



## Grundwissen Physik JS 10 — Grundfertigkeiten

18. Juni 2017

1. Wozu ist ein Versuchsprotokoll notwendig und nach welchem Schema ist es aufgebaut? Was sind die Hauptfehler in Versuchsprotokollen?

Lösung Der Versuch soll anhand der Aufbaubeschreibung exakt reproduzierbar sein.

- Versuchsziel:
- Benötigte Geräte:
- Versuchsaufbau: Wortformulierungen mit Skizze
- Versuchsdurchführung: Was soll gemessen bzw. beobachtet werden?
- Beobachtung: Welche Messwerte wurden durch den Versuch erhalten, was hat man gesehen, gehört, ...
- Auswertung/Deutung: Darstellung des Sachverhalt in Diagrammen, Vergleich mit einer bekannten Formel, Abschätzen von Fehlern ...

Hauptfehler sind das Vermischen von Beobachtung und Auswertung, das Manipulieren von Messwerten und das Vorwegnehmen eines vermuteten Zusammenhangs.

2. Wie werden physikalische Rechenaufgaben richtig gelöst?

Lösung

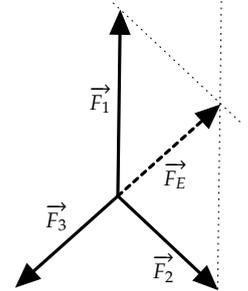
- Notieren der geg. Größen, Aufstellen und **anschließendes** Auflösen der Formel nach der gesuchten Größe.
- Einsetzen der geg. Größen **samt Einheiten** und Berechnen des Ergebnisses. Beim Verwenden der SI-Einheiten erhält man das Ergebnis in der SI-Einheit.
- Endergebnisses **sinnvoll Runden**; z.B. nach der „gültigen-Ziffer-Regel“: Gerundet wird **nur das Endergebnis** und zwar mit so vielen gültigen Ziffern, wie die ungenaueste der eingesetzten Größen.

Beispiel:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{\overbrace{3,120 \text{ m}}^{4 \text{ gZ}}}{\underbrace{0,013 \text{ s}}_{2 \text{ gZ}}} = \overbrace{240 \text{ m/s}}^{3 \text{ gZ}} = \underline{\underline{\overbrace{2,4 \cdot 10^2 \text{ m/s}}^{2 \text{ gZ}}}}$$

3. a) Was versteht man physikalisch unter einer Kraft?  
 b) Wie werden Kräfte in Zeichnungen dargestellt?  
 c) Gib ein Beispiel von drei Kräften, die im Gleichgewicht sind.

Lösung  
 a) Ein physikalische Kraft ist eine vektorielle Größe. D.h. sie hat einen Betrag, (Stärke), eine Richtung und einen Angriffspunkt.  
 Eine Kraft wirkt, wenn die Form oder der Bewegungszustand des Körpers (beschleunigen oder aus der geradlinigen Richtung ablenken) verändert wird.  
 b) Durch einen Kraftpfeil.  
 c)  $\vec{F}_1, \vec{F}_2$  und  $\vec{F}_3$  sind im Gleichgewicht, weil  $\vec{F}_E$  sowohl die Ersatzkraft von  $\vec{F}_1$  und  $\vec{F}_2$  als auch die Gegenkraft von  $\vec{F}_3$  ist.



4. Wie lauten die Newton'schen Gesetze?

Lösung  
**Trägheitsgesetz:** Ein Körper bleibt in Ruhe oder in gleichförmiger geradliniger Bewegung, solange sich alle auf ihn wirkenden Kräfte aufheben.  
**Wechselwirkungsgesetz:** Wirken zwei Körper aufeinander ein, so wirkt auf jeden der Körper eine Kraft. Die beiden Kräfte sind gleich groß aber entgegengesetzt gerichtet.  
 **$F = m \cdot a$ :** Kraft ist gleich Masse  $\times$  Beschleunigung. Einheit der Kraft:  $1 \text{ N} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$ .

5. Welche drei Arten von geradliniger Bewegung kann man unterscheiden? Nenne je ein Beispiel und gib die Bewegungsgleichungen an.

Lösung

gleichförmig	gleichmäßig beschleunigt	ungleichmäßig beschleunigt
Seilbahnfahrt	freier Fall	Fall mit Reibung Fall aus großer Höhe Federschwingung
$a = 0$ $v = \text{konst.}$ $s = v \cdot t$	$a = \text{konst.}$ $v = a \cdot t$ $s = \frac{1}{2}at^2$	$a$ hängt von der Sachsituation ab. Anwendung des Prinzips der kleinen Schritte

$s$  : nach der Zeit  $t$  zurückgelegte Strecke  
 $v$  : Geschwindigkeit zu Zeitpunkt  $t$   
 $a$  : Beschleunigung

6. a) Welche Formen der mechanischen Energie gibt es, wie lauten die Formeln?  
 b) Welche Einheiten besitzt die Energie?  
 c) Wie lautet der Energieerhaltungssatz?

### Lösung

- a) **Höhen- oder potentielle Energie:**  $E_{pot} = m \cdot g \cdot h$ .  
**Bewegungs- oder kinetische Energie:**  $E_{kin} = \frac{1}{2} m \cdot v^2$ .  
**Spannenergie:**  $E_{sp} = \frac{1}{2} D \cdot s^2$   
 $m$  : Masse des Körpers  
 $g$  : Ortsfaktor 9,8 N/kg  
 $h$  : Höhe über dem Bezugsniveau  
 $v$  : Geschwindigkeit  
 $D$  : Federhärte  
 $s$  : Dehnungsstrecke der Feder
- b)  $1 \text{ J} = 1 \text{ Nm}$   
 c) In einem abgeschlossenen System ist die Summe aller Energien gleich konstant.

7. a) Wie ist der Impuls eines Körpers definiert, wie lautet seine Einheit?  
 b) Wie lautet der Impulserhaltungssatz?

### Lösung

- a) Das Produkt aus Masse  $m$  und Geschwindigkeit  $v$  eines Körpers heißt Impuls  $p$ :

$$p = m \cdot v; \text{ Einheit: } 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}} = 1 \text{ Ns}$$

- b) In einem abgeschlossenen System bleibt der Gesamtimpuls erhalten.

$$P = p_1 + p_2 + \dots + p_n = \text{konstant.}$$

8. a) Was versteht man unter einem waagrechten Wurf? Welche Form hat die dazugehörige Bahnkurve?  
 b) Wie lauten die Bestimmungsgleichungen für einen waagrechten Wurf?

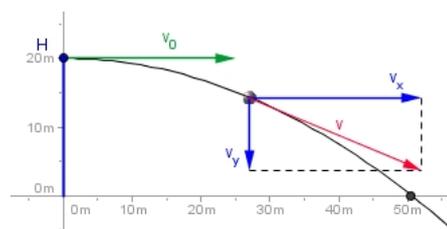
### Lösung

- a) Er setzt sich zusammen aus einer gleichförmigen Bewegung in horizontaler und einem freien Fall in vertikaler Richtung. Die Bahnkurve ist eine Parabel.

b)  $x = v_0 \cdot t, \quad v_x = v_0$

$$y = H - \frac{1}{2} g t^2 \quad v_y = -g t$$

$$|v| = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$



9. a) Wie lauten die Bewegungsgleichungen für Kreisbewegungen?

b) Wie lauten die Formeln für die Winkel- und Bahngeschwindigkeit sowie die Zentralkraft bei Kreisbewegungen mit konstanter Geschwindigkeit?

### Lösung

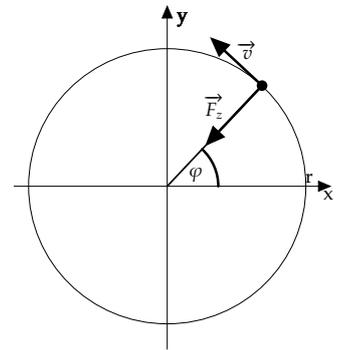
Größe	Definition	Einheit
Drehwinkel	$\varphi$	1
Winkelgeschw.	$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$	1/s
Winkelbeschl.	$\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$	1/s <sup>2</sup>

b)

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$v = \omega \cdot r$$

$$F_z = m \cdot \frac{v^2}{r}$$



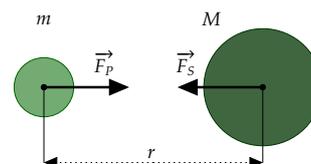
10. a) Wie lautet das Newton'schen Gravitationsgesetz?

b) Warum ist es historisch von so großer Bedeutung?

### Lösung

a) Für die Gravitationskraft  $F$  zwischen zwei Körpern gilt:

$$F = G \cdot \frac{m \cdot M}{r^2}; \quad G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/(\text{kg s}^2)$$



b) Es liefert eine einzige gemeinsame Erklärung für die Schwerkraft auf der Erde und die Bewegung aller Himmelskörper.

11. Nenne die Hauptvertreter des historischen astronomischen Weltbildes, ihre Entdeckungen und Gründe, warum deren Ansichten nicht von der Kirche akzeptiert wurden.

Lösung

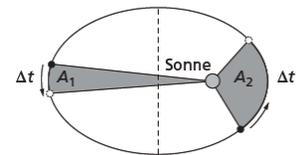
- Nikolaus Koperinikus, Heliozentrisches Weltbild
- Galileo Galilei, Jupitermonde
- Johannes Kepler, Kepler'sche Gesetze
- Isaak Newton, Gravitationsgesetz

Die Kirche akzeptierte die Ansichten nicht, weil die Erde ist nicht mehr einzigartig (Jupitermonde) war, der „göttliche Ort“ ist nicht makellos war (Sonnenflecken, Jupitermonde) oder der Mensch sich anmaßt, Bewegungen am „göttliche Ort“ (Himmel) mathematisch vorhersagen zu können.

12. Wie lauten die Kepler'schen Gesetze?

Lösung

- Alle Planeten bewegen sich auf elliptischen Bahnen. In einem gemeinsamen Brennpunkt steht die Sonne.
- Die Verbindungslinie Sonne-Planet überstreicht in gleichen Zeitintervallen gleiche Flächen.



$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3} \text{ bzw. } \frac{T_1^2}{a_1^3} = \frac{T_2^2}{a_2^3} = C = \text{konst.}$$

$a_1, a_2$  : Länge der große Halbachsen

$T_1, T_2$  : Umlaufzeiten

$C$  : Kepler'sche Konstante, abhängig von der Masse des Zentralgestirns

13. Erkläre die wichtigsten astronomischen Größen

Lösung

Erddurchmesser	12 800 km
Sonne-Erde	1 AE
Sonnensystem (Durchm.)	60 AE
Sonne-Proxima Centauri	4,2 Lj
Milchstraße (Durchm.)	100 000 Lj
Milchstraße-Andromeda	2 500 000 Lj

1 AE  $\approx$  150 Miokm

1 Lj = 9,5 Biokm

14. Beschreibe den Aufbau unseres Sonnensystems.

### Lösung

- a) Vor innen nach außen findet man die Gesteinsplaneten Merkur, Venus, Erde und Mars. Daran anschließend die Gasplaneten Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun.
- b) Eis- und Gesteinsbrocken findet man vor allem zwischen Mars und Jupiter (Asteroidengürtel) und außerhalb der Neptunbahn (Kuipergürtel, Oort'sche Wolke).
- c) Alle Planeten bewegen sich in der gleichen Richtung in annähernd der gleichen Ebene um die Sonne.
- d) Die Erde befindet sich etwa  $150 \text{ Mio km} = 1 \text{ AE} \approx 8 \text{ Lichtminuten}$  von der Sonne entfernt, Neptun etwa  $30 \text{ AE}$ .

15. Beschreibe den Aufbau des Universums.

### Lösung

- Sterne sind in Milliarden von Galaxien angeordnet. Jede Galaxie beinhaltet ihrerseits Milliarden von Sternen.
- Galaxien sind in Galaxienhaufen und -Superhaufen angeordnet.
- Galaxien haben normalerweise die Form einer flachen, spiralförmigen Scheibe und teilweise einen Durchmesser mehreren 100000 Lichtjahren.
- Das Sonnensystem befindet sich in einem Seitenarm der Milchstraße (unsere Heimatgalaxie).

16. Beschreibe die zeitliche Entwicklung des Universums.

### Lösung

- a) Das Universum ist vor etwa 13,6 MrdJahren durch den sog. Urknall entstanden.
- b) Im Laufe der Zeit sind die ersten Atome, Sterne, Galaxien und Planeten entstanden.
- c) Auf der Erde gibt es seit etwa 3,5 MrdJahren belebte Materie.
- d) Sterne haben einen Lebenslauf. Sie werden laufend in Sternentstehungsgebieten geboren und haben eine Lebenszeit in Größenordnungen von Milliarden Jahren.

17. a) Worin liegt der Erfolg der Newton'schen Mechanik?
- b) Zu welchen Auswüchsen führten diese Erfolge?

## Lösung

- a) Sie konnte 300 Jahre lang widerspruchsfrei nahezu alle physikalischen Phänomene erklären und war damit wesentliche Voraussetzung unserer technischen Entwicklung.
- b) Man glaubte, dass sämtliche Vorgänge dem **Gesetz der starken Kausalität** gehorchen, d.h., wenn man nur die Anfangsbedingungen irgendeines Vorgangs genau genug messen würde, so könnte man die Folgen für die Zukunft bis ins kleinste vorausberechnen und so die Zukunft voraussagen.

18. a) Was versteht man unter deterministischem Chaos?
- b) Welche Konsequenzen hat das Gesetz der schwachen Kausalität für unser Leben.

## Lösung

- a) Selbst wenn man alle Naturgesetze kennt, kann man die Anfangsbedingungen nur annähernd bestimmen. Minimale Abweichungen in den Anfangsbedingungen können aber zu großen Abweichungen in den Folgen führen. (Gesetz der schwachen Kausalität, Schmetterlingseffekt).
- b) Das Verhalten von komplexen System ist im Einzelfall kaum vorhersagbar, z.B. bei langfristigen Wettervorhersagen oder Entwicklungen des Finanzsystems.

19. a) Welche experimentellen Befunde veranlassten Albert Einstein zur Entwicklung der Relativitätstheorie?
- b) Von welchen Annahmen geht die spezielle Relativitätstheorie aus?

## Lösung

- a) • Die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit,  
• die Periheldrehung des Merkur.
- b) • Relativitätsprinzip: In Bezugssystemen, die sich mit konstanter Geschwindigkeit zueinander bewegen, gelten die physikalischen Gesetze in gleicher Weise.  
• Konstanz der Vakuum-Lichtgeschwindigkeit: Die Lichtgeschwindigkeit  $c$  im Vakuum ist stets gleich und zwar unabhängig vom Bewegungszustand der Lichtquelle und des Beobachters.

Es gilt

$$c = 2,997\,924\,58 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

20. Welche zentralen Ergebnisse liefert die spezielle Relativitätstheorie?

### Lösung

- Zeit und Raum sind nicht absolut, sondern relativ, d.h. sie hängen vom Zustand des Beobachters ab.  
Uhren, die sich relativ zu einem Beobachter bewegen, gehen für diesen ruhenden Beobachter langsamer (**Zeitdilatation**). Körper, die sich relativ zu einem Beobachter bewegen, erscheinen für diesen in Bewegungsrichtung kürzer (**Längenkontraktion**).  
Der Effekt wird aber erst bei Geschwindigkeiten von etwa 10% der Lichtgeschwindigkeit spürbar.
- Masse und Energie können ineinander umgewandelt werden und es gilt  $E = mc^2$

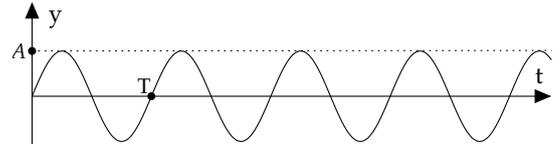
21. Was versteht man unter einer harmonischen Schwingung (Beispiele), Wie lautet ihre Schwingungsgleichung, was bedeuten die Parameter?

### Lösung

Bei einer harmonischen Schwingung (z.B. Fadenpendel bei kleinen Öffnungswinkeln und Federpendel mit Hook'scher Feder) ist die rücktreibende Kraft direkt proportional zur Auslenkung.

Es gilt  $y(t) = A \cdot \sin \omega \cdot t$

- $t$  Zeit
- $A$  Amplitude (maximale Auslenkung)
- $T$  Schwingungsdauer
- $\omega = \frac{2\pi}{T}$  Kreisfrequenz
- $f = \frac{1}{T}$  Schwingungsfrequenz (Schwingungen pro Sekunde), Einheit 1 Hz = 1 1/s)



22. a) Wie entsteht eine mechanische Welle? Was geschieht physikalisch bei der Wellenerscheinung.  
 b) Welche Formen von (mechanischen Wellen) unterscheidet man? Beispiele!  
 c) Wie lautet die Formel für die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Wellen?

### Lösung

a) Es muss eine Störungen der Gleichgewichtslage auftreten, die auf Nachbarbereiche übertragen wird. Dabei werden zwei Energien (z.B. kin. in potentielle Energie) ineinander umgewandelt.

b) Störung verläuft zur Ausbreitungsrichtung  
 quer (Querwellen)      längs (Längswellen)

z.B. Seilwellen

z.B. Schallwellen

c)  $c = \lambda \cdot f$ .  
 $c$  ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit,  $\lambda$  die Wellenlänge und  $f$  die Frequenz der Welle.

23. Welche grundlegende Eigenschaften haben physikalische Wellen? Welche dieser Eigenschaften treten nur bei Wellen und nicht bei Teilchen auf?

### Lösung

	<p><b>Reflexion</b></p> <p>Wellen werden zurückgeworfen</p>	<p><b>Brechung</b></p> <p>Änderung der Ausbreitungsrichtung</p>
auch bei Teilchen		
	<p><b>Beugung</b></p> <p>Ausbreitung in den „Schattenraum“</p>	<p><b>Interferenz</b></p> <p>Verstärkung und Auslöschung</p>
nur bei Wellen		

24. a) Was versteht man physikalisch unter sichtbarem Licht?
- b) Was versteht man unter dem äußeren Photoeffekt?
- c) Was versteht man unter dem Welle-Teilchen-Dualismus?

### Lösung

- a) Das sichtbare Licht der (winzige) Teil des elektromagnetischen Spektrums, der die Wellenlängen von 400 nm (violett) bis 800 nm (rot) umfasst.
- b) Licht kann von Metalloberflächen Elektronen herauslösen.
- c) Sehr kleine Objekte (Atomen, Elektronen, Photonen) haben sowohl Wellen- und Teilcheneigenschaften. Sie zeigen dabei aber Verhaltensweisen, die unserer Vorstellung völlig widersprechen. Z.B. kann gibt es keine Flugbahn von Elektronen, auch ihren Aufenthaltsort kann man nicht vorhersagen, sondern nur statistische Aussagen machen.