft die Satellitennavigation zwei verschiedene Relativitätseffekte?

b) Beschreibe den Galilei-Prozess in zwei Sätzen, ohne den Glauben zu bewerten.

11 Stimmt der Satz? Schreibe falsche Sätze richtig auf.

a) Galilei hat das Fernrohr erfunden. ☐ **stimmt** ☐ **stimmt nicht**

Kannst du das schon?

Kreuze an, wie sicher du dich fühlst. Hier gibt es kein Richtig oder Falsch.

Ich kann …	sicher	fast	noch nicht
Ich beschreibe den Wandel vom geozentrischen zum heliozentrischen Weltbild.	☐	☐	☐
Ich erkläre Bezugssysteme und Inertialsysteme.	☐	☐	☐
Ich erkläre, warum die Lichtuhr zeigt: Zeit ist relativ.	☐	☐	☐
Ich berechne Zeitdilatation und beurteile Quellen.	☐	☐	☐

Tipp: Bei „noch nicht“ schau dir „Kurz erklärt“ vorne im Heft noch einmal an oder scanne den Code auf dem Deckblatt. Dann probierst du die Aufgaben noch einmal.

Lösungen

Erst selbst lösen, dann vergleichen. Bei vielen Aufgaben steht die Begründung dabei.

●○○ Basis: Weltbilder und Bezugssysteme

1 Wähle aus.

a) die Erde

→ Geo bedeutet Erde.

b) Überholen eines Planeten durch die Erde

→ Von der Erde aus scheint der überholte Planet rückwärts zu laufen.

c) Jupiter

→ Die Galileischen Monde umkreisen den Jupiter.

2 Addiere Geschwindigkeiten mit v = u + v′.

a) u = 20 m/s, v′ = 3 m/s nach vorn: v = 23 m/s

→ 20 + 3 = 23.

b) u = 20 m/s, v′ = 3 m/s nach hinten: v = 17 m/s

→ 20 + (−3) = 17.

c) Gegenverkehr mit 15 m/s und 25 m/s: Annäherung mit 40 m/s

→ 15 + 25 = 40.

3 Stimmt der Satz? Schreibe falsche Sätze richtig auf.

a) Stimmt nicht. Richtig: Ein Inertialsystem ruht oder bewegt sich gleichmäßig geradeaus. Ein bremsender Zug ist beschleunigt.

b) Stimmt nicht. Richtig: Er wurde 1633 verurteilt und lebte danach unter Hausarrest.

●●○ Standard: Licht und Zeit

4 Rechne mit $c = 3{,}0 \cdot 10^8$ m/s.

a) $s = 3{,}0 \cdot 10^8$ m: Licht braucht 1 s

→ t = s / c = 1 s.

b) $s = 6{,}0 \cdot 10^9$ m: Licht braucht 20 s

→ $6{,}0 \cdot 10^9 : 3{,}0 \cdot 10^8 = 20$.

c) Lichtuhr mit d = 0,60 m: Tickdauer 4 ns

→ $t_0 = 2d / c = 1{,}2\ m / 3{,}0 \cdot 10^8\ m/s = 4{,}0 \cdot 10^{-9}$ s.

5 Wähle aus.

a) gleich

→ Das ist die zweite Annahme von Einstein.

b) langsamer

→ Der Lichtweg ist länger.

c) größer oder gleich

→ Der Nenner ist kleiner oder gleich 1.

6 **Berechne die Zeitdilatation.**

a) **$v = 0{,}6 \cdot c$: $\gamma = 1{,}25$**

→ $1/\sqrt{(1 - 0{,}36)} = 1/0{,}8 = 1{,}25$.

b) **$\gamma = 1{,}25$ und $t_0 = 8$ s: $t = 10$ s**

→ $8 \cdot 1{,}25 = 10$.

c) **$v = 0{,}8 \cdot c$ und $t_0 = 3$ s: $t = 5$ s**

→ $\gamma = 1/0{,}6$; $t = 3 : 0{,}6 = 5$.

7 **Erkläre kurz.**

a) **Für den Beobachter ist der Lichtweg der bewegten Lichtuhr länger. Bei gleichem c dauert er länger.**

→ Zeit = Weg : Geschwindigkeit.

b) **zum Beispiel Autorschaft und Belege oder Stand und eine zweite Quelle**

→ Denke an Vertrauenswürdigkeit und Relevanz.

8 **Stimmt der Satz? Schreibe falsche Sätze richtig auf.**

a) **Stimmt nicht. Richtig: Er widerlegte die Idee eines ruhenden Äthers. Die Theorie stützt sich auf weitere Überlegungen und Messungen.**

b) **Stimmt.**

●●● Plus: Beispiele und Einordnung

9 **Rechne mit Beispielen.**

a) **$\gamma = 7{,}0$ und $t_0 = 2{,}2$ µs: $t = 15{,}4$ µs**

→ $7{,}0 \cdot 2{,}2 = 15{,}4$.

b) **Ein Teilchen fliegt 10 µs mit $v = 3{,}0 \cdot 10^8$ m/s: $s = 3$ km**

→ $s = v \cdot t = 3{,}0 \cdot 10^8$ m/s $\cdot 10^{-5}$ s $= 3000$ m $= 3$ km.

10 **Erkläre.**

a) **Die Bewegung lässt die Uhren nachgehen (spezielle Relativität), die Höhe lässt sie vorgehen (allgemeine Relativität). Insgesamt gehen sie etwa 38 µs pro Tag vor.**

→ Trenne spezielle und allgemeine Relativität.

b) **Galilei wurde 1633 von der römischen Inquisition verurteilt, weil er das heliozentrische Bild trotz Ermahnung als zutreffend dargestellt hatte. Er lebte danach unter Hausarrest.**

→ Tatsachen: Jahr, Urteil, Folge.

11 **Stimmt der Satz? Schreibe falsche Sätze richtig auf.**

a) **Stimmt nicht. Richtig: Das Fernrohr stammt aus den Niederlanden. Galilei nutzte es als einer der Ersten für den Himmel.**