

Jan Sibilski
Unter Mitarbeit von:
Dr. Peter Petrovič

Physik



**Kinematik, Dynamik, Gravitation,
spezielle Relativitätstheorie**

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	4
Wstęp	5
I. Kinematik	6 - 35
1. Ruhe und Bewegung, Relativität der Bewegung	6
2. Die Addition von Vektoren	9
3. Die Geschwindigkeit als Vektor	11
4. Die gleichförmige Bewegung	15
5. Die gleichmäßig beschleunigte und die verzögerte Bewegung	21
6. Die gleichförmige Kreisbewegung	27
7. Weiß ich das schon?	30
II. Dynamik	36 - 66
8. Zusammenfassung der Newtonschen Grundgesetze	36
9. Impuls; Impulserhaltungssatz	42
10. Die Reibung	44
11. Dynamik der Kreisbewegung	49
12. Arbeit und Leistung	52
13. Mechanische Energie. Energieerhaltungssatz	55
14. Schiefe Ebene	61
15. Weiß ich das schon?	63

III. Gravitation **67 – 86**

- 16. Die allgemeine Gravitationskraft **67**
- 17. Das Gravitationsfeld; die Gravitationsfeldstärke **72**
- 18. Die Hubarbeit, Lageenergie
und Potential im Gravitationsfeld **74**
- 19. Kosmische Geschwindigkeiten **76**
- 20. Die Würfe * **78**
- 21. Weiß ich das schon? **81**

IV. Elemente der speziellen Relativitätstheorie

86 - 91

- 22. Einsteins Grundpostulate **86**
- 23. Zeitdilatation **87**
- 24. Geschwindigkeitsaddition **88**
- 25. $E=mc^2$ **89**
- 26. Weiß ich das schon? **90**

V. Prüfe Dein Wissen! **92 - 100**

VI. Lösungen **101 - 106**

VII. Wörterbuch **107 - 109**

VIII. Rozwiązania zadań testu „Prüfe Dein Wissen“ **110 - 111**

Vorwort

Das Übungsbuch für die erste bilinguale Klasse soll es dem Lernenden erleichtern, die bilinguale Physik beherrschen zu lernen, mit Berücksichtigung der Vorbereitung auf das bilinguale Abitur. Dieses Buch ersetzt nicht das polnische Fachbuch für Physik. Es soll nur eine Einführung in den für das Abitur obligatorischen Fachwortschatz im Bereich Physik sein.

Die Sprache, die von mir hier benutzt wird, ist einfacher als in den originalen deutschen Fachbüchern. Wenn du schon den Grundwortschatz und sprachliche Wendungen beherrschst, dann beginne die deutschsprachigen Physikbücher durchzublättern. Dazu möchte ich dich ermuntern!

Die Einteilung der einzelnen Kapitel (außer der Einführung in die Relativitätstheorie) ist jeweils ähnlich. Am Anfang stehen die Grundkenntnisse und Informationen, die du wiederholen solltest. Hier hast du Gelegenheit, dir einige Begriffe anzueignen, die konkrete Probleme betreffen. Des Weiteren gibt es Wortschatzübungen, deren Schwierigkeitsgrad differenziert ist. Abschließend findest du Rechenaufgaben. Diese Aufgaben sollen dir nicht das Aufgabenbuch ersetzen, sondern es dir eher ermöglichen, die typischen auf Deutsch formulierten Aufgaben zu verstehen.

Falls du Lust hättest, auch sprachlich schwierige Aufgaben zu analysieren und zu lösen, empfehle ich dir einige Internetseiten, auf denen du eine Menge interessant formulierter Aufgaben und Probleme findest. Besonders empfehlenswert sind meines Erachtens zwei Seiten: physikaufgaben.de und leifi.physik.uni-muenchen.de.

Wenn du aber Interesse hättest, originelle Simulationen der physikalischen Phänomene und Versuche kennen zu lernen, suche u. a. walter-fendt.de – eine der ältesten Seiten dieser Art (die Kommentare sind in verschiedenen Sprachen).

Mein Übungsbuch enthält ziemlich viele Texte, die es dir ermöglichen sollen, die physikalischen Ausführungen mit Verständnis zu lesen. Der Schwierigkeitsgrad ist differenziert; manche Aufgaben könnten also durchaus einige Probleme bereiten, aber mit etwas Anstrengung schaffst du das schon. Merke dir: schlage nicht jedes Wort im Wörterbuch nach. Dann kommst du nicht zurecht. Ermittle den Fachwortschatz und erschließe den Rest aus dem Kontext. (Es schadet nicht deine Lösung zu überprüfen, aber sei kein Sklave des Wörterbuches).

Am Ende jedes Kapitels hast du einige Übungen, die dir helfen, den Lernstoff aus dem entsprechenden Bereich zu wiederholen. Darüber hinaus gibt es einige interessante Einzelheiten, z.B. welche Aufgaben deutsche Abiturienten zu lösen haben.

Etwas anders ist die Relativitätstheorie gestaltet. Das Thema ist kompliziert, deshalb stehen dir nur kurze Texte und anschließend einige Aufgaben zur Verfügung.

Ich hoffe, dass dieses Heft dir deine Arbeit im bilingualen Physikunterricht wesentlich erleichtert.

Viel Spaß und Erfolg!!!

Jan Sibilski

Oktober 2006

Wstęp

Zeszyt ćwiczeń ma ułatwić Tobie naukę fizyki, ze szczególnym uwzględnieniem przygotowania do matury dwujęzycznej. Nie zastąpi on podręcznika polskiego. Ma być wprowadzeniem do słownictwa fachowego z fizyki w zakresie materiału jaki obowiązuje na maturze dwujęzycznej. Zgodnie z moimi zamierzeniami bardzo często używany przeze mnie w zeszycie język jest dużo prostszy niż w oryginalnych podręcznikach niemieckich. Gdy już opanujesz podstawowe słownictwo i konstrukcje językowe zacznij przeglądać oryginalne podręczniki niemieckie. Bardzo Ciebie do tego zachęcam!!

Układ wszystkich rozdziałów (z wyjątkiem wstępu do szczególnej teorii względności) jest podobny. Najpierw podstawowe wiadomości, które nie zaszkodzi ich sobie przypomnieć. Szczególnie, że tam zetkniesz się po raz pierwszy z niektórymi wyrażeniami w języku niemieckim dotyczącymi konkretnego problemu z fizyki. Następnie różne ćwiczenia słownikowe o bardzo różnym stopniu trudności, a na końcu każdego paragrafu zadania rachunkowe. Nie mają one zastąpić zbioru zdań, który posiadasz w języku polskim lecz umożliwić sprawdzenie zrozumienia typowych zadań sformułowanych w języku niemieckim.

Jeśli chcesz natomiast zapoznać się z zadaniami trudniejszymi językowo lub merytorycznie, polecam strony internetowe gdzie znajdziesz mnóstwo ciekawie sformułowanych problemów. (np. physikaufgaben.de/ lub leifi.physik.uni-muenchen.de/).

Z ciekawymi symulacjami doświadczeń możesz spotkać się w wielu miejscach w internecie. Osobiście szczególnie polecam walter-fendt.de/ - jedną z najstarszych tego typu stron, na której opisy niektórych symulacji podane są w kilkunastu językach między innymi także w języku polskim.

Zeszyt zawiera stosunkowo dużo tekstów, które mają Tobie umożliwić ćwiczenie czytania tekstu fizycznego ze zrozumieniem. Są one o różnym stopniu trudności, więc niektóre mogą Tobie sprawić troszkę problemów, a z niektórymi poradzisz sobie znakomicie. Pamiętaj, żebyś nie szukał wszystkich nieznanymi słówek w słowniku. Postępując w ten sposób będziesz wpadał w panikę za każdym razem gdy nie będziesz znał jakiegokolwiek słówka w całym tekście. Oczywiście należy sprawdzić znaczenie słówek fachowych, a znaczenia słownictwa potocznego staraj się wywnioskować z kontekstu (nie zaszkodzi później sprawdzić czy Twój domysł był słuszny, ale staraj się nie być niewolnikiem słownika!).

Na zakończenie każdego rozdziału masz kilka ćwiczeń, które pomogą przy powtórzeniu treści programowych z danego zakresu, a także, w formie ciekawostki, zadania maturalne jakie muszą rozwiązywać niemieccy maturzyści.

W rozdziale poświęconym teorii względności, jest więcej tekstów, a stosunkowo mało zadań i problemów. Zagadnienia są stosunkowo trudne i uważam, że zapoznaj się przede wszystkim z tą tematyką w języku polskim, a czytając ze zrozumieniem teksty w zeszycie ćwiczeń staraj się pogłębić swoją wiedzę z teorii względności i jakby po drodze zapoznaj się ze stosowanym w tym zakresie słownictwem fachowym.

Mam nadzieję, że zeszyt ten ułatwi Tobie pracę na lekcjach dwujęzycznych z fizyki i pozwoli na szybsze przyswojenie podstawowych wiadomości w obu językach.

Powodzenia!!!

Jan Sibilski

Październik 2006

I. Kinematik

1. RUHE UND BEWEGUNG, RELATIVITÄT DER BEWEGUNG



- Ruhe f
- Bewegung f
- Bezugssystem n
- Relativität f
- Massenpunkt m
- Ortsveränderung f
- Ortskoordinate f
- Inertialsystem n



1. Lies den Text und beantworte die Fragen.

Man wartet im Zug auf die Abfahrt, doch bewegt sich ein Nachbarzug. Erst ein Blick auf den Bahnsteig zeigt, dass der eigene Zug in entgegengesetzter Richtung nicht angefahren ist (relativ zur Erde).

Neben mir steht ein Tisch. Ich sehe, dass er in Ruhe ist. Wie ich aber weiß, dreht er sich mit der Erde, bewegt sich mit der Sonne innerhalb der Milchstraße und mit ihr im Weltraum fort.

Die Astronauten konnten vom Mond aus sehen, wie sich die Erde um ihre Achse dreht, wie sich also die Kontinente bewegen, während die Menschheit jahrtausendlang überzeugt war, dass die Erde ruht.

Je nach dem Standpunkt, den ein Beobachter einnimmt, beschreibt er die Bewegung eines Körpers ganz verschieden. Um die Bewegung zu beschreiben, muss man ein Bezugssystem festlegen.



Bewegung beschreibt man als Ortsveränderung gegenüber einem Bezugssystem.

Die Beschreibung einer Bewegung hängt wesentlich davon ab, auf welchen Standpunkt sie bezogen wird, welches Bezugssystem der Beobachter wählt. Man muss ein Bezugssystem angeben, um feststellen zu können, ob ein Körper im Zustand der Ruhe oder in Bewegung ist. Die Abhängigkeit des Bewegungszustands vom Bezugssystem nennt man **Relativität der Bewegung**.

a) Welcher Zug bewegt sich in dem ersten Beispiel? Erkläre deine Meinung.

.....

.....

b) Ist es wahr, dass du jetzt in Ruhe bist?

.....

.....

c) *Warum muss der Beobachter ein Bezugssystem wählen, um eine Bewegung zu beschreiben?*

.....
.....

d) *Wie erklärst du den Begriff „Relativität der Bewegung“?*

.....
.....

2. Es handelt sich um die Bezugssysteme. Beschreibe die Bewegung eines rotierenden Autoventils

- ❖ bezüglich des im Auto sitzenden Fahrers.
- ❖ bezüglich der Autofelge.

.....
.....

3. Wieder Bezugssysteme! Stell dir vor, du stehst auf dem Gleis und wirfst einen Ball hoch und fängst ihn wieder auf. Wie würdest du die Bewegung des Balles beschreiben bzw. zeichnen? Wie würde ein im Zug sitzender Beobachter die Bewegung deines Balles beschreiben?

.....
.....
.....

4. In diesem Text ist ein Wort falsch. Finde dieses Wort und setze das richtige unten ein.

Jede Bewegung erfolgt relativ zu einem Bezugssystem. Es gibt keine absolute Bewegung in einem auf der ganzen Welt geltenden Koordinatensystem und mit einer für die ganze Welten gleichen Universalzeit. Inertialsysteme sind Bezugssysteme, in denen die physikalischen Gesetze in ihrer einfachsten Gestalt gelten. Für den Luftverkehr und die Raumfahrt ist das Inertialsystem im Fixsternhimmel verankert. Ein mit der Erde fest verbundenes Koordinatensystem kann in erster Näherung als Inertialsystem angesehen werden.

Falsches Wort **Richtig ist**

5. Richtig oder falsch? Bewerte die Sätze!

	richtig	falsch
A) Ein Bezugssystem ist ein Koordinatensystem, in dem die Lage oder die Bewegung eines Körpers beschrieben wird.		
B) Die Bewegung ist relativ, weil alle Körper ständig rotieren oder sich fortbewegen.		
C) Die Bewegung eines Körpers ist relativ, weil der Bewegungsvorgang sich nur dann eindeutig beschreiben lässt, wenn das gewählte Bezugssystem angegeben wird.		
D) Ein Körper ist in Bewegung, wenn er seinen Ort mit der Zeit relativ zu einem Bezugssystem ändert.		

Die Grundbegriffe der Mechanik

6. Verbinde die passenden Satzteile!

	Satzanfang		Satzende
1	Die Kinematik ist die Lehre von der mathematischen Beschreibung der Bewegung von Punkten,	A	dessen Ausdehnung vernachlässigt werden kann.
2	Unter einem Massenpunkt versteht man einen Körper	B	in dem die Bewegung betrachtet wird.
3	Der Begriff „Bewegung“ wird erst dann physikalisch sinnvoll,	C	ohne auf die Ursachen einer Bewegung einzugehen.
4	Die Ortskoordinaten definieren das Bezugssystem,	D	wenn man angibt, in Bezug auf welchen Beobachter sich ein Körper bewegt.

2. DIE ADDITION VON VEKTOREN

Addition f	_____
Vektor m	_____
Betrag m	_____
Orientierung f	_____
Maßzahl f	_____
Maßeinheit f	_____
Länge f	_____
Einzelvektor m	_____
Resultierende f	_____
Komponente f	_____

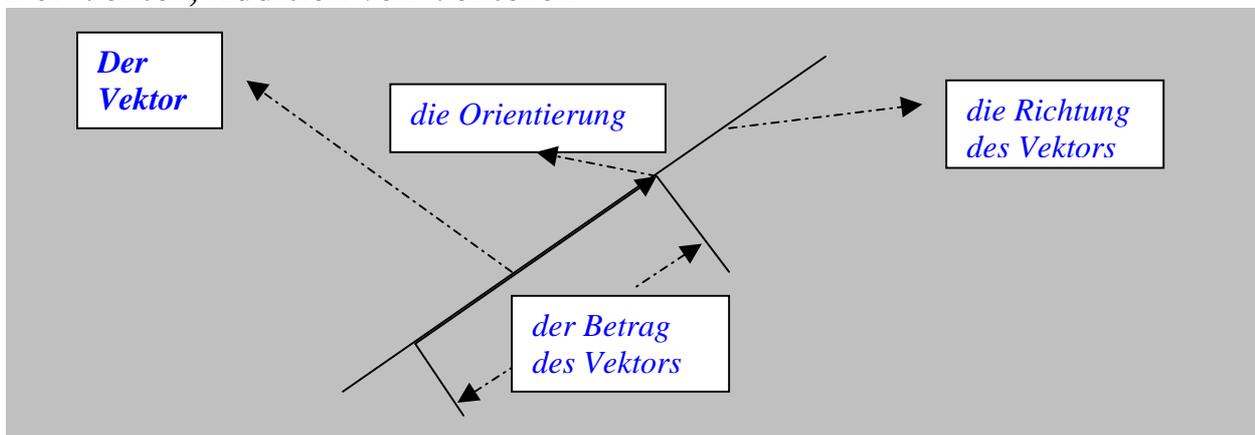


Grundwissen



Die Größen, die nur durch Angabe einer Maßzahl und einer Maßeinheit (z.B. Masse, Dichte, Temperatur) zu bestimmen sind, nennt man **skalare Größen**. Kommt es bei physikalischen Größen zusätzlich auf die Richtung und auf die Orientierung an, so handelt es sich um **gerichtete Größen**. Viele physikalische Größen haben vektoriellen Charakter, beispielsweise die Geschwindigkeit oder die Kraft.

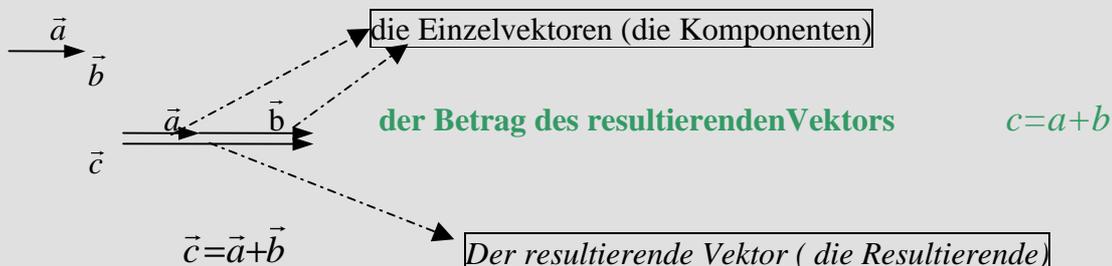
Der Vektor, Addition von Vektoren



Parallele Vektoren

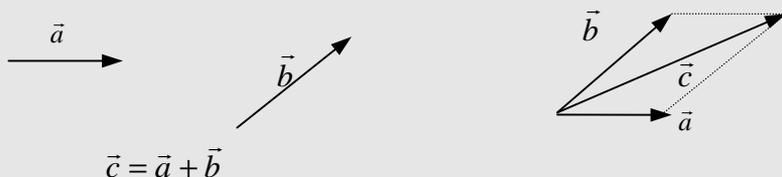
Um zwei Vektoren \vec{a} und \vec{b} gleicher Richtung zu addieren, befestigt man den Anfang des \vec{a} -Vektors am Ende des \vec{b} -Vektors. Die Vektoren \vec{a} und \vec{b} nennt man Einzelvektoren, den Vektor \vec{c} nennt man den resultierenden Vektor.

Bei gleicher Richtung ist der Betrag des resultierenden Vektors gleich der Summe der Einzelvektoren. Bei entgegengesetzter Richtung ist der Betrag des resultierenden Vektors gleich der Differenz der Einzelvektoren.



Addieren von Vektoren beliebiger Richtung

Man gewinnt die Summe $\vec{a} + \vec{b}$ als "Diagonalvektor" in einem Parallelogramm, das von den Vektoren \vec{a} und \vec{b} aufgespannt wird (Parallelogrammregel).

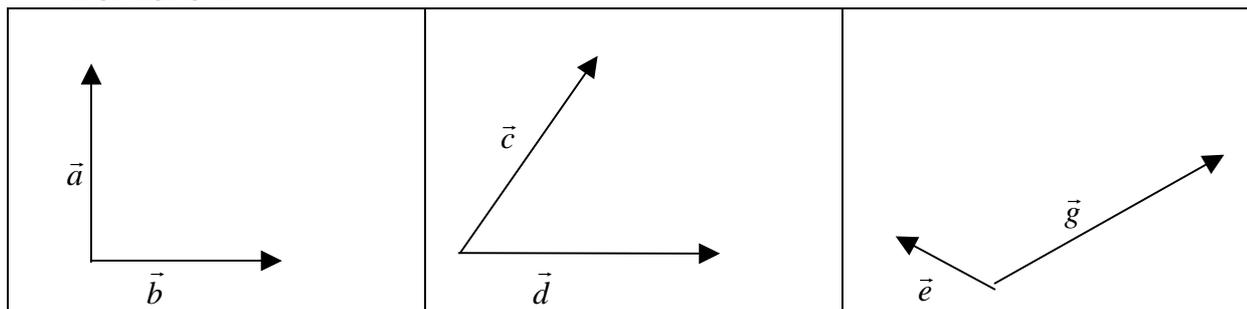


7. Ordne die physikalischen Größen

die Temperatur, die Masse, die Kraft, die Geschwindigkeit, die Leistung, die Länge, die Arbeit, die Wärme, die Dichte

skalare Größen	vektorielle (gerichtete) Größen

8. Bestimme auf Grund der Parallelogrammregel die resultierenden Vektoren.



3. DIE GESCHWINDIGKEIT ALS VEKTOR

Geschwindigkeit f _____
Durchschnittsgeschwindigkeit f _____
Momentangeschwindigkeit f _____
Infinitesimalrechnung f _____



Grundwissen



In deutschen Physikbüchern benutzt man nicht den Begriff „Schnelligkeit“, deswegen gibt es Schwierigkeiten um die polnische Interpretation mit deutschen Begriffen zu beschreiben. Die „deutsche“ mittlere Geschwindigkeit soll man auf polnisch als „mittlere Schnelligkeit“ (nicht Deutsch benutzt) verstehen.

In der Alltagssprache versteht man unter der Geschwindigkeit nur ein Maß dafür, wie schnell sich ein Körper bewegt. In der Physik fasst man die Geschwindigkeit als gerichtete Größe auf, der man Betrag und Richtung beschreibt.

In Physik definiert man die mittlere Geschwindigkeit :

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

Der Vektor \vec{v} hat die Richtung des Vektors $\Delta \vec{r}$. Δt ist die Zeitzunahme $t_2 - t_1$. Das Zeichen Δ /Delta/ deutet an, dass bei der Berechnung einer Ortsvektordifferenz durch die zugehörige Zeitdifferenz zu dividieren ist.

Für nicht gleichförmig verlaufende Bewegungen ist die mittlere Geschwindigkeit nicht brauchbar. Die Richtungsänderung des $\Delta \vec{r}$ -Vektors bewirkt, dass z.B. bei der Kreisbewegung die mittlere Geschwindigkeit nach einem Umlauf Null ist ($\Delta \vec{r} = 0$).

Die Geschwindigkeit bei möglichst kleinen Zeitabschnitten wird als Momentangeschwindigkeit bezeichnet.

Definition der Momentangeschwindigkeit

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \quad \Delta t \rightarrow 0$$

Durchschnittsgeschwindigkeit (mittlere Geschwindigkeit)

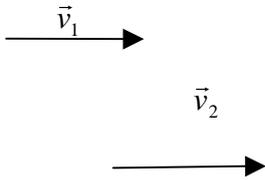
Wenn ein Körper sich auf einer geraden Bahn bewegt, ist die Richtung des Verschiebungsvektors ($\Delta \vec{r}$) konstant. Wir können den Betrag des $\Delta \vec{r}$ -Vektors als die Strecke s definieren. Die Richtung der Geschwindigkeit bleibt konstant und den Betrag definiert man sehr einfach als

$$\text{Geschwindigkeit} = \frac{\text{zurückgelegter Weg}}{\text{benötigte Zeit}} \quad \text{bzw.} \quad v = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

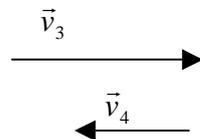
9. Bestimme graphisch die resultierenden Geschwindigkeiten

Maßstab 1 cm entspricht $1 \frac{m}{s}$

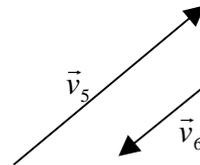
$\vec{v}_{12} = ?$



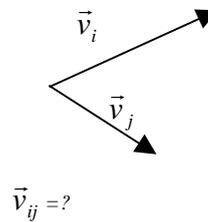
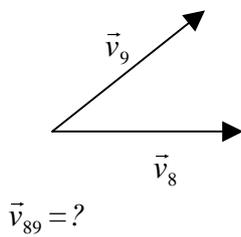
$\vec{v}_{34} = ?$



$\vec{v}_{56} = ?$

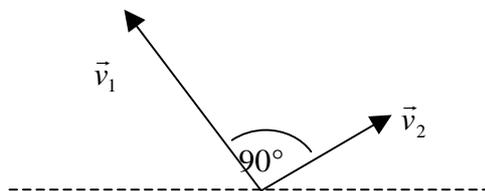


10. Zeichne die resultierenden Geschwindigkeiten.

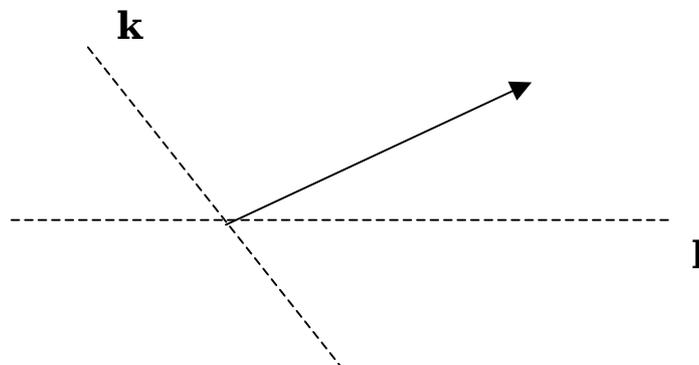


11. Geschwindigkeiten als Vektoren

a) addiere die beiden Geschwindigkeiten grafisch und rechnerisch. $v_1 = 40 \text{ m/s}$, $v_2 = 25 \text{ m/s}$,



b) Zerlege den Geschwindigkeitsvektor in zwei Komponenten grafisch in die gegebenen Richtungen **k** und **l**



12. Lies den Text und beantworte die Fragen.

Auf der Autobahn kann ein Auto über längere Zeit gleich schnell fahren. Die Nadel des Tachometers wird immer auf dem gleichen Punkt stehen. Am Rand der Autobahn findet man in Abständen von 500 m Schilder, die die Entfernung vom Anfang der Bahn zählen. Die Erfahrung zeigt, dass man von einem Schild bis zum nächsten immer die gleiche Zeit braucht. Man sagt, dass das Auto sich gleichförmig bewegt.



Wenn ein Zug, ein Fußgänger und ein Hund eine gleichförmige Bewegung ausführen, so legen sie jeweils in gleichen Zeiten gleiche Wege zurück. Die Bewegungen unterscheiden sich aber, weil sie in der gleichen Zeit unterschiedliche Wege zurücklegen. Zur Kennzeichnung dieser Unterschiede dient der Begriff Geschwindigkeit. Die reelle Geschwindigkeit erhält man nur, wenn das gemessene Zeitintervall sehr gering ist. Mathematisch gesehen berechnet man die Momentangeschwindigkeit mit Hilfe der Infinitesimalrechnung. In der Wirklichkeit messen die Messgeräte (zB. Tachometer) die Momentangeschwindigkeit d.h. die zurückgelegte Strecke in einem möglichst kleinen Zeitintervall.

a) Wie könnte man während der Autobahnfahrt beweisen, dass die Bewegung gleichförmig verläuft?

.....
.....

b) Welche Bedeutung hat der Begriff „Geschwindigkeit“?

.....
.....

c) Was zeigt der Tachometer an?

.....
.....

13. Wandle in die angegebene Maßeinheit um:

a) $108 \frac{km}{h} = \frac{m}{s}$

b) $120 \frac{mm}{min} = \frac{m}{h}$

c) $720 \frac{cm}{s} = \frac{m}{min}$

14. Du siehst hier Beispiele gleichförmiger Bewegung. Deine Aufgabe ist es nun, die Verkehrsmittel von den schnellsten bis zu den langsamsten zu ordnen.

a) der Schnellzug $180 \frac{km}{h}$, b) der Wagen im Stau $100 \frac{m}{min}$,
c) der Radfahrer $8 \frac{m}{s}$ d) der Fußgänger $7000 \frac{m}{h}$

Antwort

15. Rechenaufgaben

Ein Radfahrer fährt mit konstanter Geschwindigkeit $v_1 = 5 \frac{km}{h}$ einen Berg



hinauf und mit konstanter Geschwindigkeit $v_2 = 40 \frac{km}{h}$ die gleiche Strecke

hinab. Wie groß ist seine Durchschnittsgeschwindigkeit für die Gesamtstrecke?

b) Herr Kowalski legt mit einem PKW die Strecke von 40 km zurück, indem er die ersten 15 km

mit einer Geschwindigkeit von $40 \frac{km}{h}$ und den zweiten Wegabschnitt mit $80 \frac{km}{h}$ bewältigt.

Wie hoch ist die Durchschnittsgeschwindigkeit des PKW?

c) Der Spaziergang eines Ehepaars hat 1 Stunde gedauert. Wie groß ist die mittlere

Geschwindigkeit der Spaziergänger, wenn sie die erste Hälfte

1: ihrer Zeit,

2. ihrer Weges

mit der Geschwindigkeit $3 \frac{km}{h}$, die zweite Hälfte mit $7 \frac{km}{h}$ zurücklegen?

4. DIE GLEICHFÖRMIGE BEWEGUNG

Gerade f
gleichförmig
Diagramm n
zurücklegen
Strecke f



Grundwissen



Eine Bewegung entlang einer Geraden, bei der die Geschwindigkeit v konstant ist, heißt geradlinige gleichförmige Bewegung.

Führt ein Körper eine geradlinige gleichförmige Bewegung aus, so legt er in der Zeit t den Weg zurück.

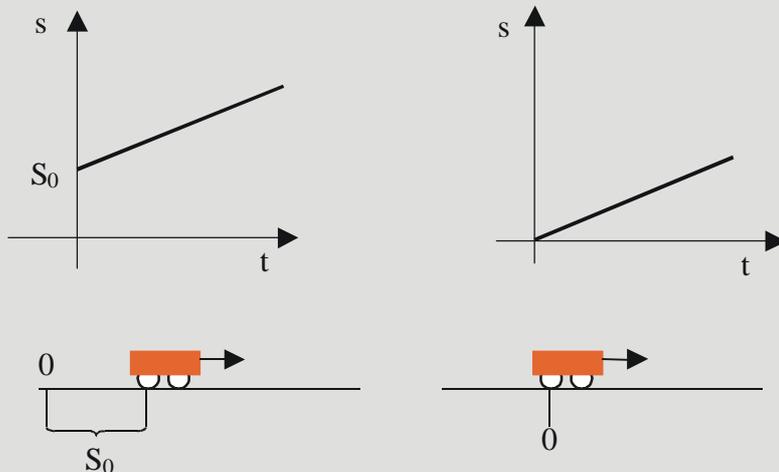
$$s = v \cdot t \quad (\text{Weg-Zeit-Gesetz})$$

Für seine Geschwindigkeit gilt

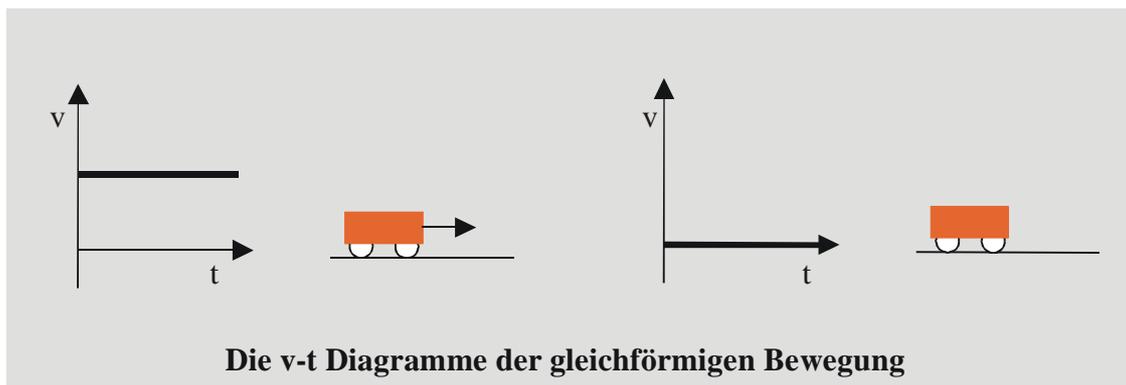
$$v = \text{konst.} \quad (\text{Geschwindigkeit-Zeit-Gesetz})$$

$s(t) = v t + s_0$ ist die Gleichung einer Funktion, die den Ort des Körpers in Abhängigkeit von der Zeit angibt.

Sie gilt für jede geradlinige gleichförmige Bewegung. Sie wird *Weg-Zeit-Gesetz* oder *Zeit-Weg-Funktion* für geradlinige gleichförmige Bewegungen genannt.



Die s-t Diagramme der gleichförmigen Bewegung



16. Beende die Sätze:

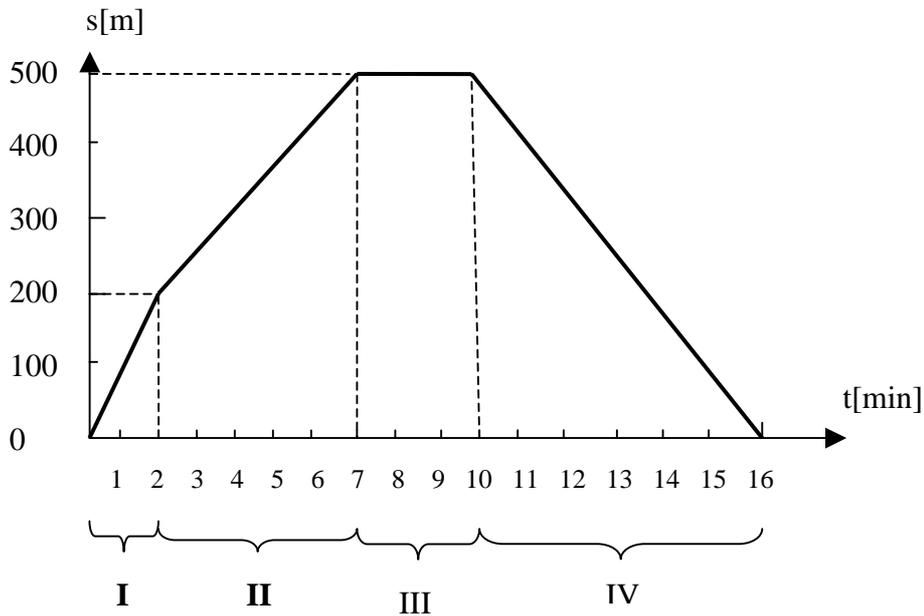
- a) Bei gleichförmigen geradlinigen Bewegungen bewegt sich der Körper auf einer Geraden und in gleichen Zeiten
- b) Eine geradlinig gleichförmige Bewegung liegt vor, wenn Betrag und Richtung der Geschwindigkeit eines Körpers
- c) Das Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm einer gleichförmigen Bewegung ist eine Gerade, die
- d) Das Weg –Zeit- Diagramm einer gleichförmigen Bewegung ist eine Gerade, die
- e) Bei gleichförmig geradlinigen Bewegungen ist der zurückgelegte Weg zur

**17. Welche Aussagen beschreiben eine gleichförmige Bewegung?
Kreuze das Richtige an:**

	Kreuz
a. Die Geschwindigkeit des Körpers ist konstant.	
b. Der Körper legt in gleichen Zeiten gleiche Strecken zurück.	
c. Die Geschwindigkeit v des Körpers ist proportional zur Fahrzeit.	
d. Der Quotient aus der Fahrstrecke s und der Fahrzeit t ist konstant.	
e. Die Geschwindigkeit v ändert sich gleichförmig.	
f. Das Weg-Zeit-Diagramm ist eine Gerade.	

Beschreibung von Diagrammen

18.



a

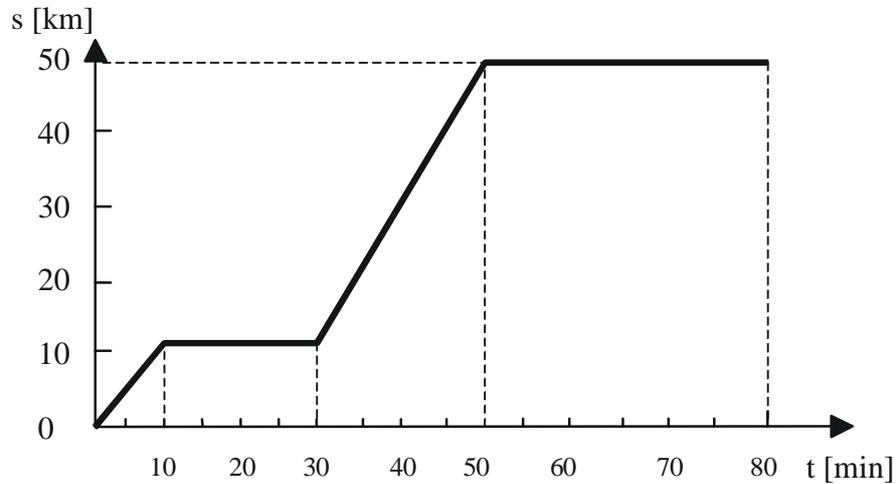
a) Rekonstruiere die Sätze, die das obige Diagramm beschreiben!

1.	in Minuten abgetragen	ist die Zeit	Auf der Abszissenachse
2.	ist der Weg	Auf der Ordinatenachse	in Meter abgetragen
3.	eine gleichförmige Bewegung	beschreibt	Der erste, zweite und vierte Abschnitt
4.	Die Strecke im dritten Abschnitt	über drei Minuten	beschreibt einen Stillstand
5.	weil die Steigung der Kurve	als im zweiten, ist größer	größer ist Die Geschwindigkeit im ersten Abschnitt
6.	dauert die etwa 6 Minuten	Der vierte Abschnitt beschreibt	eine gleichförmige Rückwärtsbewegung

b) Denke dir eine Geschichte aus, die das obige Diagramm physikalisch beschreiben könnte.

Lesen von Diagrammen

19. Orientiere Dich im folgenden Diagramm, interpretiere das Diagramm und schreibe mindestens 6 Sätze dazu auf.



.....

.....

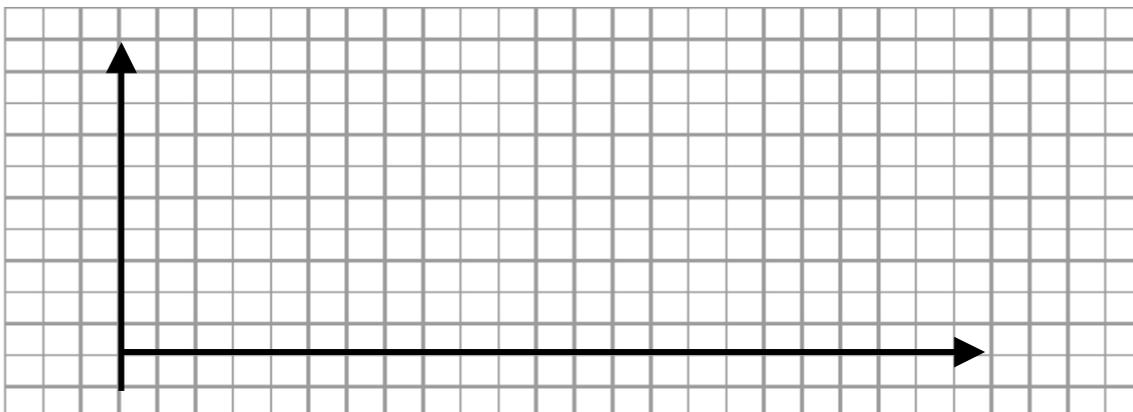
.....

.....

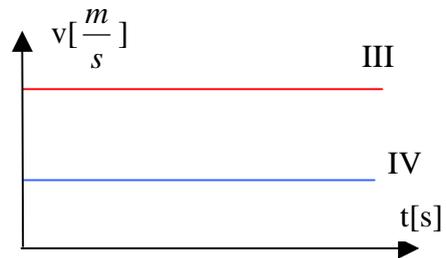
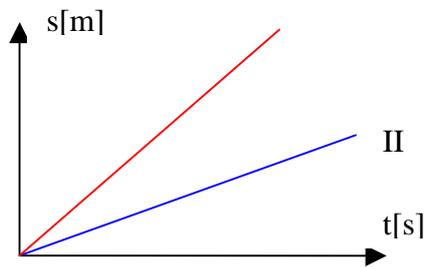
.....

20. Beschrifte das unten stehenden Koordinatensystem und erstelle das Geschwindigkeit -Zeit-Diagramm für die folgende Situation:

Ein PKW-Fahrer fährt 20s lang gleichförmig mit der Geschwindigkeit $v=15\text{m/s}$, dann bremst er 5s lang und fährt nun 15 s lang gleichförmig mit der Geschwindigkeit 3m/s . Danach hält er 10s lang an und dann beschleunigt er 5s lang, bis er die Geschwindigkeit $v=8\text{m/s}$ hat.



21. Die dargestellten Diagramme sollen vergleichend beschrieben werden.



Was beschreiben die vier Geraden ?

Wie unterscheiden sie sich?

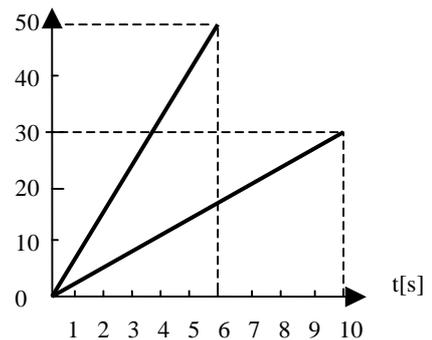
22. Im Diagramm sind die Bewegungsabläufe zweier Wagen dargestellt.

a. Welche Bewegungsart liegt bei beiden Wagen vor?

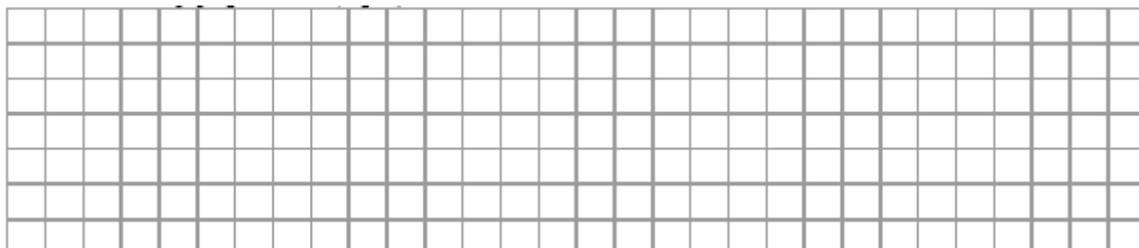
.....

b. Begründe Deine Aussage!

.....



c. Berechne die Geschwindigkeit der beiden Wagen!



23. Rechenaufgaben:

a) Eine Bewegung wird durch folgende Ort-Zeit Tabelle beschrieben.

t in s	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0
s in m	0	20	40	60	80	100	110	120	130	140	150

1. Zeichne ein Zeit-Weg-Diagramm; 1s entspricht 1 cm und 20 m entsprechen 1 cm;
2. Berechne die Geschwindigkeit im Intervall [5s; 9s]
3. Beschreibe den "Bewegungszustand" zwischen der 14. und 18. Sekunde.
4. Welche Strecke hätte das Auto bis zur 25. Sekunde zurückgelegt, wenn es mit der Geschwindigkeit am Ende der 20. Sekunde weitergefahren wäre?

b) Um eine Strecke von 5 km zurückzulegen, benötigt ein Rettungsboot (SAR 1500) flussabwärts 5 Minuten. Flussaufwärts, also gegen den Strom, braucht es 6 Minuten. Wie groß ist die Strömungsgeschwindigkeit des Flusses? Wie lange würde es bei ruhigem Wasser brauchen, also wenn es keine Strömung gäbe, um eine 2 km lange Strecke zurückzulegen?

c) Ein 200 Meter langer Eilzug fährt mit einer Geschwindigkeit von $108 \frac{km}{h}$ an einem stehenden Zug vorüber.

Wie lang war der stehende Zug, wenn das Überholen 10s gedauert hat?



d) In welcher Zeit fahren zwei Züge der Längen 200 und 300 Meter aneinander vorbei, wenn sie $54 \frac{km}{h}$ und $90 \frac{km}{h}$ fahren. Berechne die Aufgabe für die gleiche und die entgegengesetzte Fahrtrichtung.

e) Ein Schwimmer überquert einen Fluss von 60 m Breite. Die Richtung seiner Geschwindigkeit ist immer senkrecht zum Ufer und beträgt 1 m/s.

Die Flussgeschwindigkeit wird überall als konstant angenommen und beträgt 0,5 m/s.

- Wie lange dauert die Flussüberquerung ?
- Unter welchem Winkel (zum Ufer) überquert der Schwimmer den Fluss?
- Wie groß ist die Distanz, die der Schwimmer flussabwärts getrieben wird?

5. DIE GLEICHMÄßIG BESCHLEUNIGTE UND DIE VERZÖGERTE BEWEGUNG

Beschleunigung f _____
 gleichmäßig _____
 Anfangsgeschwindigkeit f _____
 steil _____
 Steigung f _____



Grundwissen



Das Geschwindigkeit-Zeit Gesetz $v = v_0 + a \cdot t$

Das Weg - Zeit Gesetz $s = v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2}$

Wenn die Bewegung mit konstanter Beschleunigung aus der Ruhe beginnt, reduzieren sich die Gesetze ($v_0 = 0$) zu:

$$v = a \cdot t$$

$$s = \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

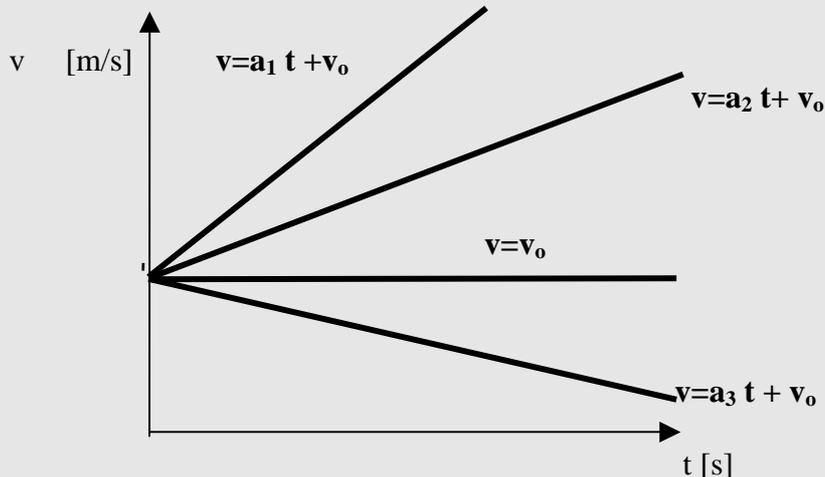


Abb. 5.1 v-t Diagramm von Bewegungen mit konstanter Beschleunigung und Anfangsgeschwindigkeit v

Aus dem v-t Diagramm ziehen wir die Folgerungen:

- 1/ $a_1 > a_2$ und $a_1, a_2 > 0$. Je größer die Beschleunigung ist, desto größer ist die Steigung der Geraden.
- 2/ $a_3 < 0$. Diese Gerade entspricht der gleichmäßig verzögerten Bewegung
- 3/ $a = 0$. Die Bewegung ist gleichförmig

24. Folgende Merksätze konnten wir leider nicht mehr trennen. Würdest du das für uns übernehmen (und nicht vergessen, die Satzzeichen zu setzen)?

Die Beschleunigung ist eine physikalische Größe mit der sich die Geschwindigkeit in einem bestimmten Zeitabschnitt verändert. Dies kann sich wie bereits erwähnt sowohl auf die Richtung als auch auf den Betrag auswirken. Wie auch bei der Geschwindigkeit wird allgemein ein Teil vernachlässigt. In der Alltagssprache ist die Beschleunigung nichts weiter als die Geschwindigkeitszunahme. Es gibt aber auch eine negative Beschleunigung bei der sich der Betrag der Geschwindigkeit verringert.

25. Richtig oder falsch?

		richtig	falsch
a	Eine Bewegung ist beschleunigt, wenn die Geschwindigkeit nicht zunimmt.		
b	Weg-Zeit-Diagramm der gleichmäßig beschleunigten Bewegung ist eine quadratische Funktion – Parabel.		
c	Je steiler die Gerade im Geschwindigkeits-Zeit-Diagramm der gleichmäßig beschleunigten Bewegung ist, umso größer ist die Beschleunigung.		
d	Das Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm der gleichmäßig beschleunigten Bewegung ist eine Hyperbel.		
e	Die Verzögerung ist eine negative Beschleunigung.		

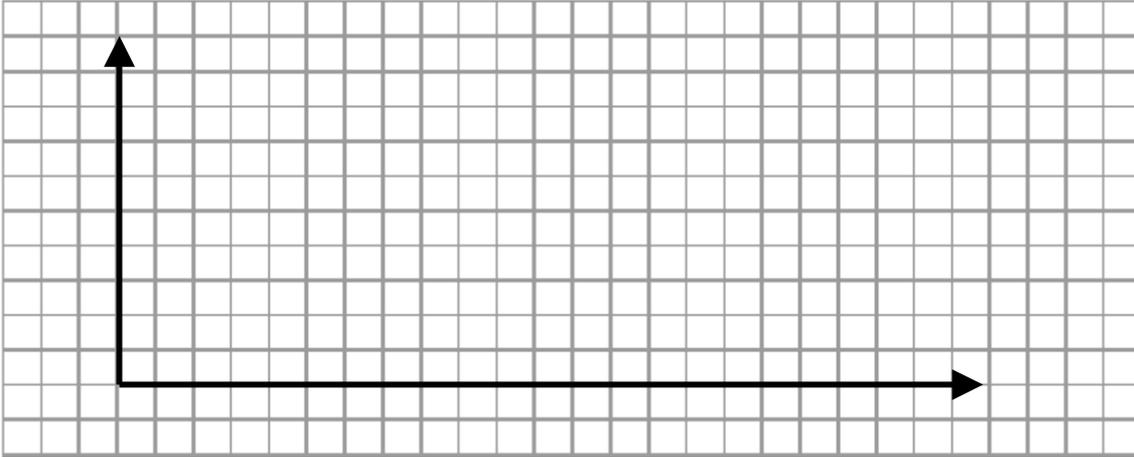
26. Nenne zwei praktische Beispiele für Bewegungen mit konstantem Betrag der Geschwindigkeit.

Anfertigung der Diagramme

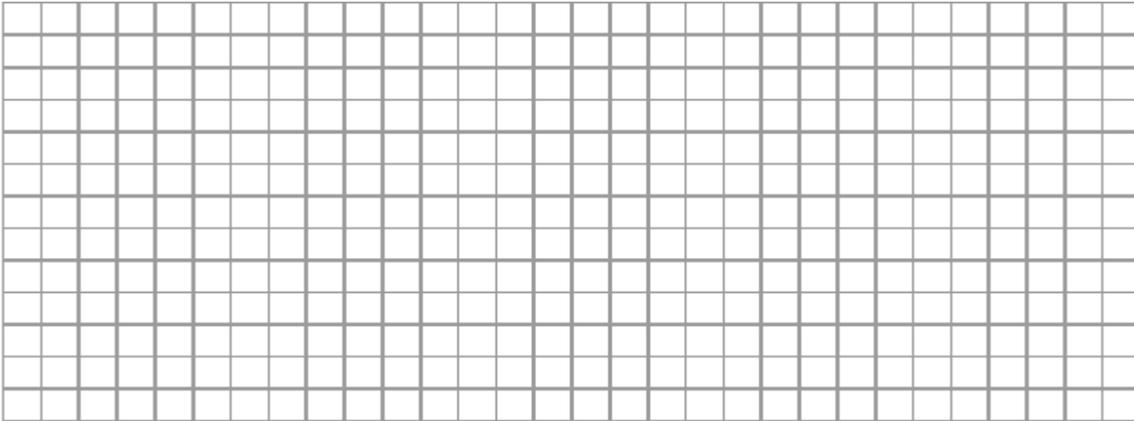
27. Peter untersucht die Bewegung eines Fahrzeuges aus dem Stillstand und ermittelt folgende Messwertpaare in der Tabelle:

t in s	0	5	10	15	20
v in $\frac{m}{s}$	0	8	16	24	32

a) Zeichne das Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm!

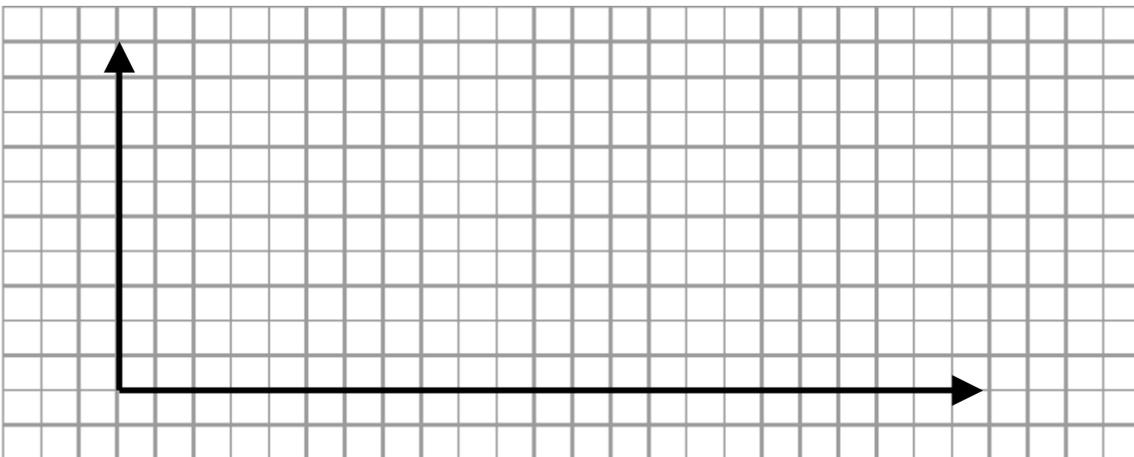


b) Berechne die Beschleunigung des Fahrzeuges in $\frac{m}{s^2}$.



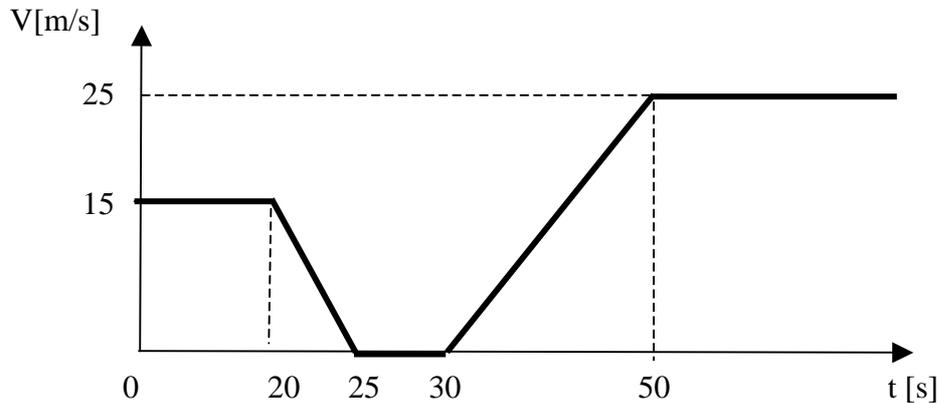
28. Beschrifte das Koordinatensystem und erstelle das Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm für folgende Situation:

Ein Auto beschleunigt 5s lang bis auf die Geschwindigkeit von 20 m/s. Dann fährt es 10s lang gleichförmig und bremst dann 2s lang auf 10m/s. Danach fährt es 20 s lang gleichförmig und in weiteren 3 s bremst der Fahrer bis zum Stillstand.



Lesen von Diagrammen

29. Frau Nowak fährt zum Einkaufen und sieht ihren zu Fuß gehenden Sohn. Weil sie ihm schnell eine sehr wichtige Nachricht übermitteln muss, ist sie zum Bremsen und kurzzeitigen Halten gezwungen. Im v-t-Diagramm ist der Bewegungsablauf des erzählten Ereignisses dargestellt.



Beantworte die Fragen. (Formuliere ganze Sätze!!)

a. Welche Bewegung führt Frau Nowak von der 20. bis zur 25. Sekunden aus?

.....

b. Wie lange bleibt sie in Ruhe?

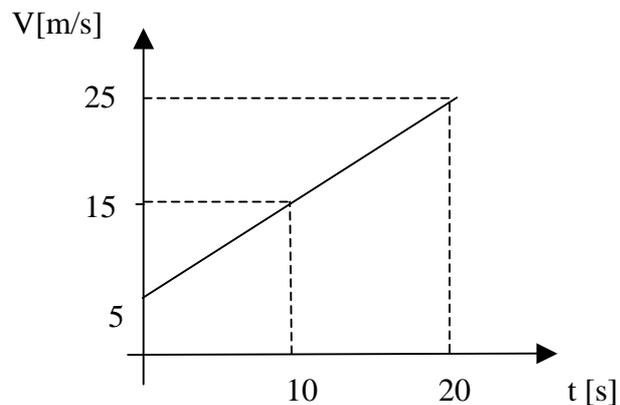
.....

c. Was kannst Du über die Beträge der Beschleunigungen von 20 bis 25 und von 30 bis 50 Sekunden aussagen?

.....

Interpretation von Diagrammen

30. Welche Aussagen zum gezeichneten Diagramm sind richtig?

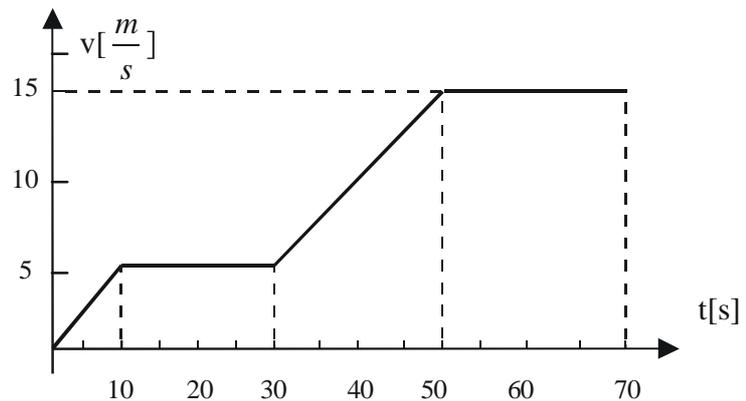


- a. Die Geschwindigkeit ist konstant.
- b. Die Geschwindigkeit nimmt mit der Zeit zu.
- c. Die Geschwindigkeit nimmt mit der Zeit ab.
- d. Nach 20 s der Bewegung ist die Geschwindigkeit um $25 \frac{m}{s}$ als am Anfang.
- e. Nach 10 s der Bewegung ist die Geschwindigkeit um $10 \frac{m}{s}$ als am Anfang.
- f. Die zurückgelegte Strecke nach 20 Sekunden ist 300m.
- g. Die zurückgelegte Strecke nach 20 Sekunden ist 500m.

31. Rechenaufgaben

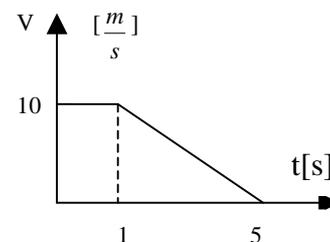
- a) Welchen Weg hat ein Auto zurückgelegt, das aus der Ruhe heraus mit einer Beschleunigung von $a=3 \frac{m}{s^2}$ gleichmäßig beschleunigt wird, bis es eine Geschwindigkeit von $90 \frac{km}{h}$ erreicht hat?
- b) Ein Autofahrer bremst mit $a = -5 \frac{m}{s^2}$ von $72 \frac{km}{h}$ auf $54 \frac{km}{h}$ ab. Wie viel Zeit vergeht dabei und welcher Weg wird zurückgelegt?
- c) Ein Pkw bremst mit der Verzögerung $6 \frac{m}{s^2}$ und legt bis zum Stillstand 48 m zurück. Wie groß sind Bremszeit und Anfangsgeschwindigkeit?

- d) Das v-t Diagramm stellt eine Bewegung dar. Zeichne ein a-t Diagramm. Berechne die zurückgelegte Strecke, die der bewegte Körper zurückgelegt hat.



- e) Ein Pkw fährt mit konstanter Geschwindigkeit ($36 \frac{km}{h}$) an einem Motorradfahrer vorbei, der sich soeben mit gleichmäßiger Beschleunigung in Bewegung setzt und den Wagen nach 10 s überholt. Welche Beschleunigung hat das Motorrad ?

- f) Ein Radfahrer muss bei plötzlicher Gefahr sein Rad abbremsen. Bis zur Betätigung der Bremsen vergeht eine Reaktionszeit von 1s. Der beschriebene Bewegungsverlauf ist in einem v-t Diagramm dargestellt. Berechne die Bremsverzögerung, den Bremsweg und den Gesamtweg.



g) Ein Autofahrer muss plötzlich sein Fahrzeug innerhalb von 4 s von der Geschwindigkeit $72 \frac{km}{h}$ auf $108 \frac{km}{h}$ beschleunigen. Wie groß ist die Beschleunigung? Welcher Gesamtweg wird während der Beschleunigung zurückgelegt?

h) Sehr exklusiv und sehr schnell, das trifft auf die Autos aus der Sportwagenmanufaktur Pagani Automobili im italienischen San Cesario sul Panaro zu (Bild rechts). Bereits bei den Zahlen auf dem Datenblatt zum Auto stellen sich die Nackenhaare auf: Von 0 auf 100 km/h prescht der Wagen in 3,6 Sekunden, von 0 bis Tempo 200 vergehen lediglich 9,8 Sekunden. Noch schneller funktioniert es umgekehrt. Wer bei $200 \frac{km}{h}$ mit ganzer Kraft aufs Bremspedal tritt, bringt den Wagen in 4,4 Sekunden zum Stehen. Berechne die mittlere Beschleunigung in beiden gegebenen Fällen, die Verzögerung von $200 \frac{km}{h}$ bis Null und auch den Bremsweg in diesem Fall.



Pagani Zonda

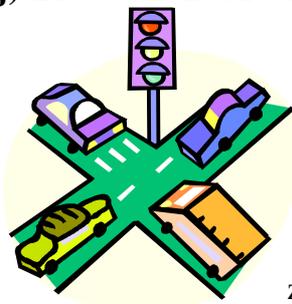
i) Wie wichtig die Anfangsgeschwindigkeit für alle Straßenbenutzer ist, wissen vielleicht alle. Aber es ist sinnvoll, allein das folgende Beispiel zu berechnen!

Einmal bremst der Wagen mit einer Verzögerung von $7 \frac{m}{s^2}$ von einer Geschwindigkeit von

$108 \frac{km}{h}$ und das andere Mal von $54 \frac{km}{h}$ auf Null. Um wie viele Meter ist der zweite

Bremsweg kürzer? Man muss noch die „Reaktionszeit“ von 1s, wo der Fahrer sich noch gleichförmig bewegt, einkalkulieren.

j) Die Journalisten einer Zeitung haben überprüft, ob die gelbe Ampel genügend lange leuchtet, damit die Fahrer die zulässige Höchstgeschwindigkeit von $60 \frac{km}{h}$ einhalten können.



Die Messergebnisse der Journalisten: die mittlere Beschleunigung des Wagens $-6 \frac{m}{s^2}$, die Zeitdauer des gelben Lichtes 3s, mittlere

Reaktionszeit des Fahrers $-1s$. Schafft es der Fahrer vor der Ampeln zu bremsen, wenn er $60 \frac{km}{h}$ fährt? Wie lange soll „Gelb“ leuchten

damit alle Wagen im Stande sind rechtzeitig vor der Ampel anzuhalten.

k) Ein 30 m langer Lastzug fährt mit einer Geschwindigkeit von $90 \frac{km}{h}$ auf der Autobahn. Er

wird von einem 12 m langem Autobus, der mit einer Geschwindigkeit von $108 \frac{km}{h}$ fährt,

überholt. Der Sicherheitsabstand beträgt vor und nach dem Überholvorgang jeweils 40 m. Wie lange dauert der Überholvorgang? Welchen Weg legen der Lastzug und der Autobus in dieser Zeit zurück?

l) Bei einem Verkehrsunfall wurde eine Bremsspur von 18 m gemessen. Der Sachverständige geht von einer Bremsbeschleunigung von $-6,8 m/s^2$ aus. Hatte der Pkw die zulässige Höchstgeschwindigkeit von $60 \frac{km}{h}$ eingehalten?



6. DIE GLEICHFÖRMIGE KREISBEWEGUNG

- Kreisbewegung f _____
- Umlaufdauer f _____
- Bahngeschwindigkeit f _____
- Winkelgeschwindigkeit f _____
- Zentripetalbeschleunigung f _____
- Drehfrequenz f _____
- Bogenmaß n _____
- Radius m _____
- Krümmung f _____
- Bahnkurve f _____



Grundwissen



Eine Kreisbewegung heißt *gleichförmig*, wenn in gleichen Zeitabschnitten gleiche Winkel überstrichen werden.

Die gleichförmige Kreisbewegung ist eine **beschleunigte Bewegung**. Der Betrag der Geschwindigkeit ändert sich nicht, aber die Richtung ändert sich ständig. Da die Geschwindigkeit eine gerichtete Größe (auch vektorielle Größe) ist, beobachtet man die Beschleunigung wegen der Richtungsänderung.

Die Definitionen

32. Ordne die Definitionen den passenden Formeln und Einheiten zu!

	Definition		Einheit		Formel
1	Die Zeit für 1 Umdrehung des Rades heißt Umlaufdauer T .	W	$\frac{m}{s}$	A	$a_r = \frac{v^2}{r}$
2	Die Drehfrequenz ist der Quotient aus der Zahl n der Umdrehungen eines Körpers und der dazu benötigten Zeit t.	V	s	B	$v = \frac{2\pi \cdot r}{T}$
3	Die Bahngeschwindigkeit bezeichnet in der Physik die Geschwindigkeit, die ein Punkt auf einer Kreisbahn besitzt	X	$\frac{rad}{s}$	C	$T = \frac{t}{n}$
4	Unter der Winkelgeschwindigkeit versteht man bei einer gleichförmigen Kreisbewegung den Quotienten aus dem vom Radius überstrichenen Winkel φ im Bogenmaß durch die zugehörige Zeit t.	Y	$\frac{m}{s^2}$	D	$f = \frac{n}{t}$
5	Wegen der Richtungsänderung der Bahngeschwindigkeit führt ein Massenpunkt bei einer gleichförmigen Kreisbewegung eine Bewegung mit der zum Kreismittelpunkt gerichteten Zentripetalbeschleunigung aus.	Z	Hz Hertz	E	$\omega = \frac{\varphi}{t}$

33. Beispiele der Kreisbewegung

Denke darüber nach, wo im alltäglichen Leben gleichförmige Kreisbewegungen vorkommen (mindestens 3 Situationen). Beweise mit Hilfe der Definition der Kreisbewegung, dass die Bewegung tatsächlich gleichförmig ist.

34. Beantworte die Fragen:

a. Warum spielt die Kreisbewegung in Physik und Technik eine sehr wichtige Rolle?

.....
.....

b. Was für einen Unterschied siehst du zwischen der gleichförmig fortschreitenden und einer rotierenden Bewegung?

.....
.....
.....

c. Warum herrscht bei einer gleichförmigen Kreisbewegung die Zentripetalbeschleunigung?

.....
.....

35. Lückentext (Quelle: www.chemgapedia.de)

Eine(1) kann durch Angabe von Ort, Geschwindigkeit und Beschleunigung charakterisiert werden. Eine Kreisbewegung wird dagegen meist durch die Angabe von Winkel,(2) und Winkelbeschleunigung beschrieben. Beide Arten der Beschreibung beruhen auf(3), der Veränderung dieses Ortes und der Änderung dieser Veränderung. Deshalb gibt es zu jeder(4), mit der man eine Kreisbewegung beschreibt, eine analoge Größe unter den im Allgemeinen zur Beschreibung von linearen Bewegungen verwendeten Größen.

Jede allgemeine krummlinige Bewegung kann abschnittsweise als ein Stück einer(5) betrachtet werden, indem man einen Kreis so an die Bahn zeichnet, dass sich Kreis und Bahnkurve ein kleines Stück weit decken. Je stärker die(6) an der jeweiligen Stelle gekrümmt ist, desto kleiner ist der(7) des benötigten Kreises. Damit ergibt sich die Möglichkeit einer Charakterisierung der(8) einer Bahnkurve. Man nennt diese Größe den Krümmungsradius in einem bestimmten Punkt der Kurve.

Radius – Krümmung – Angabe des Ortes – Bahn – Kreisbewegung – lineare Bewegung Winkelgeschwindigkeit – Größe

36. Karussell

Das rechts gezeichnete Karussell dreht sich mit der Frequenz 0.1Hz. Zwei Pferde, die nebeneinander stehen (gelb und blau), haben die Abstände von $r = 3\text{ m}$ und $r = 5\text{ m}$ von der Drehachse.



- Wie groß ist die Umlaufzeit T ?
- Wie groß ist die Differenz der Bahngeschwindigkeiten der beiden Pferde?
- Berechne die Winkelgeschwindigkeit des Karussells.

37. Rechenaufgaben

- Der Rotor eines E-Motors hat eine Drehzahl von 900 pro Minute. Berechne jeweils die Winkelgeschwindigkeit und die Frequenz des Rotors während des Dauerbetriebs.
- Der Minutenzeiger einer Uhr sei 2 cm lang und der Stundenzeiger 1 cm. Berechne jeweils die Bahngeschwindigkeit, die Winkelgeschwindigkeit und die Radialbeschleunigung an der Spitze der Zeiger!
- Wie groß ist die Winkelgeschwindigkeit, wenn man für einen Umlauf auf einer Kreisbahn 2 s braucht?

- d) Die Winkelgeschwindigkeit beträgt $5 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$. Welcher Winkel wird in 6 s überstrichen?

Wie groß ist dieser Winkel in Bogenmaß und in Graden ausgedrückt?

- e) Die Umlaufzeit T eines Rades betrage 0.02 s.
- Wieviel Mal dreht sich das Rad pro Sekunde?
 - Wie groß ist die Bahngeschwindigkeit eines rotierenden Punktes, wenn er im Abstand $r=0,4\text{m}$ von der Drehachse liegt.

- f) Die Erde führt eine Drehbewegung um ihre eigene Achse und um die Sonne aus.

- Welche lineare Geschwindigkeit hat ein Punkt am Äquator bei einem Radius von 6378 km?
- Wie groß ist die mittlere Geschwindigkeit um die Sonne, wenn angenommen wird, dass die Erde ihre Bewegung auf einer Kreisbahn vollzieht (Umlaufzeit $365 \frac{1}{4}$ Tag, Radius der Erdbahn beträgt circa 150000000 km).



- g) Der Reifendurchmesser eines PKW Wagens beträgt 660 mm.

- Wie viele Umdrehungen pro Minute macht das Rad bei einer Geschwindigkeit von $100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$?
- Wie viele Umdrehungen hat dieses Rad nach 1000 km ausgeführt?

7. WEIß ICH DAS SCHON?

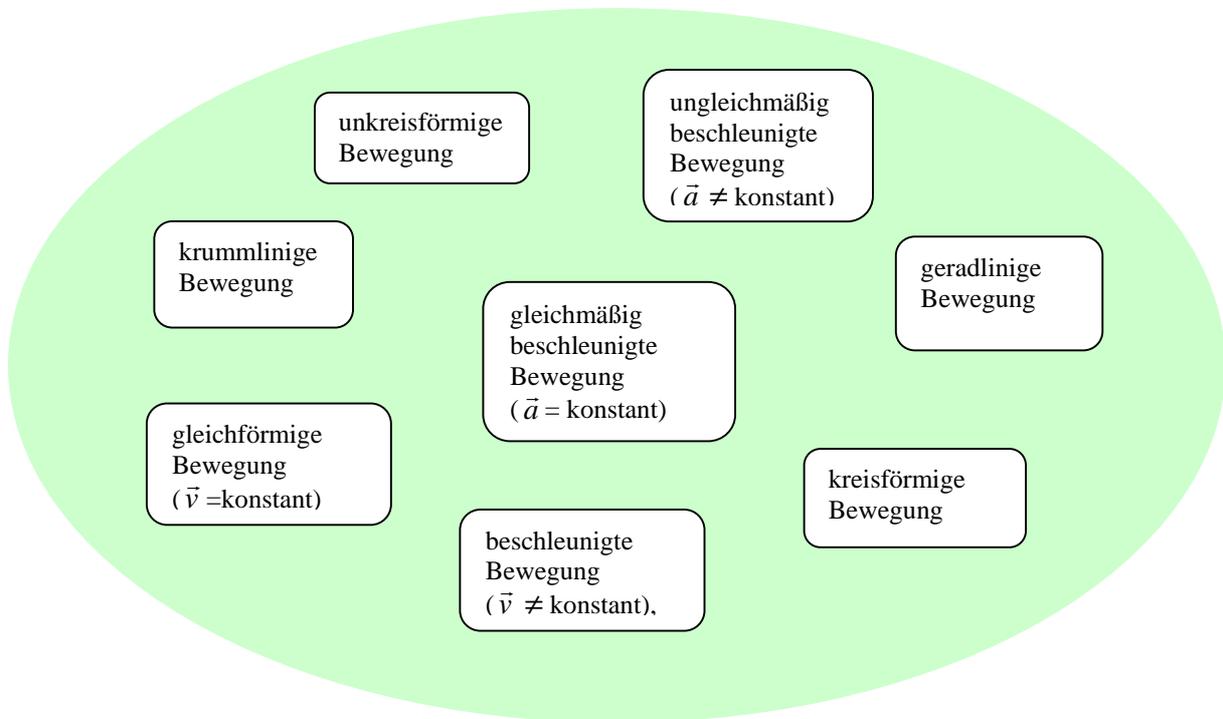
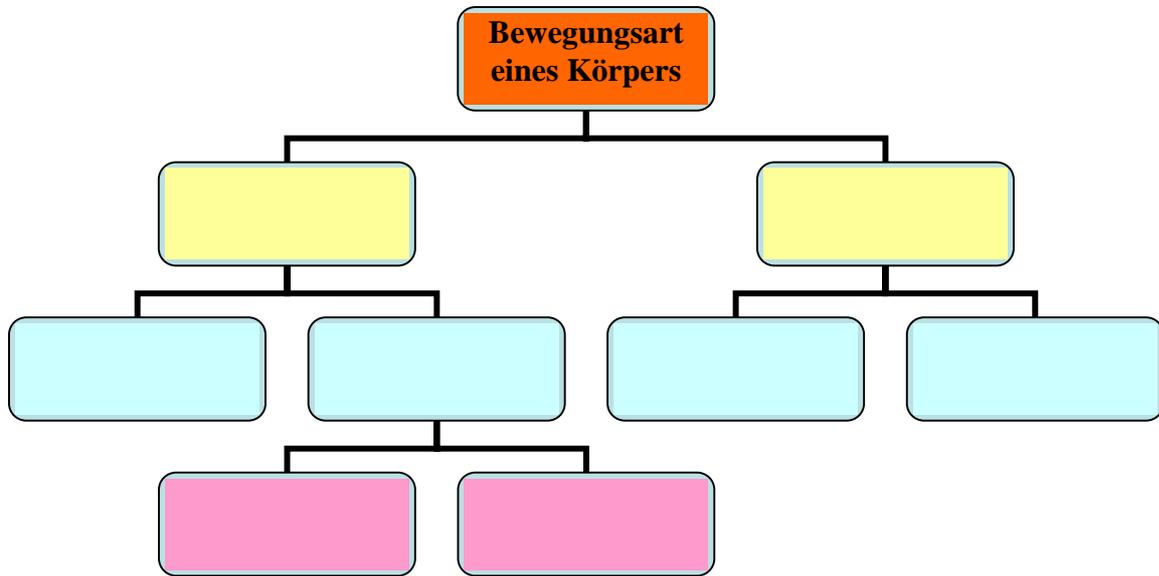


38. WIE MUSS DIE TABELLE ERGÄNZT WERDEN?

	Gleichförmige Bewegung	Gleichmäßig beschleunigte Bewegung
Nenne die charakteristische Eigenschaft dieser Bewegungsart.	Die Geschwindigkeit bleibt immer gleich.
Nenne zwei Beispiele der Bewegung aus der Praxis.	Bremsen eines Fahrzeuges vor einem Hindernis.
s-t-Diagramm		
v-t-Diagramm		
a-t-Diagramm		
Weg-Zeit-Gesetz		$s = v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2}$ wenn $v_0=0$
Geschwindigkeits-Zeit-Gesetz	$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \text{konstant}$	Wenn $v_0=0$

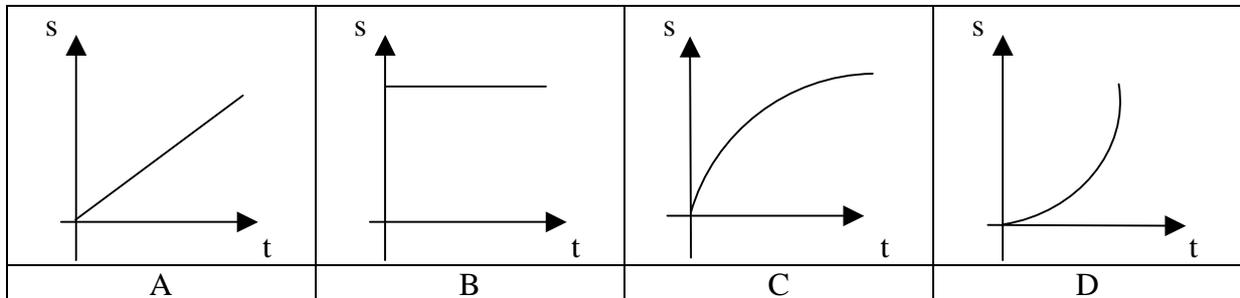
39. Klassifikation der Bewegungsarten

Fülle mit Hilfe der unten angegebenen Begriffe das Diagramm aus!



42. Test

a. Ein Wagen wird auf eine schiefe Ebene gesetzt und losgelassen. Er rollt die schiefe Ebene hinab. Welches der gezeichneten Diagramme stellt die Beziehung zwischen dem zurückgelegten Weg s und der Zeit t qualitativ richtig dar?



b. $s \sim t^2$ bedeutet

- A) In gleichen Zeiten werden gleiche Wege zurückgelegt
- B) Nach 2 Sekunden wird der vierfache Weg zurückgelegt
- C) Der Weg ist zur Zeit proportional
- D) Der Weg ist zur Zeit umgekehrt proportional

c. Eine Bewegung ist bestimmt beschleunigt, wenn

- A) die zurückgelegte Strecke proportional zur Zeit ist
- B) die Geschwindigkeit nicht zunimmt
- C) sich der Betrag oder die Richtung der Geschwindigkeit ändert
- D) sich weder Betrag noch Richtung der Geschwindigkeit ändert

d. Welche Aussage über das t - v -Diagramm der gleichförmigen Bewegung ist richtig?

- A) Die t - v -Kurve ist eine Ursprungsgerade.
- B) Die t - v -Kurve ist eine Gerade.
- C) Die t - v -Kurve ist nach oben gebogen.
- D) Die t - v -Kurve ist nach rechts gebogen.

e. Herr Nowak ist 120 m mit der Geschwindigkeit $6 \frac{m}{s}$ gelaufen und dann geht er weiter

80 s mit der Geschwindigkeit $1 \frac{m}{s}$. Die mittlere Geschwindigkeit von Herrn Nowak

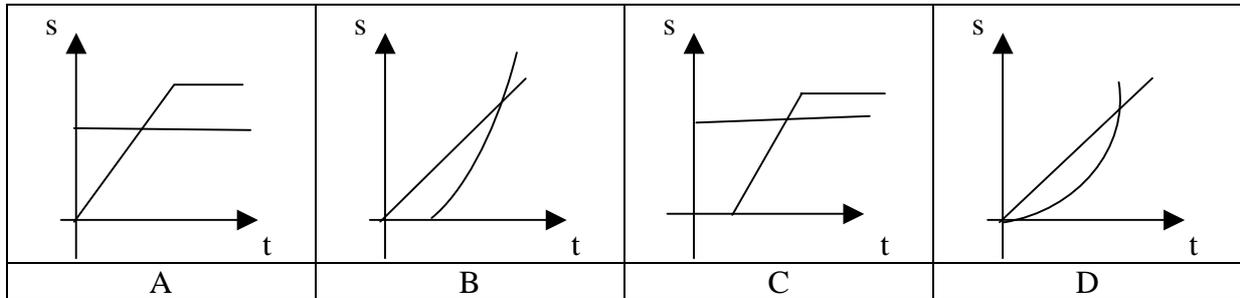
beträgt:

- A. $1,5 \frac{m}{s}$ B. $2 \frac{m}{s}$ C. $3,5 \frac{m}{s}$ D. $4 \frac{m}{s}$

f. Die Kugel hat in der dritten Sekunde der gleichförmigen Bewegung den Weg von 5m zurückgelegt. Die zurückgelegte Strecke in der ersten Sekunde ist:

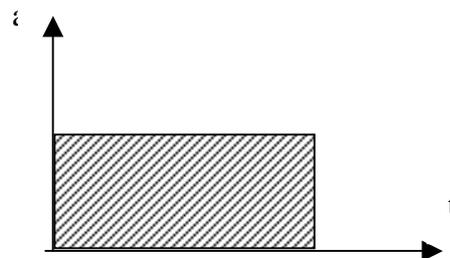
- A. 1m B. 1,5 m C. 2,5m D. 5m

g. Neben einer Bushaltestelle fährt ein Wagen mit der Geschwindigkeit $15 \frac{m}{s}$. Nach 10 s startet in gleichen Richtung ein Bus und in 40s erreicht er die Geschwindigkeit $25 \frac{m}{s}$ und fährt dann gleichförmig weiter. Welches Diagramm beschreibt die beschriebene Situation am besten?



h. Das a-t Diagramm stellt eine geradlinige Bewegung dar. Die schraffierte Fläche ist im Betrag gleich

- A. der zurückgelegten Strecke
- B. der mittleren Geschwindigkeit
- C. der Endgeschwindigkeit
- D. der Geschwindigkeitszunahme



i. Der Zug fährt geradlinig und gleichförmig. Der Reisende bewegt sich gleichförmig senkrecht zur Fahrriichtung. Richtig ist die Feststellung:

- A. Gegenüber einem beliebigen Bezugssystem hat der Geschwindigkeitsvektor des Reisenden immer den gleichen Betrag
- B. Der Betrag des Geschwindigkeitsvektors des Reisenden ist immer kleiner als der Betrag der Zuggeschwindigkeit
- C. Gegenüber der Erde ist der Betrag des Geschwindigkeitsvektors des Reisenden die algebraische Summe des Zuggeschwindigkeitsvektors und des Vektors des Reisenden gegenüber dem Zug
- D. Alle Meinungen A,B,C sind falsch

j. Die Kugel hat in der dritten Sekunde der gleichmäßig beschleunigten Bewegung aus dem Ruhestand den Weg von 5m zurückgelegt. Die zurückgelegte Strecke in der ersten Sekunde ist:

- A. 1m
- B. 1,5 m
- C. 2,5m
- D. 5m

43. Abituraufgabe – Was müssen unsere deutschen Freunde im Grundkurs Physik lösen?

Abitur April/Mai 2002 Physik (Grundkurs) - Kultusministerium des Landes Sachsen-Anhalt

1.1 Bei der Bewegung eines Fahrstuhles in einem Hochhaus kann der in Bild 1 grafisch dargestellte Geschwindigkeitsverlauf angenommen werden.

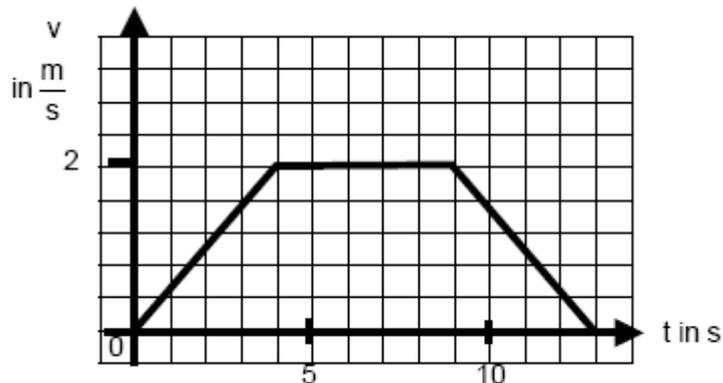


Bild 1

Nennen Sie die Bewegungsarten in den einzelnen Fahretappen, und begründen Sie Ihre Entscheidung.

Zeichnen Sie das zugehörige a-t-Diagramm und das s-t-Diagramm.

1.2 Ein Auto fährt mit einer Geschwindigkeit von $108 \frac{km}{h}$ auf der Autobahn. Plötzlich nimmt der Fahrer einen Stau wahr und leitet den Bremsvorgang ein. Die Reaktionszeit beträgt 1 s, die als konstant zu betrachtende Bremsverzögerung $4 \frac{m}{s^2}$.

Berechnen Sie den Weg, den das Auto vom Moment der Wahrnehmung bis zum Stillstand zurücklegen würde.

Mit welcher Geschwindigkeit fährt das Auto auf ein Stauende auf, das sich im Moment der Wahrnehmung durch den Fahrer in 100 m Entfernung befindet?

In der Fahrschule werden folgende „Faustregeln“ gelehrt:

- Den Reaktionsweg in Meter erhält man, wenn man die Maßzahl der Geschwindigkeit in $\frac{km}{h}$ mit „0,3“ multipliziert.
- Den Bremsweg in Meter erhält man, wenn man die Maßzahl der Geschwindigkeit in $\frac{km}{h}$ quadriert und durch „100“ dividiert.

Diskutieren Sie, unter welchen Bedingungen diese Regeln sinnvoll sind.



II. Dynamik

8. ZUSAMMENFASSUNG DER NEWTONSCHEN GRUNDGESETZE

Trägheit f

Trägheitsgesetz n

Wechselwirkungsgesetz n

Einwirkung f

Gleichgewicht n

Inertialsystem n

Pfeil m



Grundwissen



TRÄGHEITSGESETZ

Jeder Körper behält genau dann seinen Bewegungszustand bei, wenn keine äußeren Kräfte auf ihn einwirken oder wenn das Resultat der auf ihn einwirkenden äußeren Kräfte gleich Null ist.

$$\vec{v} = \text{const.} \quad \text{genau dann, wenn} \quad \vec{F} = \mathbf{0}.$$

NEWTONSCHES BESCHLEUNIGUNGSGESETZ

Ein Körper in einem Inertialsystem, auf den eine resultierende Kraft wirkt, bewegt sich mit konstanter Beschleunigung, die proportional zur wirkenden Kraft und umgekehrt proportional zur Masse des Körpers ist. Die Richtung des Beschleunigungsvektors ist gleich der Richtung des resultierenden Kraftvektors.

Beschleunigungsgleichung $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$

Aus der Beschleunigungsgleichung definieren wir die Krafteinheit -1 Newton.

$$[F] = \left[1\text{kg} \cdot 1 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right] = [1\text{N}]$$

1N ist gleich dem Betrag der Kraft, die den Körper der 1 kg Masse bis 1 m/s beschleunigt.

WECHSELWIRKUNGSGESETZ

Greift Körper A mit der Kraft \vec{F}_A an Körper B an, so übt B auf A die Gegenkraft \vec{F}_B aus. Sie hat den gleichen Betrag wie \vec{F}_A , aber die entgegengesetzte Richtung $\vec{F}_A = -\vec{F}_B$.

Kraft und Gegenkraft /actio und reactio/ greifen an verschiedenen Körpern an. Sie halten also nicht das Gleichgewicht.

7	Ein Körper, auf den keine äußeren Kräfte wirken, bleibt im Zustand der Ruhe oder	G	dann übt der andere Körper auf den erstgenannten eine gleich große Kraft in entgegengesetzter Richtung aus (reactio).
8	Übt ein Körper (A) auf einen anderen Körper (B) eine Kraft aus (actio),	H	die eine Masse von 1 kg vom Ruhezustand beginnend in 1 Sekunde auf eine Geschwindigkeit von $1 \frac{m}{s}$ bringen kann.

Textverstehen

45. Lies den Text und löse die Aufgaben a und b!

Der Trägheitssatz. Erstes Newtonsches Gesetz

Versuch: Wir legen eine Kugel auf den Tisch. Sie bleibt in Ruhe. Wenn sie in Bewegung kommt, so suchen wir nach einer Ursache, nämlich der Einwirkung anderer Körper. Wir suchen nach einem Luftzug, der Anziehung eines versteckten Magneten oder nach einer Neigung der Unterlage.

Wir nennen solche äußeren Einwirkungen auf die Kugel - **Kraft**.

Der Kraftbegriff ist eine Abstraktion, mit der man das Einwirken eines Körpers auf einen anderen beschreibt.

Nicht alle Einwirkungen von Körpern aufeinander können durch den physikalischen Kraftbegriff beschrieben werden.

So sagt man zwar in der Umgangssprache :”Die Sonne hat große Kraft”. Aber die Erwärmung der Erde durch die Sonnenbestrahlung ist keine Kraftwirkung in dem von uns festgelegten physikalischen Sinn.

Ein ungebremst rollendes Auto kommt nur langsam zum Stehen, weil die Reibungskräfte klein sind. Soll es rasch angehalten werden, so sind große zusätzliche Kräfte nötig. Auch die Richtung einer Bewegung ändert sich nicht von selbst. Eine Kugel beschreibt eine gekrümmte Bahn, wenn sie von einer Rinne Führungskräfte erfährt oder durch Bodenunebenheiten abgelenkt wird.

Die Eigenschaft aller Körper in ihrem Bewegungszustand zu verharren, wenn die Resultierende der äußeren Kräfte Null ist, bezeichnet man als **die Trägheit** der Körper. Alle Körper sind träge.

TRÄGHEITSGESETZ

Jeder Körper behält genau dann seinen Bewegungszustand bei, wenn keine äußeren Kräfte auf ihn einwirken oder wenn die Resultierende der auf ihn einwirkenden äußeren Kräfte gleich Null ist.

$$\vec{v} = \text{const.} \quad \text{genau dann, wenn} \quad \vec{F} = 0.$$

Der Trägheitssatz sagt aus, unter welchen Bedingungen ein Körper seinen Bewegungszustand nicht ändert. Das Trägheitssatz gilt also nicht bezüglich eines sich drehenden Karussells und eines Zuges, dessen Geschwindigkeit sich nach Betrag oder Richtung ändert.

Ein Bezugssystem, für welches das Trägheitssatz gilt, heißt **Inertialsystem**.

Die Erde und alle relativ zu ihr gleichförmig und geradlinig bewegten Bezugssysteme, etwa ein Zug, der gleichmäßig geradeaus fährt, können als Inertialsysteme angesehen werden. Abweichungen wegen der Erdumdrehung sind sehr klein. Ein noch besseres Inertialsystem stellt die Sonne oder die Gesamtheit des Fixsternhimmels dar.

a) Richtig oder falsch? Bewerte die Sätze!

	richtig	falsch
A. Alle Einwirkungen können durch den Kraftbegriff beschrieben werden.	x	
B. Das Trägheitsgesetz legt fest, was man unter einem Inertialsystem versteht.	x	
C. Ein rollendes Auto kommt langsam zum Stehen, weil sehr große Reibungskräfte wirken.		x
D. Alle Körper sind träge.	x	
E. Das Trägheitsgesetz gilt für die Systeme, deren Geschwindigkeit sich ändert.		x
F. Die Sonne dürfen wir als Inertialsystem ansehen.	x	

b) Beantworte die unten stehenden Fragen!

1. Was versteht man unter dem Begriff "Kraft"?

.....

2. Wie erklärst du die physikalische Bedeutung des Begriffs - "Trägheit"?

.....

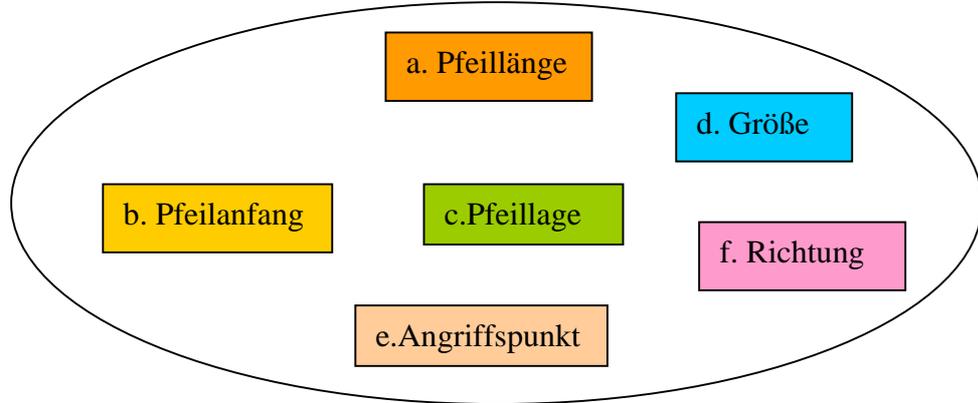
3. Die Physiker haben die Erde als Inertialsystem definiert, obwohl die Erde sich um ihre Achse dreht und auch die Bewegung um die Sonne nicht geradlinig ist? Unter welchen Bedingungen ist es möglich?

.....

4. Was sind Inertialsysteme?

.....

46. Du erkennst, dass sich die einzelnen Kräfte durch Größe, Richtung und Angriffspunkt unterscheiden. Diese Unterscheidungsmerkmale lassen sich durch Pfeile besonders zweckmäßig darstellen. Ordne die physikalischen Größen zu „Pfeilteilen“



.....

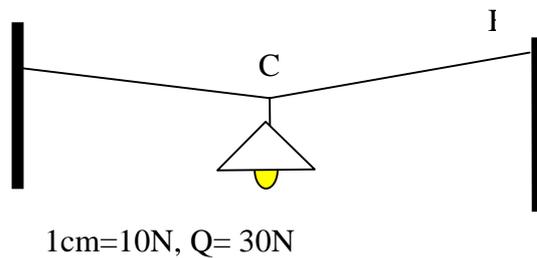
47. Zeichne bei den skizzierten Versuchsanordnungen alle wirkenden Kräfte ein.

<p>Der Holzklotz und die Last bewegen sich mit konstanter Geschwindigkeit.</p>	
<p>3. Der Klotz bewegt sich beschleunigt.</p>	<p>4. Die Last ist in Ruhe.</p>

48. Bestimme zeichnerisch die Kräfte, die in den Verbindungen AC und BC durch die Kraft G erzeugt werden.

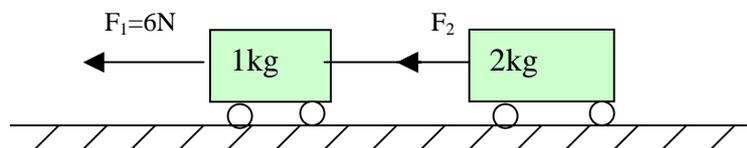
$F_{AC} = \dots\dots\dots$ $F_{BC} = \dots\dots\dots$

Welche Kräfte wirken im Punkt A
parallel bzw. $F_p = \dots\dots\dots$
 $F_s = \dots\dots\dots$



49. Rechenaufgaben

- a) Herr Maier spielt gern Fußball. Ein Junge gibt einem Ball mit der Masse 0,5 kg in der Zeit von 0,2 s aus der Ruhe eine Geschwindigkeit von 8 ms^{-1} . Welche Kraft übt er auf den Ball aus? Mit welcher Geschwindigkeit fliegt der Ball weg, wenn er durch mühsames Training seine Schussstärke verdoppelt hat?
- b) Ein Bus mit einer Masse von 18000 kg erreicht beim Anfahren nach 8 s eine Geschwindigkeit von $36 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Es wird eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung angenommen. Berechne die Beschleunigung des Busses! Berechne die Kraft, die zum Beschleunigen des Busses erforderlich ist!
- c) Ein beladener Eisenbahnwaggon mit der Gesamtmasse von 30 t wird aus dem Stillstand gleichmäßig beschleunigt. Berechne die Geschwindigkeit in km/h, die der Waggon nach 20 s erreicht, wenn auf ihn eine Kraft von 3,0 kN wirkt.
- d) Die Zugkraft $F_1 = 6\text{N}$ beschleunigt zwei durch ein Seil verbundene Wagen der Masse 1kg und 2kg (siehe das Bild). Wie groß ist die Kraft F_2 ? Die Reibung wird vernachlässigt.



- e) Ein Besucher des Kulturpalasts in Warschau hat die Masse 60kg. Der Aufzug, der ihn nach oben bringt, startet mit einer Beschleunigung von $2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ nach oben und später nach unten. Welche Gesamtkraft erfährt der Besucher bei der Aufwärtsbeschleunigung? Welche Kraft erfährt er abwärts?

9. IMPULS. IMPULSERHALTUNGSSATZ

Erhaltungsgesetz n

Impuls m

Impulserhaltungssatz m

Gesamtimpuls m

abgeschlossen

vernachlässigbar

Verallgemeinerung f



Grundwissen



Das Produkt aus Masse m und Geschwindigkeit \vec{v} eines Körpers heißt seine Bewegungsgröße oder sein **Impuls** \vec{p} .

Der Impuls hat die Einheit $[p] = \left[1 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$

Der Impuls ist eine vektorielle (gerichtete) Größe. Er hat die Richtung des Geschwindigkeitsvektors \vec{v} .

Die Systeme, wo der Einfluss von außen einwirkender Kräfte gegenüber den Kräften im System vernachlässigbar gering sind, nennt man **abgeschlossene Systeme**.

Das abgeschlossene System ist eine Idealisierung der Realität.

In abgeschlossenen Systemen gelten für die bestimmten physikalischen Größen die Erhaltungsgesetze, d.h. die Erhaltungsgröße bleibt in solchem System immer konstant.

Impulserhaltungssatz

In einem abgeschlossenen System ist die Gesamtimpulsänderung immer Null.

$$\Delta \vec{p} = 0$$

Verallgemeinerung des 2. Gesetzes von Newton

$$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$$

Das ist eine allgemeinere Form des 2. Newton-Gesetzes. Sie gilt auch, wenn die Masse nicht konstant ist (z.B. bei einer startenden Rakete).

50. Wähle aus dem Kasten das korrekte Wort!

Der Impulserhaltungssatz ist besonders beim

Zusammenstoß
Zusammenbruch
Zusammenhalt

 von Körpern wichtig.

Dabei unterscheidet man im einfachen Fall zwischen den beiden möglichen Extremen:

Der

unelastische
elastische

 Stoß, bei dem sich die beiden zusammengestoßenen Körper nach dem Stoß

unabhängig
abhängig

 voneinander weiter bewegen können.

Dies ist annähernd bei einem Gummiball der Fall. Bei diesem Stoß gilt zusätzlich zum

Impulserhaltungssatz auch noch der

Energieerhaltungssatz
Beschleunigungsgesetz

. **Der plastische oder unelastische**

Stoß, bei dem sich die beiden zusammengestoßenen Körper

nach
vor

 dem Stoß

zusammen weiter bewegen. Ein Beispiel hierfür ist der Zusammenstoß zweier klebriger

Kugeln, die beim Zusammenprall zusammenkleben. Hier gilt der

Impulserhaltungssatz
Energieerhaltungssatz

 nicht,

was auf die durch leichte Verformungen in Wärmeenergie umgewandelte Energie zu erklären

ist. □

51. Rechenaufgaben

- a) Ein Boot der Masse 75 kg schwimmt auf einem Fluss (Strömungsgeschwindigkeit $3,6 \frac{km}{h}$). Ein Junge (50 kg) springt mit $2 \frac{m}{s}$ ins Boot. Bestimme die Geschwindigkeit des Bootes nach dem Sprung, falls der Junge entgegengesetzt zur Flussrichtung springt.
- b) Eine Bergwerkslore (Leermasse 500kg) fährt reibungsfrei (d.h. ohne Geschwindigkeitsverlust) auf einer ebenen Gleisstrecke mit $2 \frac{m}{s}$. An einer Befüllstation wird sie während der Fahrt von oben mit 1000 kg Kohle gefüllt. Wie groß ist ihre Geschwindigkeit nach dem Füllen?
- c) Zwei Gleiter der Massen $m_1 = 200g$ und $m_2 = 300g$ und Geschwindigkeiten $v_1 = 2 \frac{m}{s}$ und $v_2 = 5 \frac{m}{s}$ bewegen sich auf der Luftkissenfahrbahn in die entgegengesetzte Richtung. Sie stoßen sich ab und bewegen sich aufeinander zu. Wie groß ist die Gesamtgeschwindigkeit der Gleiter nach dem Stoß? In welcher Richtung bewegen sich die Gleiter?
- d) Eine Lokomotive der Masse $M = 30t$ und der Geschwindigkeit $v = 2 \frac{m}{s}$ koppelt an einen stehenden Waggon der Masse 20t an. Wie groß ist die Geschwindigkeit nach dem Ankoppeln?

10. DIE REIBUNG

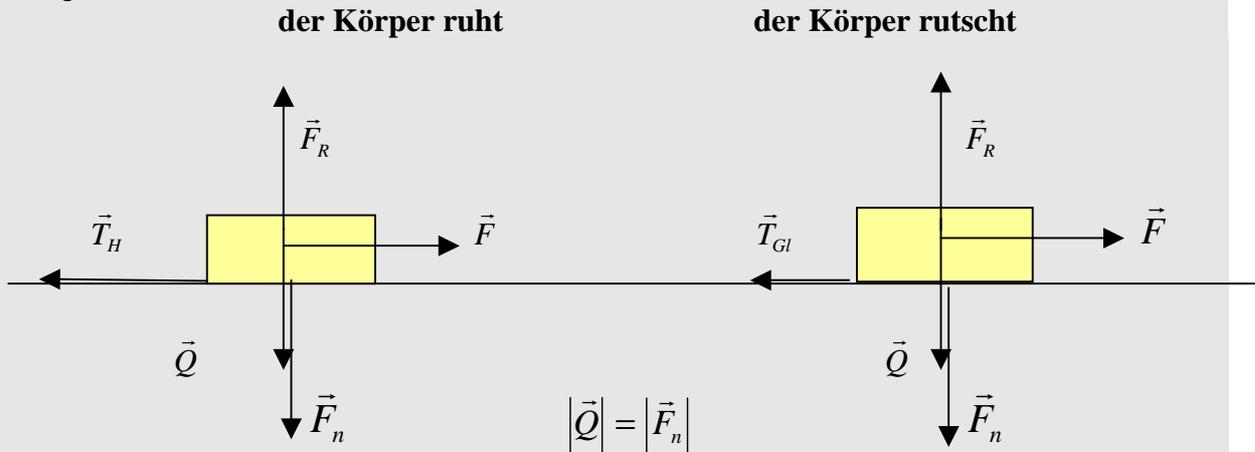
- Reibungskraft f
- Gleitreibungskraft f
- Haftreibungskraft f
- Anpresskraft f
- Zugkraft f
- Rollreibungskraft f
- Gleitreibungszahl f
- Haftreibungszahl f
- Oberflächenbeschaffenheit f



Grundwissen



Reibungskraft ist eine Widerstandskraft, die auf der Berührungsoberfläche wirkt, wenn auf einen Körper die waagrecht zur Berührungsoberflächen gerichtete Kraft wirkt. Reibung tritt nicht nur bei der Bewegung der Körper auf, aber auch, wenn sich ein Körper noch gar nicht bewegt. Man spricht dann von Haftreibung. Die Haftreibungskraft ist größer als die Gleitreibungskraft, mit der ein Gegenstand anschließend mit konstanter Geschwindigkeit bewegt werden kann.



\vec{Q} - Gewicht

\vec{F}_n - Anpresskraft

\vec{T}_{Gl} - Gleitreibungskraft

\vec{F}_R - Gegenkraft der Unterlage

\vec{T}_H - Haftreibungskraft

\vec{F} - Zugkraft

Die Haftreibungskraft und die Gleitreibungskraft sind von der Größe der Oberfläche unabhängig, aber sie hängen von der Art der Unterlage und von der Größe der Anpresskraft ab.

Da die Reibungskraft proportional zur Kraft ist, mit der ein Gegenstand senkrecht auf die Unterlage aufdrückt, kann für je ein Paar von Materialflächen eine Reibungszahl definiert werden.

Die Proportionalitätsfaktoren

$$\mu_{gl} = \frac{F_{gl}}{F_N} \quad \text{und} \quad \mu_h = \frac{F_H}{F_N}$$

heißen **Gleitreibungszahl** μ_{gl} und **Haftreibungszahl** μ_h . Beide hängen stark von der Oberflächenbeschaffenheit ab und sind reine Zahlen.

52. Ergänze den unten stehenden Text mit Wörtern aus dem Kasten. Im Kasten gibt es vier Wörter zu viel.

(Achte auf die Richtige grammatische Form)

Zieht man einen Körper über eine Unterlage, so entstehen Reibungskräfte.

Reibungskraft und ziehende Kraft sind(1) gerichtet.

Die Reibungskraft ist nicht von(2) abhängig. Die

Reibungskraft ist von (3) des gezogenen Körpers und(4)

abhängig. Der Quotient aus der.....(5) (T) und der Anpresskraft des

gezogenen Körpers ist die(6). (μ).

die Größe der Berührungsoberfläche,	die Oberflächenbeschaffenheit,	
die Anpresskraft,	Art der Oberfläche,	die Reibungskraft,
die Zugkraft gleich,		entgegengesetzt, die Länge,
	die Reibungszahl	

53. Bilde zusammengesetzte Substantive mit dem Suffix „-kraft,, übersetze ins Polnische! (suche im Skript und Wörterbuch)

Gravitationskraft -
.....kraft -
.....kraft -
.....
.....
.....

54. Ein komplizierter Brief

Werner interessiert sich für Physik. Er nimmt an einem Physikkurs teil, und schreibt an seinen Freund Wolfgang. Wolfgang bekommt den Brief.

Der Brief ist total zerrissen und kaputt! Schreibe den Brief von Werner an Wolfgang richtig!

Liebe rWolfg ang, nunb in ichsch ondreiW ochen zumLehr gang. Heu tehab enwir überdasThema „Reibungs kräfte” gesp rochen.Ichge beDi reini gefür Di chwicht igeInfor mationen: DieRe ibun gskra ftistab hängig vond erNor malkr aftmitder derKö rperse nkrecht au dieUn terla gedrückt. Auchwe nnsiche inKörpe rnic htbew egt, kön nenRei bungskr äftewirken. Me hrberich teichDir schonna chmein erRückkehr. Herz lichstDe inWern er.
--	--

55. Richtig oder falsch? Verbessere die falschen Aussagen!

Beispiel:

Das Naturgesetz ist ein Gesetz über einen Spezialfall.

Nein, das Naturgesetz ist kein Gesetz über einen Spezialfall, sondern ein allgemeingültiges Gesetz.

oder

Ja, das Naturgesetz ist

a) Die Haftreibungskraft ist von der Größe der Berührungsoberflächen abhängig.

.....

b) Die Rollreibungskraft ist größer als die Gleitreibungskraft.

.....

c) Die Haftreibungszahl wird in Newton gemessen.

.....

d) Die Reibungskraft wirkt ständig.

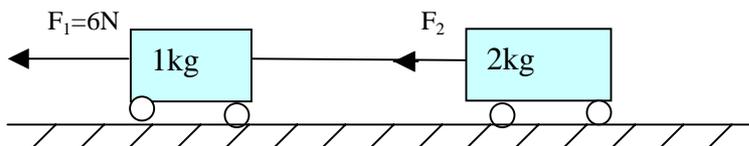
.....

56. Welche Art von Reibung tritt am Hinterräder eines Wagens zwischen Reifen und Straße auf? Kreuze in der Tabelle!

	Haftreibung	Gleitreibung	Rollreibung
a) beim Stehen auf leicht geneigter Straße			
b) beim Stehen auf waagrechter Straße			
c) beim normalen Anfahren			
d) beim Fahren im Leerlauf			
e) beim Abbremsen mit blockierenden Räder			

57. Rechenaufgaben

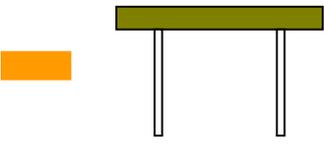
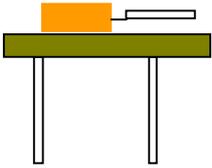
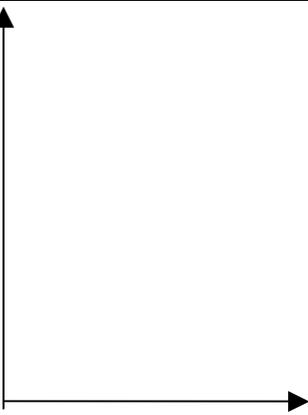
- a) Ein Wagen der Masse 1200 kg wird durch Blockieren aller Räder gebremst. Wie groß sind die verzögernde Gleitreibungskraft ($\mu_{gl} = 0,1$) und die Bremszeit bei $v_0 = 72 \frac{km}{h}$ auf waagrechter Straße?
- b) Peter zieht eine Kiste über einen Fußboden mit einer Kraft von 200 N. Die Kiste hat eine Masse von 50kg. Die Reibungszahl zwischen Kiste und Boden ist 0,2. Wie groß ist die Beschleunigung der Kiste ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)
- c) Ein Handkarren mit einer Masse von 30 kg wird auf einem waagerechten Betonboden verschoben. Dazu wird eine waagrecht angreifende Kraft von 50 N aufgewandt. Die Gleitreibungszahl zwischen Kiste und Boden hat für jeden Bewegungszustand den Wert 0,1. Welche Geschwindigkeit hat die Kiste nach 3 s erreicht, wenn sie sich aus dem Ruhezustand zu bewegen beginnt?
- d)



Die Zugkraft $F_1 = 6\text{ N}$ beschleunigt zwei durch ein Seil verbundene Wagen der Massen 1kg und 2kg (siehe das Bild). Wie groß ist die Kraft F_2 ? Reibungszahl $\mu = 0,1$.

58. Bestimmung der Gleitreibungszahl

**a) Beschreibung eines Experimentes (Benutze die rechts stehenden Wörter!).
Schreibe die Sätze in der Ich-Form! (Ich)**

1.		der Holzklotz der Tisch legen															
2.		der Kraftmesser die Hilfe wegziehen gleichförmig (mit konstanter Geschwindigkeit) verschiedene Massen															
3.	<table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="padding: 5px;">M in kg</td> <td style="width: 30px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">F_N in N</td> <td style="width: 30px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">F_{gl} in N</td> <td style="width: 30px; height: 20px;"></td> </tr> </table>	M in kg					F_N in N					F_{gl} in N					eintragen der Wert \die Werte vorbereitete die Tabelle jede erste Zeile berechnen die Normalkraft
M in kg																	
F_N in N																	
F_{gl} in N																	
4.		die Achse beschriften skalieren das Koordinatensystem der Zusammenhang die Normalkraft (Anpresskraft) die Gleitreibungskraft darstellen die Wertpaare aus der Tabelle eintragen das Koordinatensystem															

b) Die Folgerungen

Die Wertpaare liegen fast auf einer Geraden. Also sind die Anpresskraft und die Haftreibungskraft

Der Proportionalitätsfaktor heißt

Er charakterisiert die Oberflächenbeschaffenheit der beiden Körper. Die Gleitreibungszahl sagt aus, dass

11. DYNAMIK DER KREISBEWEGUNG

Zentripetalkraft f _____
 Zentrifugalkraft f _____
 Kreisbahn f _____
 Radius m _____
 tangential _____
 vertikal _____



Grundwissen



Wenn ein Körper sich auf einer kreisförmigen Bahn mit konstanter Geschwindigkeit bewegt, dann nennt man diese Bewegung eine gleichförmige Kreisbewegung.

Zur Bewegung eines Körpers auf einer Kreisbahn ist eine Kraft nötig, die Zentripetalkraft \vec{F}_Z . Bei $|\vec{v}| = const.$ zeigt sie stets auf den Kreismittelpunkt.

Bewegt sich ein Körper der Masse m auf einer Kreisbahn (Radius r) mit $|\vec{v}| = const.$, so gilt für den Betrag der dazu benötigten Zentripetalkraft

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

59. Eine Bewegung, zwei Standpunkte

Ein Körper wird an einem langen Faden in einer vertikalen Ebene auf einem Kreis herumgeschleudert. Fertige eine Zeichnung der oben beschriebenen Situation an. Zeichne in die Skizze die im höchsten Bahnpunkt (Punkt B) und die im tiefsten Bahnpunkt (Punkt A) auf den Körper wirkenden Kräfte ein; einmal aus dem Stand des ruhenden Beobachters und dann von der auf dem rotierenden Körper sitzenden Mücke aus gesehen.

Der ruhende Beobachter	Die Mücke

60. Leseverstehen (Quelle: www.omega.it)

Beobachter auf Kreisbahnen spüren Zentrifugalkräfte

Für den Erwachsenen, der einem Kind im Karussell vom Rand aus zuschaut, existieren keine Zentrifugalkräfte. Er wird als *ruhend* bezeichnet. Das Kind im Karussell wird durch die nach innen wirkende Zentripetalkraft abgelenkt und bewegt sich dadurch mit seinem Karussellsitz im Kreis. Genauer muss man sagen, dass auf den Sitz die Zentripetalkraft wirkt, da er fest mit dem Karussell verbunden ist. Das Material des Sitzes gibt sie dann als Gegenkraft an das Kind weiter.

Das Kind selbst spürt jedoch im Karussell, wie es durch eine Kraft zum Außenrand des Sitzes gedrückt wird. Glücklicherweise haben alle Kinderkarusselle eine drehbare Aufhängung, so dass der Sitz sich mit der Aufhängung neigt. Wären die Sitze nicht drehbar aufgehängt, so würde das Kind tatsächlich nach außen gedrückt. Diese Kraft ist die *Zentrifugalkraft*.

Der Sitz drückt jetzt mit der Zentripetalkraft, die betragsmäßig gleich der Zentrifugalkraft ist, gegen das Kind, damit die resultierende Kraft auf das Kind Null ist. Anderenfalls rutsche das Kind unweigerlich vom Sitz, was nicht ungefährlich sein kann. Gesetzt den Fall, der Sitz würde sich vom Karussell lösen, würde das Kind mit dem Sitz geradlinig, tangential zur Kreisbahn, aus dem Karussell geschleudert. Hierdurch würde sich dem Kind die wahre Herkunft der Zentrifugalkraft offenbaren.

Zentrifugalkräfte hängen vom Bewegungszustand des Beobachters ab. Da sie für ruhende Beobachter nicht vorhanden sind, gehören sie stets zu den Scheinkräften. Scheinkräfte treten nur in beschleunigten Bezugssystemen auf. Eine Kreisbahn mit konstanter Geschwindigkeit ist aus physikalischer Sicht beschleunigt, da sich die Richtung der Bewegung beständig ändert.

Beantworte die Fragen!

a) Was sieht der neben dem Karussell stehende Erwachsene nicht?

.....

b) Wie wirkt sich die Zentripetalkraft auf das Kind aus?

.....

c) Welche Kraft wirkt auf das auf dem Karussell sitzende Kind?

.....

d) Wann würde das Kind aus dem Sitz tangential zur Karussellbahn fliegen?

.....

e) Wovon hängen die Zentrifugalkräfte ab?

.....

f) Wo treten nur die Scheinkräfte auf?

.....

61. Rechenaufgaben

a) Eine Waschmaschine schleudert mit 900 Umdrehungen pro Minute die Wäsche in einer Trommel vom Radius 30 cm. Mit welcher Kraft wird dabei ein Wassertropfen der Masse 1 g nach außen gedrückt? Welche Masse besitzt dieselbe Gewichtskraft?

b) Ein Mensch erträgt (für die Dauer von 10s) eine Beschleunigung vom Betrag 6g, wenn die Frequenz $f=0,5\text{Hz}$ beträgt. Wie groß muss der Radius der Bahn mindestens sein, damit $a=6g$ beträgt?

c) Eine Achterbahn (siehe Bild) soll eine Loopingkurve durchfahren. Sie durchfährt den höchsten Punkt des Kreises mit der Geschwindigkeit $50\frac{\text{km}}{\text{h}}$. Wie groß darf der Radius der Kreisbahn höchstens sein?



Looping des *Tornado* im
Avonturenpark Hellendoorn

d) Die Kurve einer Rennbahn soll bei einem Kurvenradius von 50 m für die Geschwindigkeit $36\frac{\text{km}}{\text{h}}$ gebaut werden. Welche Neigung der Bahn ist optimal?

12. ARBEIT UND LEISTUNG

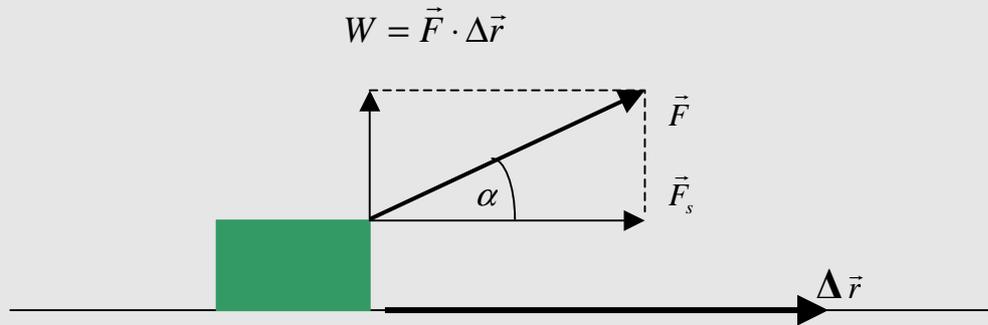
- Arbeit f _____
- Leistung f _____
- Arbeitsaufwand r _____
- Hubarbeit f _____
- Arbeit verrichten _____
- Arbeit leisten _____



Grundwissen



Die Arbeit W ist das Produkt aus dem Kraftvektor \vec{F} und dem Wegvektor $\Delta\vec{r}$.



Wann wird physikalische Arbeit verrichtet?

Es wird physikalische Arbeit verrichtet, wenn eine Kraft längs eines Weges wirkt. Wirkt die Kraft senkrecht zur Wegrichtung, so wird keine Arbeit verrichtet.

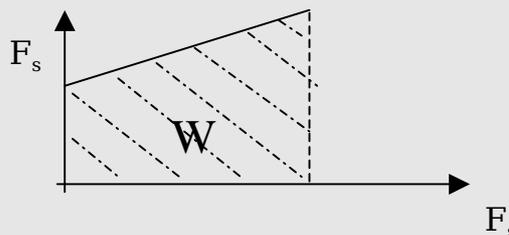
Wenn die Kraft unter einem α -Winkel zur Bewegungsebene des Körpers wirkt, erhält man den Wert der Arbeit zu

$$W = F s \cos \alpha \quad \text{WO } |\Delta\vec{r}| = s \text{ ist.}$$

Die Einheit der Arbeit (1 Joule) $1\text{J} = 1\text{N} \cdot 1\text{m} = 1 \frac{1\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$

Hubarbeit im Gravitationsfeld ist die gegen die **konstante Gravitationskraft** $Q = mg$ beim Heben eines Körpers verrichtete Arbeit.

Man muss oft einen Arbeitsaufwand berechnen, bei dem die Kraft nicht konstant ist. Dann trägt man die Kraft $F_s(s)$ in ein Diagramm ein und der Flächeninhalt unter dieser Kurve gibt die verrichtete Arbeit an.



Die mittlere Leistung P ist der Quotient aus der Arbeit ΔW und dem Zeitintervall Δt , in dem

sie verrichtet wurde

$$\bar{P} = \frac{\Delta W}{\Delta t}$$

Leseverstehen

62.

a) In diesem Text ist ein Wort zuviel. Welches? Streiche es!

Wird ein Körper entgegen einer auf ihn wirkenden Kraft bewegt, so wird dabei eine Arbeit geleistet, die der Kraft und der Verschiebung in Richtung dieser Kraft nicht proportional ist.

b) In diesem Text ist ein Wort falsch. Finde dieses Wort und schreibe das richtige Wort darunter.

Wenn eine Kraft einen Körper um eine bestimmte Distanz verschiebt, vermindert sie die Arbeit am Körper, die als Energie in diesem gespeichert oder weitergegeben wird. Energie ermöglicht ihrerseits wieder das Verrichten von Arbeit.

63. Richtig oder falsch?

Ist die beschriebene Situation Arbeit im physikalischen Sinn?

Wenn ja, benenne die Art der Arbeit. (Spannarbeit, Beschleunigungsarbeit, Hubarbeit, Reibungsarbeit)

		nein	ja	Art der Arbeit
A	Der Wagen bremst wegen der wirkenden Widerstandskräfte.			
B	Eine elastische Schraubenfeder wird gespannt.			
C	Eine elastische Schraubenfeder wird gespannt gehalten.			
D	Ein Körper bewegt sich reibungsfrei mit konstanter Geschwindigkeit auf waagrechter Unterlage.			
E	Ein Körper wird mit konstanter Geschwindigkeit gehoben.			
F	Frank zieht seinen Bruder auf einem Schlitten.			
G	Ein Körper bewegt sich reibungsfrei, immer schneller werdend, auf waagrechter Unterlage.			

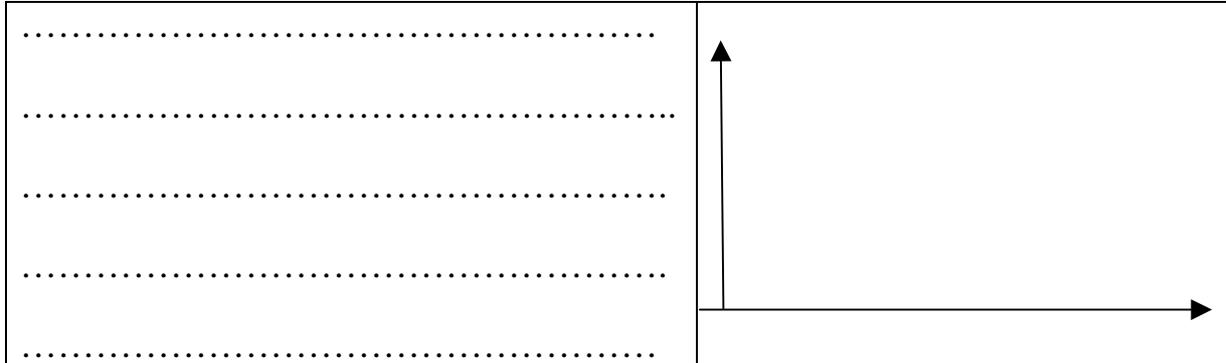
64. Karl interessiert sich für Physik. Er nimmt an einem Physikkurs teil und schreibt an seinen Freund Otto.

Der Computer hat leider den Text ganz verändert

Wolfgang bekommt eine Mail. Die Mail ist total zerrissen!

Schreibe die Mail von Karl an Otto richtig! Veranschauliche unten, in einem Diagramm, die wichtigste Information.

Die Fläche unter dem Ort-Kraft-Diagramm entspricht der verrichteten Arbeit. Wie groß ist die verrichtete Arbeit, wenn ein Körper mit einer Masse von 2 kg über eine Strecke von 10 m beschleunigt wird? Berechne die verrichtete Arbeit.



65. Rechenaufgaben:

- Man zieht gleichmäßig eine Kiste ($m = 40 \text{ kg}$) auf horizontaler Fläche eine Strecke von $s=20\text{m}$. Es wirkt die Rollreibung ($\mu_{\text{ROLL}} = 0,1$). Wie groß ist die geleistete Arbeit?
- Ein Pferd zieht einen Karren der Masse 250 kg über eine waagrechte Straße. Dieser rollt mit einer konstanten Geschwindigkeit von $8 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ ($\mu = 0,05$). Welche Leistung erbringt das Pferd? Welche Arbeit verrichtet es in 5 Minuten? Mit welcher Kraft zieht es an der Deichsel, wenn diese unter 10° zur Bewegungsrichtung geneigt ist?
- Ein Sack der Masse 20 kg soll 2 m gleichmäßig hoch gehoben werden. Ein Mal senkrecht nach oben, das andere Mal über eine Rampe von 10m Länge (ohne Reibung). Beweise, dass in beiden Fällen die gleiche Arbeit notwendig ist. Berechne diese Arbeit.
- Ein Lastkran vermag in 30 Sekunden einen 500 kg schweren Betonblock 3m hoch zu heben. Wie groß ist seine Leistung?
- Wie groß ist die durchschnittliche Leistung eines Bergsteigers (Masse 60kg), der einen Höhenunterschied von 200 m in 40 Minuten überwunden hat? Die geleistete Arbeit gegen Reibung und andere Widerstandskräfte beträgt 50 J pro Sekunde.
- Ein Wagen (1200kg) wird von Null auf $54 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ in einer Zeit von 10 s und dann mit gleicher Beschleunigung von $54 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ auf $108 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ beschleunigt. Braucht man in beiden Abschnitten die gleiche Arbeit? Berechne sie.
- Eine Lokomotive zieht mit einer Kraft von 100kN einen Güterzug auf ebener Strecke mit einer konstanten Geschwindigkeit von $36 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Welche Arbeit verrichtet der Motor auf 1 Kilometer Länge, und welche Leistung entwickelt er?

13. MECHANISCHE ENERGIE; ENERGIEERHALTUNGSSATZ

Bewegungsenergie f	_____
Lageenergie f	_____
Spannungsenergie f	_____
Arbeitsfähigkeit f	_____
Energieumwandlung f	_____
Energieerhaltungssatz m	_____
Elastizitätskonstante f	_____



Grundwissen



Energie bedeutet Arbeitsfähigkeit. Man misst die Energie durch die Arbeit, die sie verrichten kann. Die Energie ist wie die Arbeit ein Skalar. Energieeinheiten sind Joule und kWh. Die Energie kann in verschiedenen Energieformen auftreten, z.B. als Bewegungsenergie, Lageenergie, Spannungsenergie, elektrische Energie, chemische Energie, Strahlungsenergie. Die drei zuerst genannten Energieformen bezeichnet man als **mechanische Energien**.

Die **kinetische Energie** eines mit der Geschwindigkeit v bewegten Körpers der Masse m ist

$$E_{kin} = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

Sie hängt, wie die Geschwindigkeit, vom gewählten Bezugssystem ab

Unter dem Begriff **potentielle Energie** E_{pot} versteht man Spannungs- und Lageenergie.

Lageenergie ist die einem Körper durch Hubarbeit zugeführte Energie. Sie hängt von der Lage des Körpers ab.

$$E_{pot} = Q h = m g h$$

Spannungsenergie, die potentielle Energie eines elastisch verformten Körpers, stellt die bei der Verformung im Körper gespeicherte Arbeit dar.

$$E_{pot} = \frac{1}{2} k \cdot x^2$$

k - Elastizitätskonstante
 x - Auslenkung

Ein System ist energetisch abgeschlossen, wenn keine Arbeit von außen übertragen wird, und auch kein Körper, der Energie besitzt, in das System eindringt oder dieses verlässt.

Energieerhaltungssatz für die mechanische Energie

In einem abgeschlossenen System ist die mechanische Gesamtenergie des Systems zu jedem Zeitpunkt gleich groß.

$$E_{Ges} = \text{konstant}$$

oder

In einem abgeschlossenen System ist die Gesamtenergieänderung immer Null.

$$\Delta E = 0$$

Wenn das System nicht abgeschlossen ist, vermehrt oder vermindert sich die Energiesumme um die Energie, die dem System zugeführt oder ihm entzogen wurde;

a gilt $\Delta E \neq 0$

Wir sagen jetzt, dass unser System Arbeit verrichtet hat ($\Delta E_{\text{Ges}} < 0$), oder am System von außen wirkende Kräfte Arbeit verrichtet haben ($\Delta E_{\text{Ges}} > 0$).

Für das nicht abgeschlossene System gilt ein Arbeit-Energiesatz

$$\Delta E_{\text{Ges}} = W$$

wobei W die durch das System verrichtete oder von außen am System verrichtete Arbeit ist.

66. Lückentext

Fülle den Lückentext mit Hilfe der Tabelle aus! (In der Tabelle sind sowohl Verben im Infinitiv, die man mehrmals benutzen könnte als auch solche, die unnötig sind.)

umwandeln – verrichten – machen – verbrauchen – ausweiten lassen – stattfinden
--

Der Energieerhaltungssatz (1) sich sogar auf die gesamte klassische Physik (1). Tatsächlich bleibt die Summe aller Energien in einem geschlossenen System, wie zum Beispiel dem Universum, immer konstant. Das heißt, dass Energie niemals (2) werden oder verloren gehen kann, sie kann lediglich in eine andere Form(3) werden.

Dies bedeutet dass, sofern keinerlei Reibung (4), niemals mechanische Energie verloren geht. So würde ein Pendel ohne Reibung zum Beispiel immer wieder in die gleiche Höhe zurückpendeln oder ein Wagen immer weiter fahren ohne langsamer zu werden. Hängt man ein Bild an die Wand, so wird Arbeit(5). Fällt das Bild herunter, so wird die potentielle Energie des Bildes in kinetische Energie (6).

67. Es handelt sich um die Energieumwandlungen! Stelle die Fragen nach dem Muster und beantworte sie!

Ich verstehe nicht, warum?

.....

Ist es richtig, dass?

.....

Wo verwendet man?

.....

Kann es ein Beispiel geben, dass?

.....

Was ist der Unterschied zwischen und?

.....

68. Beende die Sätze

Kinetische Energie besitzt ein Körper, wenn

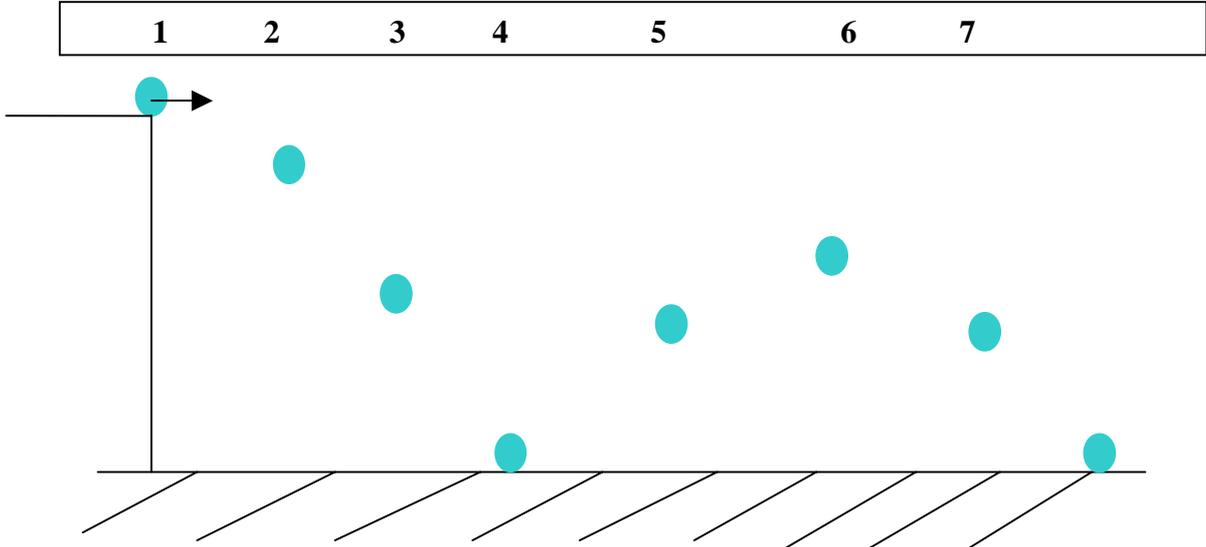
Die Lageenergie ist größer, wenn

Die Lageenergie ist kleiner, wenn

Der Energieerhaltungssatz gilt, wenn.....

Ein System ist abgeschlossen, wenn

69. Beobachte folgendes Experiment (Fall eines Balles)! Beschreibe die vorkommenden Energieübertragungen und -umwandlungen!

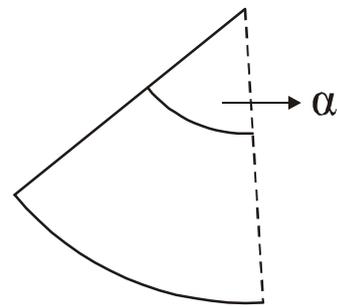


1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

70. Rechenaufgaben

- a) Ein Elektromotor wird zum Betreiben eines Lastenaufzuges genutzt. Dabei hebt der Aufzug einen Körper mit einer Masse von 160 kg in 10 s um 2 m bezüglich des Erdbodens.
- Berechne die potentielle Energie, die der Lastenaufzug im höchsten Punkt besitzt.
 - Warum ist die Angabe „bezüglich der Erdbodens“ notwendig?
- b) Ein Schnellzug mit einer Masse von 600 t muss seine Geschwindigkeit vor einer Baustelle von $108 \frac{km}{h}$ auf $36 \frac{km}{h}$ verringern. Wieviel kinetische Energie wird beim Bremsen in thermische Energie umgewandelt?

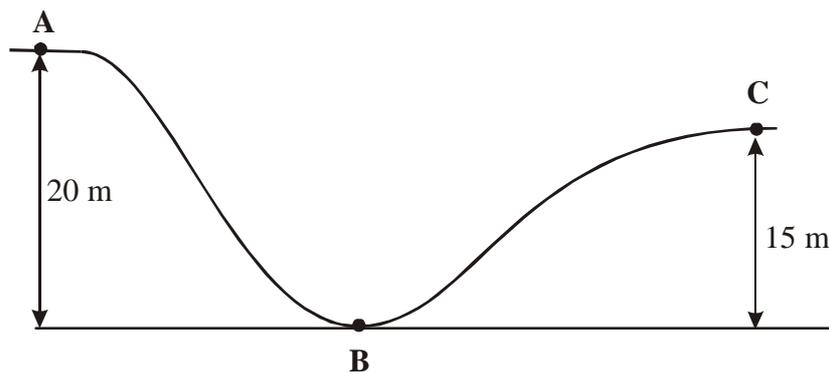
- c) Eine Kugel wird, wie auf dem Bild zu sehen, an einen Faden mit einer Länge von 1 Meter gehängt, aus der Ruhelage ausgelenkt ($\alpha=45^\circ$) und losgelassen. Wie groß ist die Geschwindigkeit der Kugel in der Gleichgewichtslage.



- d) Auf einer Achterbahn bewegt sich ein Wagen

(Gesamtmasse 500 kg) mit der Geschwindigkeit $2 \frac{m}{s}$

durch den Punkt A und rollt dann antriebslos über B nach C. Der Weg (Bahnlänge) von A nach B beträgt 30 m und von B nach C 30 m.

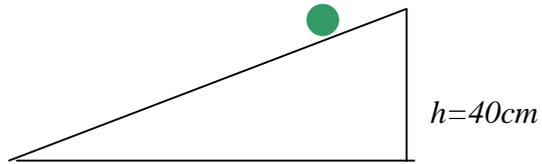


- Wie groß ist die Geschwindigkeit des Wagens im Punkt C, wenn man von Reibungskräften absieht?
- Wie groß ist die Geschwindigkeit des Wagens im Punkt C, wenn der Wagen auf der ganzen Strecke von der konstanten Reibungskraft 100 N gebremst wird?
- Von A bis B bewege sich der Wagen reibungsfrei. Ab Punkt B werde der Wagen von einer eingebauten Bremse abgebremst. Wie groß müsste die als konstant angenommene Bremskraft sein, damit der Wagen genau im Punkt C zum Stehen kommt?

e) (Berechne diese Aufgabe mit Hilfe des Energieerhaltungssatzes)

Eine Kugel der Masse $m = 5\text{kg}$ gleitet eine schiefe Ebene mit dem Winkel 30° hinunter. Am oberen Ende besitzt sie die Anfangsgeschwindigkeit

$$v_0 = 1,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$



- Welche Geschwindigkeit besitzt die Kugel am Ende der schiefen Ebene, wenn die Höhe der schiefen Ebene $h=40\text{cm}$ (ohne Reibung) beträgt.
- Die Reibung wird nicht vernachlässigt. Bei welcher Reibungszahl würde die Kugel vom unteren Ende der schiefen Ebene noch 2 m wegen der vorhandenen Energie rollen?

f) Bei einer Fahrt mit dem Rennschlitten, die mit einer Geschwindigkeit von $v_0 = 2,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

beginnt, wird die Geschwindigkeit $v_1 = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ erreicht. Die Länge der Bahn beträgt 1500 m , der Höhenunterschied zwischen Start und Ziel $h=100\text{ m}$. Schlitten und Fahrer haben zusammen die Masse $m=70\text{ kg}$. Berechnen Sie die mittlere Kraft, die während der Fahrt auf Grund von Gleitreibung und Luftwiderstand auf den Wagen wirkt.

Entdecker und Wegbereiter des Energiesatzes



Robert Julius Mayer

(1814 - 1878)



James Prescott Joule

(1818 - 1889)



Hermann Helmholtz

(1821 - 1894)

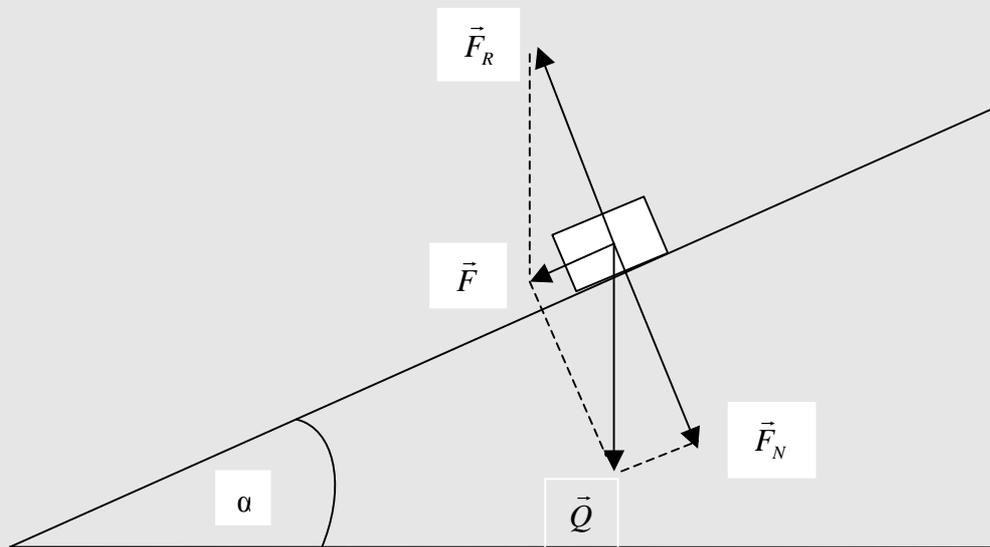
Bilder: www.udo-leuschner.de

14. SCHIEFE EBENE

schiefe Ebene f
 geneigte Ebene f
 Hangabtriebskraft f
 Normalkraft f
 Stützkraft f
 Neigungswinkel m



Grundwissen



Die Gewichtskraft \vec{Q} hat zwei Wirkungen. Erstens wird der Wagen hang abwärts beschleunigt, zweitens wird die Unterlage deformiert.

Diese beide Wirkungen veranlassen uns, Q in zwei Komponenten zu zerlegen, von denen die erste, **die Hangabtriebskraft** \vec{F} parallel und die zweite, **die Normalkraft** \vec{F}_N , senkrecht zur schiefen Ebene gerichtet ist.

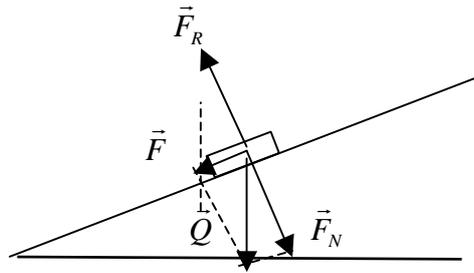
Da \vec{F}_N auf der schiefen und \vec{Q} auf der waagerechten Ebene senkrecht stehen, tritt ein Neigungswinkel zwischen \vec{F}_N und \vec{Q} auf. Das Kräfteparallelogramm ist ein Rechteck.

Aus seinen Teildreiecken liest man ab

$$\frac{F}{Q} = \sin \alpha \quad \frac{F_N}{Q} = \cos \alpha$$

$$F = Q \cdot \sin \alpha \quad F_N = Q \cos \alpha$$

71. Ergänze den Text!



Das ist eine Auf dieser befindet sich ein Körper. Seine Gewichtskraft ist zur Erde nach unten gerichtet. Sie lässt sich in zwei zerlegen, der Normalkraft \vec{F}_N und der \vec{F} . Die Normalkraft \vec{F}_N wirkt auf die schiefe Ebene. Die..... \vec{F} wirkt.zur schiefen Ebene. Sie ist vom α abhängig.

72. Rechenaufgaben

- a) Berechne die Hangabtriebskraft, die ein Wagen der Masse 500 kg auf einem Berg erfährt, der auf einer Länge von 1 km einen Höhenunterschied von 100 m überwindet.
- Die Gleitreibungszahl sei 0,05. Bestimme die Gleitreibungskraft, die der herabgleitende Wagen erfährt.
 - Berechne die Zeit, die der Wagen benötigt, um den Berg ganz herunter zu rutschen, wenn er anfänglich in Ruhe war.
- b) Eine 180 m lange Straße steigt um 15 m an, auf ihr steht ein 36 kN schwerer Lastwagen.
- Zeichne ein Bild der Straße in geeignetem Maßstab!
 - Welche Kraft ist erforderlich, um ein Abwärtsrollen des Lastwagens zu verhindern? (ohne Reibung).
- c) Auf einer schiefen Ebene mit dem Neigungswinkel β liegt ein Körper. Wie groß muss die Reibungszahl μ mindestens sein, damit der Körper nicht gleitet?
- d) Ein Lastzug mit der Gewichtskraft 50 kN fährt eine Straße mit 4 % Steigung gleichförmig aufwärts. Welche Zugkraft hat der Motor, wenn die Reibungskraft 3 % der Gewichtskraft beträgt?
- e) Eine Kiste rutscht reibungsfrei eine schiefe Ebene der Länge 40 m hinunter und überwindet dabei einen Höhenunterschied von 5 m. Bestimme die Zeit, die sie bis zum Ende der schiefen Ebene benötigt und die Geschwindigkeit, mit der sie unten ankommt.

15. WEIß ICH DAS SCHON?

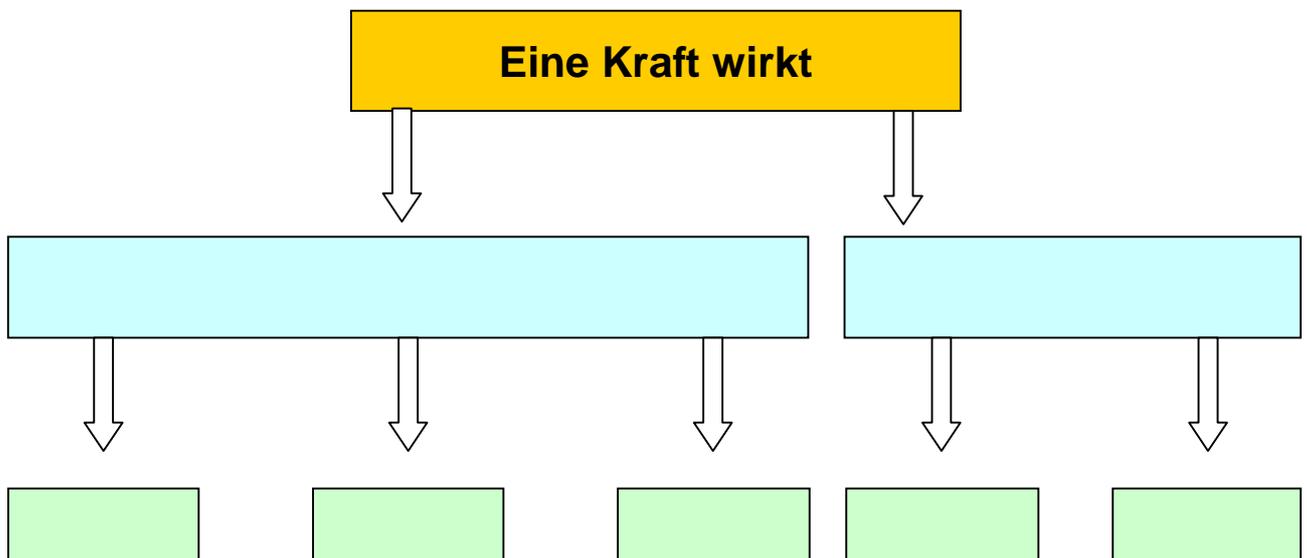


73. Rekonstruiere die zerschnittenen Sätze

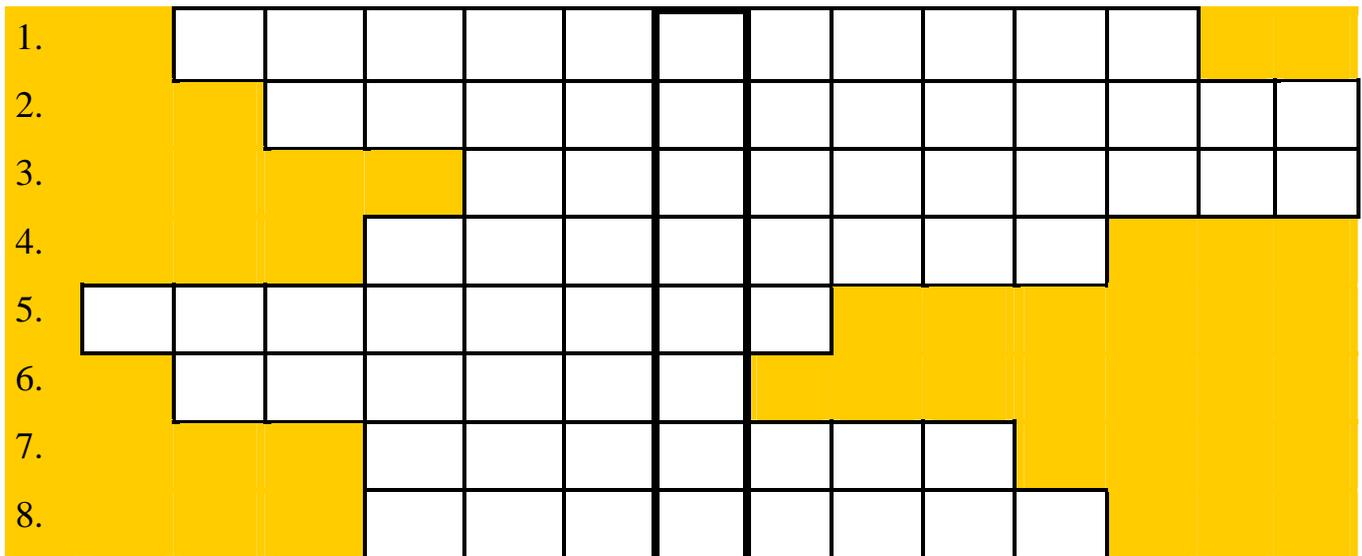
Satzanfang:	Satzende:
1. Unter einem Massenpunkt versteht man einen Körper,	A. ...mit der man das Einwirken eines Körpers auf einen anderen beschreibt.
2. Ein Massenpunkt führt eine gleichförmige Kreisbewegung aus,	B. ... unter welchen Bedingungen ein Körper seinen Bewegungszustand nicht ändert.
3. Der Trägheitssatz sagt aus,	C. ... so heißt die Bewegung gleichmäßig beschleunigt.
4. Der Kraftbegriff ist eine Abstraktion,	D. ... dessen Ausdehnung vernachlässigt werden kann.
5. Ist die Beschleunigung konstant,	E. ... wenn der Betrag v seiner Bahngeschwindigkeit konstant ist.
6. Ist bei einer Bewegung die Geschwindigkeit konstant,	F. ... so nennt man diese Bewegung gleichförmig.

74. Setze dann die nachstehenden Begriffe an die richtige Stelle!

Richtungsänderung	plastisch
	Die Bewegung eines Gegenstandes wird geändert
Verzögerung	elastisch
	Die Form eines Gegenstandes wird geändert
Beschleunigung	



75. Finde die Lösung des Rätsels



- | | |
|--|--|
| 1. Gerät zum Messen einer Kraft | 5. Natürliches Winkelmaß |
| 2. Ist senkrecht zur Unterlage gerichtet | 6. Einheit der Kraft |
| 3. Geschwindigkeitsmesser | 7. Begründer der neuen Dynamik |
| 4. Viereck mit 4 rechten Innenwinkeln | 8. Zur Reibungskraft entgegengerichtet |

76. Im Text gibt es zwei falsche Wörter. Finde sie und trage die richtigen ein.

Zwei Versuchspersonen mit annähernd gleicher Masse stellen sich auf Bretter und nehmen je ein Ende eines Seils in die Hand. Dann ziehen beide am Seil. Sie erfahren jeweils eine Beschleunigung, die direkt proportional zu ihrer Masse ist. Bei unterschiedlich schweren Personen legt daher die schwerere Person eine längere Strecke zurück als die leichtere Person, so dass sich die Bretter in diesem Fall nicht an der markierten Stelle treffen.¹

1. Falsch richtig
2. Falsch richtig

77. In einer Aufzugskabine hängt an einer Federwaage ein Körper mit der Masse $m = 10 \text{ kg}$. Die Federwaage zeigt eine Kraft von $F = 115 \text{ N}$ an.

Welche der aufgeführten Bewegungsformen sind möglich?

- Gleichförmige Bewegung nach oben.
- Gleichförmige Bewegung nach unten.
- Gleichförmig beschleunigte, schneller werdende Bewegung nach oben.
- Gleichförmig beschleunigte, schneller werdende Bewegung nach unten.
- Gleichförmig beschleunigte, langsamer werdende Bewegung nach oben.
- Gleichförmig beschleunigte, langsamer werdende Bewegung nach unten.

78. Test

A. Auf einen anfangs ruhenden Körper der Masse $m = 25 \text{ kg}$ wirkt eine Kraft $F = 5 \text{ N}$. Der Körper wird um $s = 10 \text{ m}$ verschoben. Wie groß ist danach die kinetische Energie?

- a) $E_{\text{kin}} = 50 \text{ J}$ b) $E_{\text{kin}} = 100 \text{ J}$ c) $E_{\text{kin}} = 250 \text{ J}$ d) $E_{\text{kin}} = 500 \text{ J}$

B. Ein Körper soll gleichmäßig eine Kreisbahn durchlaufen. Welche Aussage über die von außen wirkende Kraft ist richtig?

- a) Sie ist tangential gerichtet.
b) Sie ist nach außen (vom Kreismittelpunkt weg) gerichtet.
c) Sie hält der Zentripetalkraft das Gleichgewicht.
d) Nach dem Trägheitsgesetz ist keine Kraft notwendig.

C. Ein Ball wird senkrecht nach oben geworfen. Welche der genannten physikalischen Größen nehmen dabei zu, kurz nachdem der Ball die Hand verlassen hat?

- a) Beschleunigung b) Geschwindigkeit
c) kinetische Energie d) potentielle Energie

D. Ein Motorradfahrer kommt wegen überhöhter Geschwindigkeit aus einer Kurve. Wie lässt sich der Sturzort rekonstruieren?

- a) Kreismittelpunkt mit Fundort des Motorrads zeichnen.
b) Tangente vom Fundort des Motorrads an die Kurve legen.
c) Verbindungslinie vom Fundort des Motorrads zum Kreismittelpunkt ziehen.
d) Augenzeugen suchen.

E. Wie berechnet sich die Hubarbeit bei einer schiefen Ebene?

- a) Gewichtskraft mal Höhe
b) Hangabtriebskraft mal Wegstrecke
c) Reibungskraft mal Wegstrecke
d) Sinus des Steigungswinkels mal Masse mal Ortsfaktor mal Wegstrecke

F. Wenn Volker mit dem Lift fährt, ist sein scheinbares Gewicht am größten, wenn

- a) der Lift mit konstanter Geschwindigkeit fährt
b) der Lift nach oben beschleunigt
c) wenn das Seil reißt und der Lift mit konstanter Geschwindigkeit nach unten fällt
d) Keine der Aussagen stimmt, da das Gewicht konstant ist

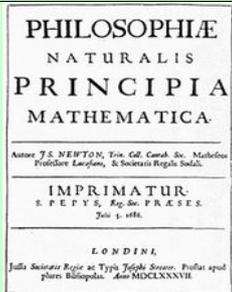
G. Legt ein Körper, auf den die Kraft F wirkt, keinen Weg zurück ($s=0$) dann

- a) bleibt die Arbeit W gleich.
b) ist die verrichtete Arbeit unendlich groß.
c) muss eine größere Kraft wirken.
d) wird keine Arbeit verrichtet.

H. Welche Art von Reibung ist erwünscht?

- a) die Reibung zwischen Rad und Achse des Fahrrades
b) die Reibung zwischen Kolben und Zylinder im Motor
c) die Reibung zwischen Schuhsohle und Fußboden
d) die Reibung zwischen Schlitten und Schnee

79. Der erste Buchstabe der Lösung ist „P“! Wähle die Richtung Deiner Bewegung und überspringe immer die feste Zahl der Buchstaben!

t	k	P	S	m
!		Isaac Newton 1643-1727		h
i				p
h				a
ß	s	c	a	y

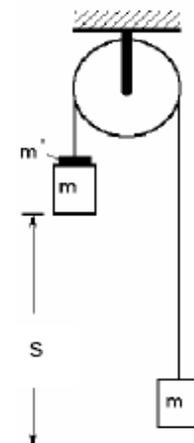
80. Abituraufgabe aus Deutschland – Was müssen unsere deutschen Freunde im Grundkurs Physik lösen?

(Mecklenburg Vorpommern Zentralabitur 2006 Grundkurs)

Atwoodsche Fallmaschine

Um die Fallgesetze und die gleichmäßig beschleunigte Bewegung zu untersuchen, entwickelte der englische Physiker ATWOOD im Jahre 1784 eine Fallmaschine. Er verwendete dafür zwei gleich schwere Körper der Masse m , die durch ein dünnes über eine Rolle gelegtes Seil miteinander verbunden waren. Um Reibungseffekte möglichst gering zu halten, musste die Rolle sehr gut gelagert werden.

Schüler eines Physikkurses vollzogen dieses historische Experiment mit modernen Geräten nach. Die verwendeten Körper hatten jeweils die Masse $m = 500$ g. Sie ermittelten die Zeit t zum Durchlaufen einer gegebenen Strecke s nach dem Auflegen eines Zusatzkörpers der Masse $m' = 20$ g. Die Messergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle wiedergegeben. Die Rolle und das Seil sind für Ihre Berechnungen als masselos anzunehmen. Die Reibung ist zu vernachlässigen.



t in s	0	3,45	4,75	5,85	6,70
s in m	0	1,00	2,00	3,00	4,00

- Zeichnen Sie das zugehörige $s(t)$ - Diagramm und ermitteln Sie die mittlere Beschleunigung der Körper.
- Berechnen Sie die theoretische Beschleunigung der Körper mit Hilfe der Beziehung $a = \frac{g \cdot m'}{2m + m'}$.
Leiten Sie diese Beziehung her und begründen Sie den physikalischen Ansatz Ihrer Herleitung.
- Vergleichen Sie den (aus dem Tafelwerk zu entnehmenden) bekannten Wert der Fallbeschleunigung mit dem experimentell ermittelten Wert.

III. Gravitation

16. DIE ALLGEMEINE GRAVITATIONS-KRAFT

Gravitationskraft f	_____
Zentralbewegung f	_____
Anziehungskraft f	_____
Massenanziehung f	_____
Massenanziehungskraft f	_____
Fahrstrahl m	_____
Axiom n	_____



Grundwissen



Newton bewies: Wenn das zweite Keplersche Gesetz gilt, so liegt eine Zentralbewegung vor, das heißt eine beschleunigte Bewegung unter dem Einfluss einer auf ein unbeschleunigtes Zentrum gerichteten Zentralkraft.

Mit Newton können wir nun unter Zuhilfenahme des Dritten Keplerschen Gesetzes auch die Größe dieser Zentralkraft ermitteln.

Newton'sches Gravitationsgesetz

Alle Körper üben aufeinander Gravitationskräfte aus. Zwei kugelsymmetrische Körper der Masse m_1 und m_2 , deren Mittelpunkte voneinander den Abstand r haben, ziehen sich mit der Gravitationskraft F an:

$$F_z = G^* \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Der Proportionalitätsfaktor G^* wurde erst im Jahre 1798 von dem Engländer Cavendish bestimmt.

Der Proportionalitätsfaktor im Gravitationsgesetz heißt Gravitationskonstante G^* und hat den Wert

$$G^* = 6,672 \cdot 10^{-11} \frac{m^3}{kg \cdot s^2} .$$

81. Setze die richtigen Substantive ein!

(a-Gravitationskraft, b- Anziehungskraft ,c- Mittelpunkt, d- Schwere)

.....(1) besteht zwischen allen materiellen Körpern. Statt (2)
spricht man oft auch von(3). Sie geht vom(4)
eines jeden Körpers zum eines anderen Körper (5) aus. Sie äußert
sich in der(6) des Körpers.

82. Was passt nicht?

- | | |
|-------------|---|
| a) Gesetz | - mathematisch – magnetisch – überprüfbar – beweisbar |
| b) Bewegung | - rasch – gesetzmäßig – darstellbar – gründlich |
| c) Axiom | - berühmt – grundlegend - heilig – physikalisch |

Bilde Sätze!

.....
.....
.....

83. Finde den richtigen Text und beantworte die Frage!

Die **Gravitation** ist eine der vier Grundkräfte der Physik. Sie bezeichnet das Phänomen der gegenseitigen Anziehung von Massen. Sie ist die Ursache der irdischen Schwerkraft oder Erdanziehung, die die Erde auf Objekte ausübt. Sie bewirkt damit beispielsweise, dass Gegenstände zu Boden fallen. Die Gravitation bestimmt auch die Bahn der Erde und der anderen Planeten um die Sonne und spielt eine bedeutende Rolle in der Kosmologie.

.....
.....
.....

Welche Rolle spielt die Gravitation in unserem Leben?

.....
.....
.....

84. Was sagt das Newtonsche Gravitationsgesetz?

Die Gravitationskraft zwischen zwei Körpern ist....

- 1) proportional zur Masse der beiden Körper.
- 2) umgekehrt proportional zur Masse der beiden Körper.
- 3) umgekehrt proportional zur Masse des zweiten Körpers und proportional zur Masse der ersten Körpers.
- 4) unabhängig von der Entfernung der beiden Körper zueinander.
- 5) abhängig von der Entfernung der beiden Körper zueinander.
- 6) umgekehrt proportional zur Entfernung der beiden Körper zueinander.

85. In diesem Text passt ein Wort nicht. Streiche dieses Wort und setze das passende in!

Man hat wohl nie bezweifelt, dass der Mond die Erde umkreist. Früher glaubte man, der Mond ziehe von sich aus seine Bahn, vielleicht an eine um die Erde rotierende Kristallsphäre geheftet. Newton dagegen hatte die revolutionäre Idee, dass der Mond für seine Kreisbahn genauso eine Zentrifugalkraft braucht wie irdische Körper.

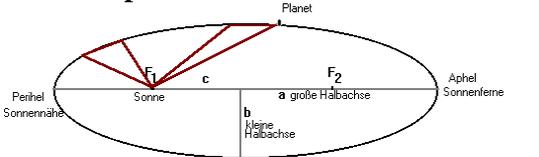
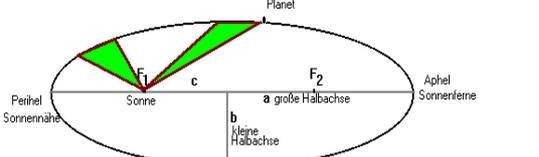
86.

a) Rekonstruiere die Sätze und schreibe sie jeweils darunter!

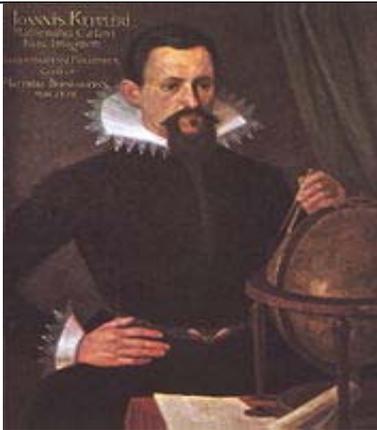
der Zentralkörper steht einem Brennpunkt	bewegen sich Trabanten	in deren auf Ellipsen,
---	---------------------------	---------------------------

gezogene Fahrstrahl Der vom Zentralkörper überstreicht	zum Trabanten gleiche Flächen in gleichen Zeiten
--	--

der großen Halbachsen a_1 und a_2 Umlaufzeiten T_1 und T_2 dritten Potenzen verhalten sich	wie die	der zweier Trabanten Die Quadrate um den gleichen Zentralkörper
---	---------	--

<p>Erstes Keplersches Gesetz</p> 	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p>Zweites Keplersches Gesetz</p> 	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p>Drittes Keplersches – Gesetz</p> $\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

b) Beantworte die Fragen

<p>Wie ändert sich die Geschwindigkeit eines Trabanten, wenn er den Zentralkörper umkreist?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	 <p><i>Johannes Kepler</i></p>
<p>Wie ändert sich die Geschwindigkeit eines Trabanten, wenn er den Zentralkörper umkreist?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	

87. Rechenaufgaben

- Berechne die anziehende Gravitationskraft zwischen zwei Menschen ($m = 50 \text{ kg}$) bei einem Abstand von 10 m. Welche Rolle spielt diese „Anziehungskraft“ im täglichen Leben?
- Zwei Körper werden mit einer Kraft von 16 N angezogen. Wie groß ist die Kraft, wenn die Masse beider Körper verdoppelt und auch ihre Entfernung verdoppelt werden?
- Der Jupitermond Kallisto braucht zu einem Umlauf um den Planeten auf einer kreisförmigen Bahn ($r=1,88 \cdot 10^6 \text{ km}$) die Zeit von 16 Tagen und 17 Stunden. Berechne aus obigen Angaben die Jupitermasse.

d) In welchem Abstand zur Erdoberfläche müsste der Wettersatellit METEOSAT 7 die Erde am Äquator umkreisen, wenn er über einem Punkt der Erdoberfläche (geostationärer Satellit) stillzustehen scheint? Welche Bahngeschwindigkeit besitzt er auf dieser Bahn?



Meteosat 8

Europäische Geostationäre Wettersatelliten der ersten Generation. Ab Meteosat-4 sind es offiziell operationelle Satelliten. Die Satelliten Meteosat-5, -6 und -7 sind noch in Betrieb.

e) Die erste unbemannte Raumsonde, die auf dem Planeten Venus gelandet ist, hatte die Masse $m = 960 \text{ kg}$. Berechne, um wieviel Prozent ist die Gewichtskraft der Sonde auf der Venus geringer als auf der Erde. (Ortsfaktor Venus: $g_V = 8,87 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$)

f) In welcher Entfernung vom Erdmittelpunkt wird ein zwischen Erde und Mond befindlicher Gegenstand schwerelos? (Abstand Mondmittelpunkt - Erdmittelpunkt $d = 384\,000 \text{ km}$, Mondmasse = $1/81$ Erdmasse)

g) In welchem Abstand zur Sonne (in AE) müsste ein Himmelskörper diese umkreisen, wenn seine Umlaufdauer 2,0 Jahre betragen würde? (1 AE = 150 Mill. km = Abstand Erde-Sonne)



Das Kuppelgebäude des SALT (**Southern African Large Telescope**)

An SALT beteiligt sind Forschungsinstitute in Südafrika, Polen, USA, Deutschland, Großbritannien und Neuseeland.

17. DAS GRAVITATIONSFELD, DIE GRAVITATIONSFELDSTÄRKE

Feldstärke f	_____
Gravitationsfeld n	_____
Prüfungskörper m	_____
Feldlinie f	_____
Gewichtskraft f	_____
radial	_____
homogen	_____



Grundwissen



“Feld” ist zunächst ein Wort für ein Raumgebiet, das man physikalisch untersucht. Jedem Feldpunkt schreibt man Feldstärke zu, die man durch Einbringen einer Probemasse, Probeladung usw. aus der Kraft F bestimmt.

Wir schreiben jedem Körper ein Gravitationsfeld zu, das ihn umgibt. Dort erfahren andere Körper (Prüfungskörper) Gravitationskräfte. Den abstrakten Feldbegriff haben wir durch Symbole, nämlich durch die Feldlinien, veranschaulicht. Sie geben in jedem Punkt die Richtung der Kraft F an, die dort ein Prüfkörper (m_2 in Abb.) erfährt. So sind die **Gravitationsfeldlinien** der Erde zum Erdmittelpunkt gerichtet.

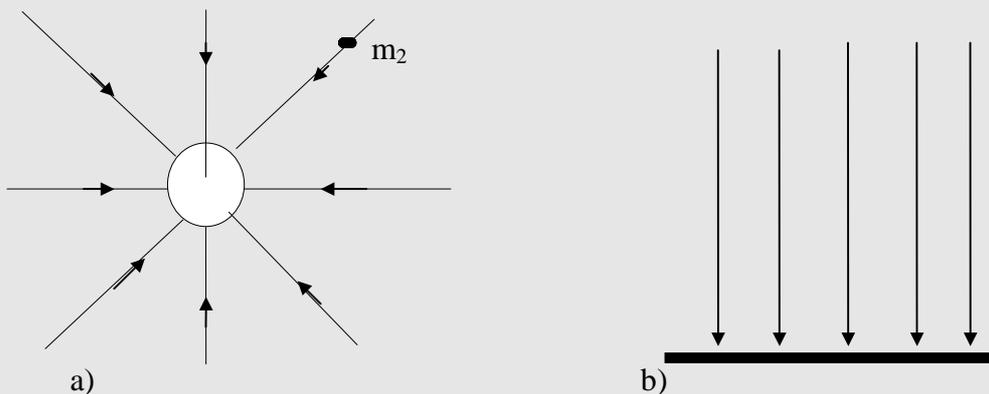


Abb. **Radiales und homogenes Gravitationsfeld**

Jeder Körper hat ein Gravitationsfeld um sich.

Wenn man sich auf **hinreichend kleine Bereiche beschränkt**, so sind die Vektoren der Gewichtskraft **parallel zueinander und überall gleich groß**; man spricht von einem **homogenen Schwerfeld**.

Wir bilden den Quotienten $\frac{\vec{F}}{m}$ aus der Gravitationskraft \vec{F} und der Masse m des Probekörpers. Er ist vom Probekörper unabhängig und folglich ein Maß *für die Stärke des Gravitationsfeldes im Beobachtungspunkt*.

Er heißt **Gravitationsfeldstärke**.

$$\vec{\gamma} = \frac{\vec{F}}{m}$$

Der Vektor $\vec{\gamma}$ zeigt zum betreffenden Himmelskörper hin.

Die Einheit der Gravitationsfeldstärke ist $\frac{N}{kg}$.

88. Lückentext

Den abstrakten Feldbegriff haben wir durch(1) veranschaulicht. Sie geben in jedem Punkt des Feldes die Richtung der(2) auf einen Prüfkörper an. Entsprechend schreiben wir jedem Körper ein Gravitationsfeld zu, das ihn(3). Die Gravitationsfeldstärke $\vec{\gamma} = \frac{\vec{F}}{m}$ ist als Quotient aus der(4) und(5) des Probekörpers im Feld definiert.

89. Welche Aussagen sind wahr ?

Die Feldstärke im Gravitationsfeld der Erde.

- 1) ist desto größer, je dichter die Feldlinien verlaufen.
- 2) hat immer dieselbe Richtung wie die Gravitationskraft.
- 3) ist immer positiv.
- 4) hat immer den gleichen Betrag wie die Gravitationskraft.

90. Rechenaufgaben

- a) Berechne die Gravitationsfeldstärke auf dem Mars.
($r_M = 3385 \text{ km}$ $M_M = 6,45 \cdot 10^{23} \text{ kg}$)
- b) Berechne die Feldstärke der Erde im Abstand $r=4R$ (R -Erdradius) von der Erdoberfläche in Einheiten der Feldstärke g auf der Erdoberfläche.
- c) In welcher Höhe von der Erde ist das Gewicht eines Körpers der Masse 5 kg vier mal kleiner als auf der Erdoberfläche?
- d) Wie groß ist das Gewicht eines Körpers mit der Masse 100 kg auf der Mondoberfläche. Der Mondradius ist $\frac{11}{3}$ mal kleiner als der Erdradius und die Masse des Mondes ist 81 mal kleiner.
- e) Berechne die mittlere Dichte der Erde, wenn die Erde eine Kugel ist und du die Werte R , G^* und g kennst.



Mars

Quelle: NASA, Hubble-Weltraumteleskop

18. Die Hubarbeit, Lageenergie und Potential im Gravitationsfeld *

Hubarbeit f _____
 Potential n _____
 Äquipotentialfläche f _____
 Unendliche f _____



Grundwissen



Eine Kugel hat den Mittelpunkt O und die Masse M. Sie ist von einem radialen Gravitationsfeld umgeben. In ihm braucht man die Hubarbeit

$$\Delta W = G * Mm \cdot \left(\frac{1}{r_a} - \frac{1}{r_e} \right),$$

um einen Körper der Masse m aus von O gemessener Entfernung r_a in die Entfernung r_e zu heben. Diese Arbeit wird als potentielle Energie gespeichert und beim Zurückfallen wieder frei.

Die Hubarbeit zwischen zwei Punkten eines beliebigen Gravitationsfeldes ist unabhängig vom Weg, den man zwischen beiden Punkten einschlägt.

Das Nullniveau der potentiellen Energie legt man ins Unendliche.

Ein Körper der Masse m hat im radialen Schwerfeld eines anderen Körpers mit der Masse M beim Mittelpunktsabstand r stets negative potentielle Energie

$$W_{\text{pot}} = -G * mM \frac{1}{r}$$

Wir befreien die potentielle Energie von der Masse m des Prüfkörpers. Hierzu bilden wir den Quotienten

$$V = \frac{W_{\text{pot}}}{m}$$

Diesen Quotienten nennt man das **Potential** des betreffenden Punktes im Schwerfeld. Es hängt nur noch von der Erdmasse M und der Entfernung r ab, nicht mehr von der Masse m des Prüfkörpers. Dieser kann also beliebig klein sein; man kann sich ihn auch wieder entfernt denken.

Definition: Das Potential $V = \frac{W_{\text{pot}}}{m}$

eines Punktes im Gravitationsfeld ist der Quotient aus der potentiellen Energie W_{pot} und der Masse m eines Körpers, der sich in P befindet. Es wird dem Punkt P auch dann zugeschrieben, wenn dort kein Körper ist.

Das Nullniveau des Potentials liegt im Unendlichen; seine Einheit ist $\frac{J}{kg}$.

Satz: Das Potential V im Gravitationsfeld eines Körpers der Masse M beträgt im Abstand r vom Mittelpunkt dieses Körpers

$$V = -G \cdot M \frac{1}{r}$$

Die Arbeit W zum Überführen eines Körpers der Masse m von einem Punkt mit dem Potential V_1 zu einem Punkt mit dem Potential V_2 beträgt

$$W = m \cdot (V_2 - V_1)$$

Jeder Punkt der Erdoberfläche hat das gleiche Potential $V_1 = -6,26 \cdot 10^7 \text{ J/kg}$; die Erdoberfläche stellt eine sogenannte *Äquipotentialfläche* dar.

91. Rechenaufgaben

- a) Die Entfernung vom Pluto zur Sonne schwankt zwischen 29,7 AE und 50,0 AE. (AE entspricht 149 Mill. Kilometer). Wie groß ist die Änderung der potentiellen Energie?

$$(M_{\text{Sonne}} = 1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}, M_{\text{Pluto}} = 1,33 \cdot 10^{22} \text{ kg}).$$

- b) Berechne das Potential auf der Oberfläche eines Sternes mit dem Radius 10000 km und der mittleren Dichte $\rho = 450 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

$$(G^* = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}).$$

- b) Wie groß ist das Potential direkt in der Mitte zwischen zwei kugelförmigen Körpern mit den Massen $m_1 = 5 \cdot 10^{21} \text{ kg}$ und $m_2 = 1 \cdot 10^{22} \text{ kg}$, die $2 \cdot 10^6 \text{ km}$ voneinander entfernt sind.
- c) Bestimme die Formel für das Potential auf der Oberfläche einer Feldquelle, wenn der Radius der Quelle und der Ortsfaktor auf der Oberfläche gegeben sind.

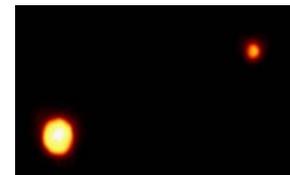
- d) Berechne die verrichtete Arbeit bei

Verschiebung eines Körpers mit der Masse

$m = 10 \text{ kg}$ vom Punkt A (Erdoberfläche)

zum Punkt B, wenn $r_{OB} = 4R$ (R -Erdradius)

($M_E = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$, $R = 6400 \text{ km}$) ist.



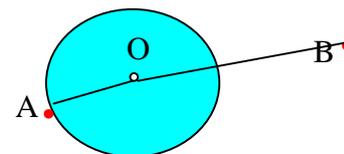
Pluto und Charon

Quelle: NASA, Hubble-Weltraumteleskop

- e) Wie weit entfernt von der Erdoberfläche ist die potentielle Energie eines Körpers mit der Masse $m_1 = 9 \text{ kg}$ so groß wie die potentielle Energie des Körpers mit der Masse $m_2 = 6 \text{ kg}$, der auf der Erdoberfläche liegt.

- f) Berechne das Potential im Punkt B, wenn bei der Verschiebung eines Satelliten (Masse 100kg) von der Erdoberfläche zum Punkt B die Arbeit $5 \cdot 10^9 \text{ J}$ verrichtet wird (R und g sind bekannt).

- g) Welche Anfangsgeschwindigkeit hat ein von der Erde abgeschossener Körper, wenn er die Höhe $h = R$ (R -Erdradius) erreicht hat (ohne Reibung)?



19. Kosmische Geschwindigkeiten

Kreisbahngeschwindigkeit f _____
 Fluchtgeschwindigkeit f _____
 Hyperbel f _____
 Parabel f _____
 tangential _____



Grundwissen



Wir stellen uns vor, dass der Zentralkörper keine Atmosphäre hat. Die Anziehungskraft des Zentralkörpers greift am Satelliten der Masse m an; sie wirkt als Zentripetalkraft F_Z und zwingt ihn auf den Kreis mit dem Radius R . Wir können die Geschwindigkeit v berechnen, mit der ein Satellit den Zentralkörper unmittelbar an ihrer Oberfläche ($r=R$) umkreisen würde.

$$m \frac{v^2}{R} = G * Mm \frac{1}{R^2}$$

oder $V_I = \sqrt{G * \frac{M}{R}}$ ist die **1. kosmische Geschwindigkeit**.

Für die Erde beträgt $v_I = 7,9 \frac{km}{s}$

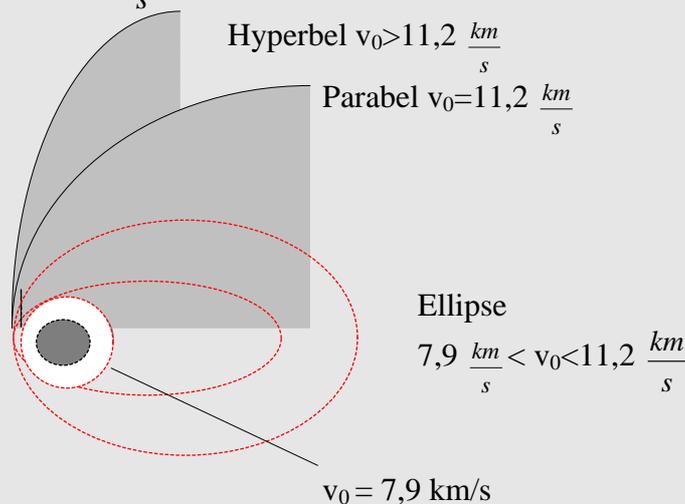


Abb. Bahnen von Flugkörpern, die mit \vec{v}_0 **tangential** zur Erdoberfläche abgeschossen wurden. Auf den roten Bahnen bleiben die Körper als Satelliten bei der Erde, auf den schwarzen verlassen sie diese.

Wir fragen nun, wie groß dabei die Geschwindigkeit v sein musste, damit der Körper (ohne Berücksichtigung des Luftwiderstands) aufgrund dieser kinetischen Energie das Schwerefeld der Erde verlässt und “ im Unendlichen” zur Ruhe kommt.

$$v_{II} = \sqrt{2 \frac{GM}{R}}$$

Unabhängig von seiner Masse m muss man dem Körper hierzu die so genannte Fluchtgeschwindigkeit, genauer die **2. kosmische Geschwindigkeit** geben. ($V_{II} = 11,2 \text{ km/s}$ für die Erde).

92. Ergänze den Lückentext mit den Wörtern aus dem Kästchen!

(In der Tabelle ist ein Wort zu viel.)

Energie, Überwindung, Fluchtgeschwindigkeit, 2. kosmische Geschwindigkeit, 1. kosmische Geschwindigkeit, Kreisbahngeschwindigkeit, Satellit, Kreisbahn

Die in den Raketen freigesetzte(1) wird beim Raumflug in erster Linie für die(2) des irdischen Schwerfeldes benötigt. Um das Schwerfeld der Erde (auf einer Parabelbahn) verlassen zu können, muss ein Objekt auf die(3) von rund 11,2 km/s (.....(4)) beschleunigt werden. Bei niedriger Geschwindigkeit bleibt die Rakete im Schwerfeld der Erde. Bei einer Geschwindigkeit kleiner als 11,2 km/s, aber größer als 7,9 km/s (.....(5)) bewegt sich der(6) auf einer elliptischen Flugbahn um die Erde. Bei rund 7,9 km/s bewegt er sich auf einer(7) um die Erde; ist seine Geschwindigkeit niedriger, so kehrt der Flugkörper wieder zur Erde zurück.

93. In diesem Text passen drei Wörter nicht. Bitte streiche diese Wörter und setze passende ein.

Wenn der Satellit mit der Fluchtgeschwindigkeit abgeschossen wird, erreicht er das Unendliche. Die Kreisbahn geht in eine Parabelbahn über. Im Unendlichen sind potentielle und kinetische Energie Null geworden, die potentielle Energie vom positiven, die kinetische Energie vom negativen Wert her.

94. Rechenaufgaben

- a. Berechne die Fluchtgeschwindigkeit von der Oberfläche der heutigen Sonne und der Oberfläche der Sonne als Roter Riese mit dem 100-fachen Radius und der gleichen Masse wie die heutige Sonne ($M_S=1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$, $R_S=6,96 \cdot 10^8 \text{ m}$).
- b. Berechne die Fluchtgeschwindigkeit für einen Satelliten, der sich in einer Höhe von 1000 km über der Erdoberfläche befindet.
- c. Welche Bahnformen können entstehen, wenn ein Körper sich in der Nähe einer Masse (Planet, Sonne...) bewegt?
- d. Welche kinetische Energie muss man dem Raumschiff mindestens mitgeben, damit es die Erde verlässt ohne zurückzukehren?

20. Die Würfe *

Wurf m	_____
freier Fall m	_____
senkrecht	_____
waagrecht	_____
Steighöhe f	_____
Steigzeit f	_____
Gipfelhöhe f	_____
Abwurfhöhe f	_____
Wurfweite f	_____
Flugzeit f	_____



Grundwissen



Der senkrechte Wurf (nach oben und nach unten) und der freie Fall

Der senkrechte Wurf nach unten, nach oben und der freie Fall sind Beispiele der beschleunigten Bewegung mit der Anfangsgeschwindigkeit \vec{v}_0 und mit der Beschleunigung \vec{g} . (Die Reibung soll vernachlässigt werden)

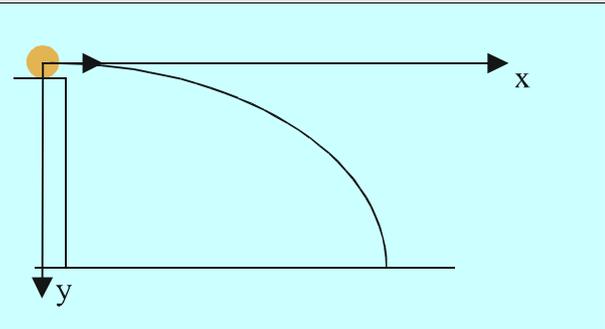
Es gelten jetzt die Gesetze der gleichmäßig beschleunigten Bewegung.

$$v(t) = v_0 \pm g \cdot t$$

$$h(t) = v_0 t \pm \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

Der waagrechte Wurf

Man zerlegt die Bewegung in zwei Komponenten:
 In **x-Richtung** liegt eine Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit vor,
 in **y-Richtung** eine Bewegung mit konstanter Beschleunigung
 (aus Vereinfachungsgründen werden Werte nach unten positiv gezählt).



Das Zeit-Weg-Gesetz und das Zeit-Geschwindigkeits-Gesetz lauten dann:

	x-Richtung	y-Richtung
Zeit-Weg-Gesetz	$s_x = v_x \cdot t$	$s_y = \frac{1}{2} g \cdot t^2$
Zeit-Geschwindigkeits-Gesetz	$v_x = v_0$	$v_y = g \cdot t$

95. In diesem Text passt ein Wort nicht. Streiche dieses Wort und setze das passende ein!

Ein Turmspringer vom 10-m Brett beschleunigt regelmäßig, bevor er ins Wasser eintaucht, Fallspringer im Freien Fall bewegen sich dagegen mit konstanter Geschwindigkeit. Andere Fallbewegungen wie das Umfallen eines gefälltten Baums oder das Zusammenstürzen eines gesprengten Hauses liegen zwischen den beiden Fällen.

96. Welche der folgenden Aussagen zum freien Fall sind richtig?

1. Die Geschwindigkeit des fallenden Körpers hängt von seiner Masse ab.
2. Die Beschleunigung des Körpers ist konstant.
3. Die Geschwindigkeit hängt von der Falldauer ab.
4. Die Fallzeit ist proportional zur Wurzel aus dem Fallweg.
5. Die Falldauer ist unabhängig von der Fallhöhe.

97. Rechenaufgaben

$$\text{(Erdbeschleunigung } g = 10 \frac{m}{s^2} \text{)}$$

a) Du lässt von deinem Balkon einen Teller herunterfallen. Nach 2 s siehst du, wie dieser auf dem Boden aufkommt.

- Wie hoch über der Erde befindet sich Ihr Balkon?
- Mit welcher Geschwindigkeit trifft der Teller auf dem Boden auf?
- Nach welcher Zeit hat der Teller 40 % seines Fallweges zurückgelegt?

b) Ein Körper wird mit der Anfangsgeschwindigkeit $v_0 = 30 \frac{m}{s}$ nach oben abgeschossen.

- Berechne seine Höhe und Geschwindigkeit nach einer Sekunde.
- Wie groß sind seine maximale Steighöhe und die Steigzeit.

c) Ein Stein wird mit $40 \frac{m}{s}$ senkrecht nach oben geworfen.

- Welche maximale Höhe erreicht er?
- Nach welcher Zeit (vom Abwurf an gerechnet) ist der Stein wieder auf der Abwurfhöhe?

d) Bestimme die Gipfelhöhe einer Rakete, die mit der halben Fluchtgeschwindigkeit von der Erde auf der Erdoberfläche senkrecht nach oben geschossen wird. (Energieerhaltungssatz!)



V-2 Rakete im Peenemünde Museum
Wikipedia.pl

e) Ein Stein wird mit einer Geschwindigkeit von $20 \frac{m}{s}$ horizontal von der Höhe h aus abgeworfen. Er erreicht in der Horizontalen eine Weite von $x = 40$ m.

- Wie groß sind Abwurfhöhe und Flugzeit?
- Mit welcher Geschwindigkeit und unter welchem Winkel zur Horizontalen trifft der Stein auf dem Boden auf?

f) Ein senkrecht geworfener Stein hat in 20 m Höhe die Geschwindigkeit von 8 m/s.

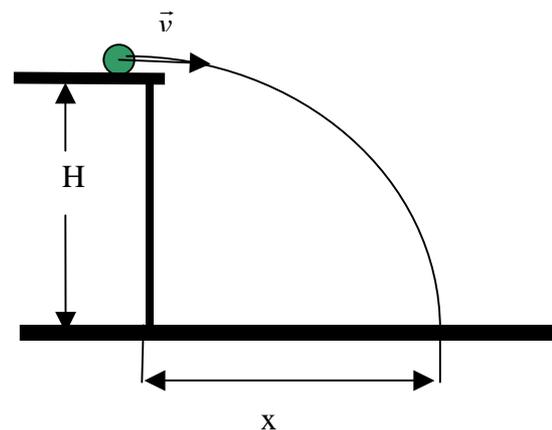
- Berechne die Anfangsgeschwindigkeit.
- Wie groß ist die Flugzeit bis zur Rückkehr zum Startpunkt?

g) Ein Körper wird waagrecht mit der

Geschwindigkeit $5 \frac{m}{s}$ abgeschossen und trifft

5m tiefer auf.

- Berechne die Wurfweiten.
- Zeichne die Wurfparabel in ein x-y-Koordinatensystem.
- Zeige allgemein, dass die Wurfweiten proportional zur Anfangsgeschwindigkeit sind.



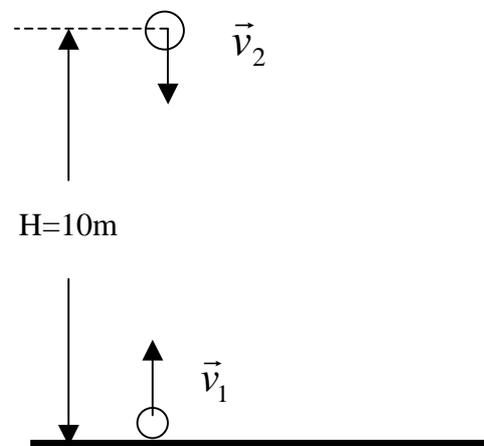
h) Ein Stein wird mit einer Geschwindigkeit von

$v_1 = 20 \frac{m}{s}$ senkrecht in die Höhe geschleudert.

Gleichzeitig wird aus $H = 10$ m Höhe ein zweiter

Stein mit $v_2 = 20 \frac{m}{s}$ nach unten geworfen.

- In welcher Höhe treffen sich die beiden Steine?
- Wie schnell sind sie beim Zusammentreffen?

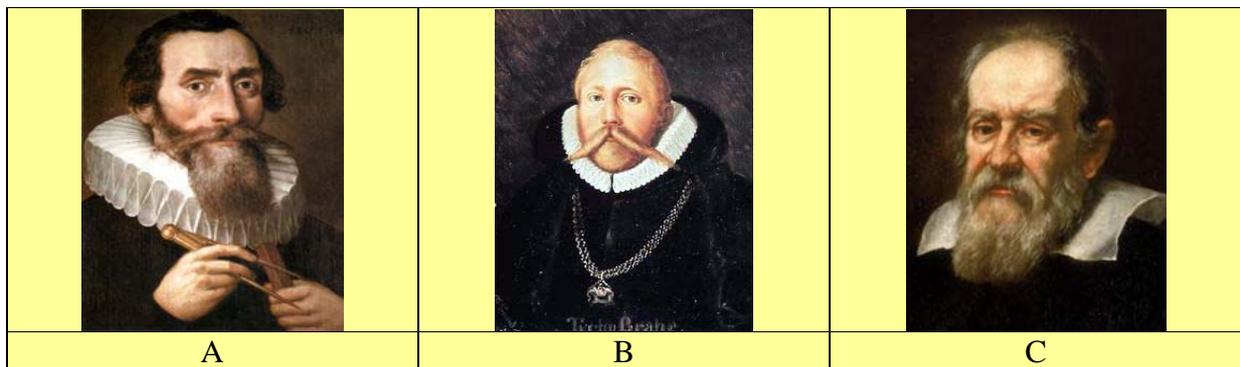


21. WEIß ICH DAS SCHON?



98. Persönlichkeiten

Erkenne die Personen auf dem Photo. Ordne den passenden Lebenslauf der richtigen Person zu!



1. Er stammte aus einer verarmten Florentiner Patrizierfamilie. Er wurde als Novize in einem Kloster erzogen und zeigte Neigung, in den Benediktiner-Orden einzutreten, wurde aber von seinem Vater wegen einer Augenentzündung nach Hause geholt und dann zum Medizin-Studium nach Pisa geschickt (1580).

?

2. Er war adliger Abstammung. Er wurde 1566 in Rostock (Mecklenburg) immatrikuliert. Im Alter von 20 Jahren verlor er bei einem Duell einen Teil seiner Nase. Er trug daher eine Nasenprothese aus einer Gold-Silber-Legierung, die er mit einer Salbe anklebte.

?

3. Er wurde in der freien Reichsstadt Weil geboren. Heute ist die Geburtsstadt Teil des Großraums Stuttgart und liegt 30 km westlich des Stadtzentrums. Als Frühgeburt wurde er immer als schwaches und krankes Kind bezeichnet. Seine Mutter, eine Gastwirtstochter, war eine Heilerin und Kräuterfrau und wurde später der Hexerei angeklagt.

?

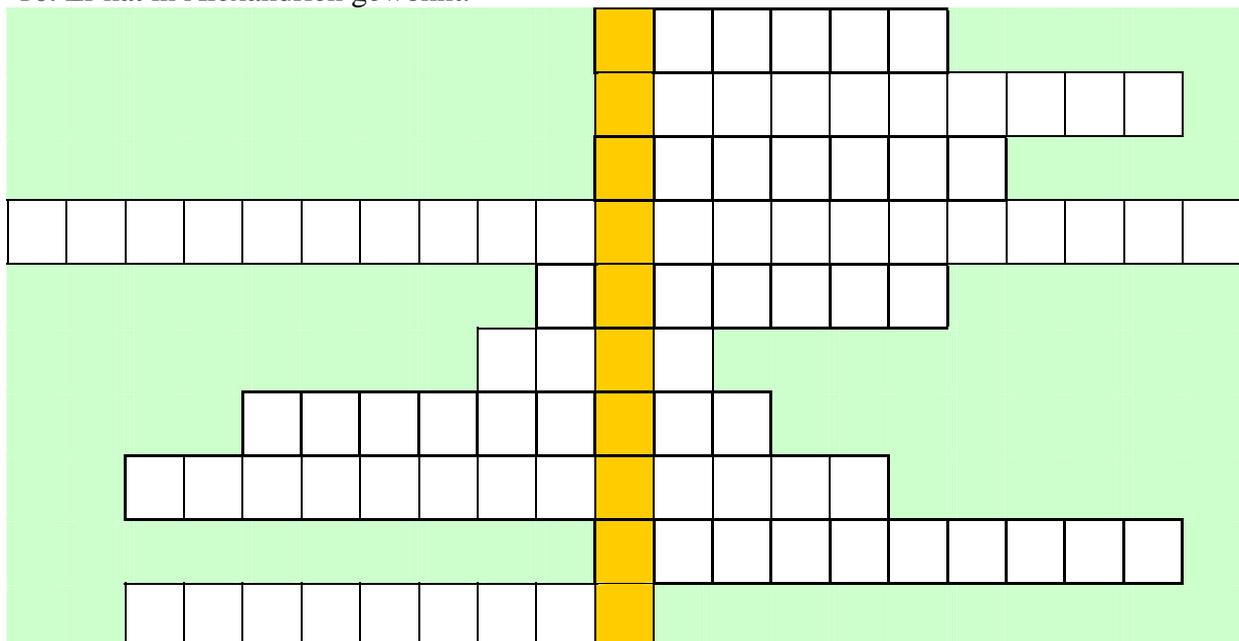
A -	B -	C -
------------	------------	------------

99. Rekonstruiere die zerschnittene Sätze!

1. Man spricht von einem homogenen Schwerefeld,	a. so führt er eine Zentralbewegung nach dem 2. Keplerschen Gesetz aus.
2. Die Zentralkraft, welche am Planeten in Richtung auf die Sonne zu angreift,	b. so bleibt er ständig in dieser Kreisbahn.
3. Kopernikus stellte die Sonne in den Mittelpunkt der Welt (heliocentrisches System),	c. so beschreibt der Körper eine Kepler-Ellipse, deren einer Brennpunkt mit dem Erdmittelpunkt zusammenfällt
4. Wird ein Satellit mit der Geschwindigkeit $v=7,9 \frac{km}{s}$ tangential in eine erdnahe Kreisbahn geschossen,	d. ist der Planetenmasse m direkt und dem Quadrat des Abstandes umgekehrt proportional.
5. Steht ein Körper unter der alleinigen Wirkung einer auf ein feststehendes Zentrum gerichteten Kraft,	e. wenn die Vektoren der Gewichtskraft parallel zueinander und überall gleich groß sind.
6. Wenn die Abschussgeschwindigkeit unter $11,2$ liegt,	f. beließ aber noch die Kreisbahnen der Planeten.

100. Fachkreuzworträtsel

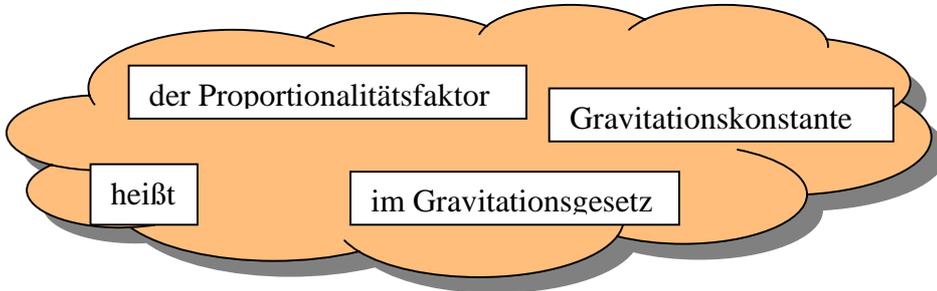
1. Er erkannte, dass die Planetenbahnen Ellipsen sind.
2. Man bezeichnet es mit dem Buchstaben **g**.
3. Sonnennähe
4. Ist zum Quadrat des Abstands proportional.
5. Umkreist den Zentralkörper.
6. Natürlicher Satellit
7. Seinen Namen verbinden wir mit der Gravitationswaage.
8. Die Resultierende der Gravitations- und der Zentripetalkraft.
9. Dorthin legen wir das Nullniveau der potentiellen Energie.
10. Er hat in Alexandrien gewohnt.



Finde die Lösung:

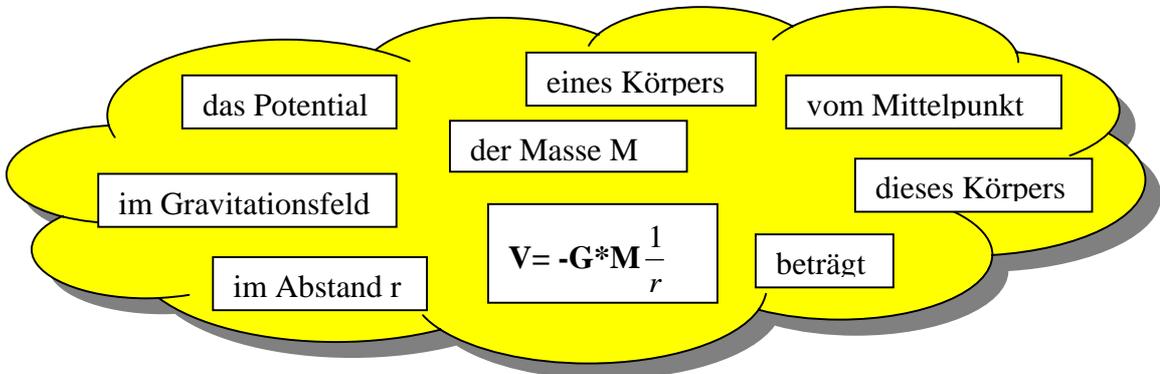
101. Rekonstruiere die Sätze!

a)



.....

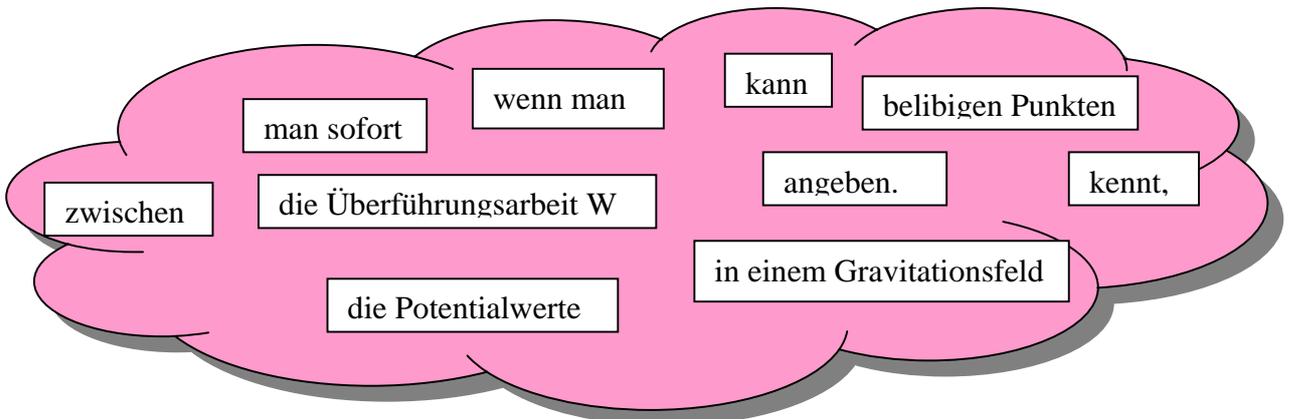
b)



.....

.....

c)



.....

.....

102. Ordne richtig zu!

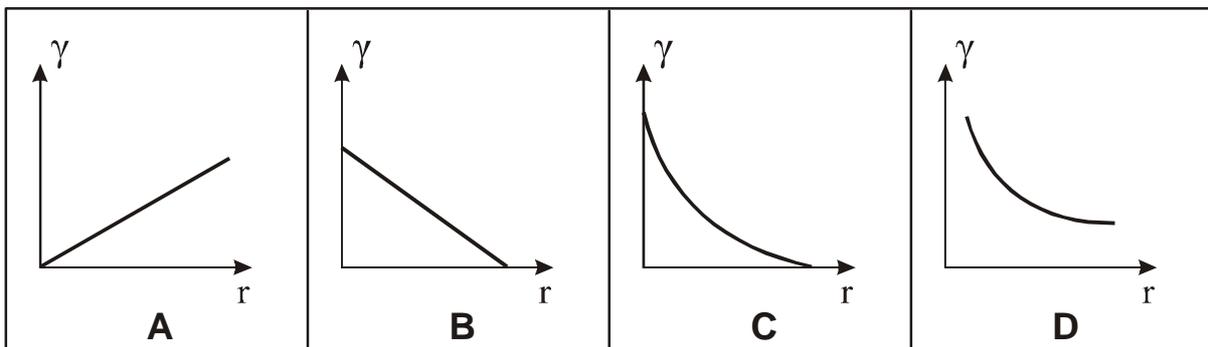
1. der Naturvorgang, 2. das Naturgeschehen, 3. das Beharrungsgesetz, 4. die Kreisbahn,

- a) etwas, was wir beobachten
- b) ein Körper, auf den keine Kraft einwirkt, unterliegt ihm
- c) sämtliche Punkte auf ihr sind von einem Punkt, der sich außerhalb befindet, gleich weit entfernt
- d) es ist von jeher festgelegt

1-	2-	3-	4-
----	----	----	----

103. Test

- a) Das Gewicht eines Mannes auf der Erde beträgt 600 N. Wenn er sich auf einem Planeten mit zwei mal größerer Masse und gleich großem Radius wie die Erde befindet, beträgt sein Gewicht
A) 600 N B) 300 N C) 1200N D) 150 N
- b) Das Verhältnis zwischen Gravitationsfeldstärke und Entfernung von einer punktförmigen Gravitationsquelle zeigt das Diagramm:



- c) Wenn die Gesamtenergie des Satelliten $E_{\text{Ges.}} > 0$ ist, ist die Satellitenbahn
A) eine Parabel
B) eine Hyperbel
C) ein Kreis
D) eine Parabel oder eine Hyperbel, es hängt von der Masse des Satelliten ab.
- d) Wie kann man an den parallel verlaufenden Feldlinien erkennen, wo die Gravitationskraft geringer und wo sie größer ist.
A) Dort wo die Feldlinien enger liegen, ist die Kraft größer.
B) Dort wo die Feldlinien enger liegen, ist die Kraft kleiner.
C) Das ist nicht möglich; die Feldlinien zeigen nur die Richtungen der Kräfte.
D) Dort wo die Feldlinien weiter auseinander liegen, ist die Anziehung größer.

104. Abituraufgabe aus Deutschland– Was müssen unsere deutschen Freunde im Grundkurs Physik lösen?

Schriftliche Abiturprüfung 2002 Grundkurs Kultusministerium des Landes Sachsen-Anhalt

Bewegung im Gravitationsfeld

Die Bahn eines jeden die Erde antriebslos umlaufenden Körpers ergibt sich aus Richtung und Betrag seiner Anfangsgeschwindigkeit.

1. Leiten Sie auf der Grundlage des Gravitationsgesetzes eine Gleichung zur Berechnung der Geschwindigkeit eines die Erde im Abstand R ($R > r_E$ mit $r_E = 6371$ km) umkreisenden Satelliten her.
2. Berechnen Sie die notwendige Geschwindigkeit für eine Bewegung 400 km über der Erdoberfläche.
3. Geben Sie die Entfernung R_2 zum Erdmittelpunkt an, die ein geostationärer TV-Satellit (Umlaufzeit $T = 24$ h) einhalten müsste.

PLANETEN DES SONNENSYSTEMS

Maßstabsgetreue Darstellung der Planetengrößen des Sonnensystems:

1. Merkur

2. Venus

3. Erde

4. Mars

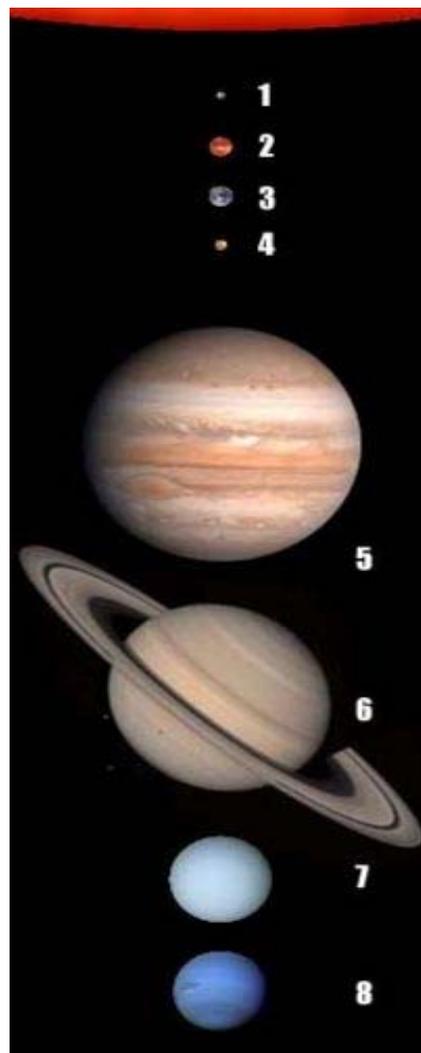
5. Jupiter

6. Saturn

7. Uranus

8. Neptun

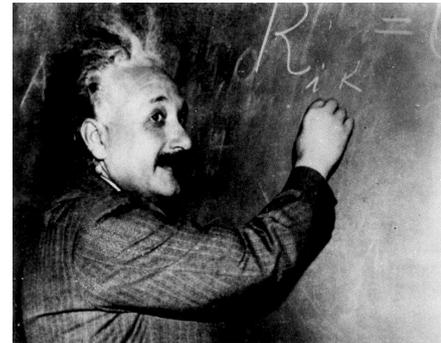
*(Entfernungen nicht maßstabsgetreu)
Quelle: Wikipedia.de*



IV. Elemente der speziellen Relativitätstheorie

22. Einsteins Grundpostulate

Die Relativitätstheorien sind nicht etwa deshalb als unverständlich bekannt, weil sie schwer nachzuvollziehen wären, sondern eher deshalb, weil man ihre Folgerungen nur schwer glauben kann! Das liegt daran, dass wir alles an unseren bisherigen Erfahrungen messen, die jedoch nur einen kleinen Teil einer Gesamtheit ausmachen. Daher kommt man kaum auf die Idee, unsere Erfahrungen könnten nur ein Spezialfall von viel allgemeiner gefassten Gesetzmäßigkeiten sein.



Albert Einstein hat im Prinzip zwei Postulate aufgestellt. Sie begründen die neue Sichtweise von Raum und Zeit und bilden in gewisser Weise den eigentlichen **Kernbereich der Theorie**.

Das **Relativitätsprinzip**

Die physikalischen Gesetze sind für alle nicht beschleunigten Bezugssysteme die gleichen. Es gibt kein ausgezeichnetes Bezugssystem, alle sind gleichberechtigt.

Beispiel:

Dieses Postulat sagt aus, dass, wenn ich die Beispiele von vorhin nehme, ein Stein im fahrenden Zug genau gleich fällt wie ein Stein außerhalb des Zuges.

Die **Konstanz der Lichtgeschwindigkeit**

Die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum ist konstant ($299792,458 \frac{\text{km}}{\text{s}}$), unabhängig vom Bezugssystem, der Quelle und dem Beobachter.

Beispiel:

Wenn sich ein Planet mit einer Geschwindigkeit von 100.000 km/s auf die Erde zubewegt, dann treffen dessen Lichtstrahlen nicht etwa mit 400.000 km/s auf die Erde, sondern trotzdem mit 300.000 km/s.

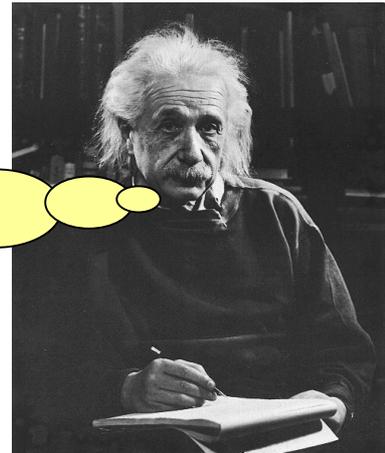
A handwritten signature of Albert Einstein in black ink, written in a cursive style.

Obwohl die konstante Lichtgeschwindigkeit dem gesunden Menschenverstand zu widersprechen scheint, sprachen alle bisherigen Experimente dafür. Einstein glaubte, es handle sich dabei um ein grundlegendes Gesetz des Universums.

Wenn diese Axiome gelten, dann kann man aus ihnen verschiedene Formeln ableiten. Um seine Theorie zu bekräftigen und um experimentelle Bestätigungen zu ermöglichen, entwickelte Einstein eine Reihe von Formeln.

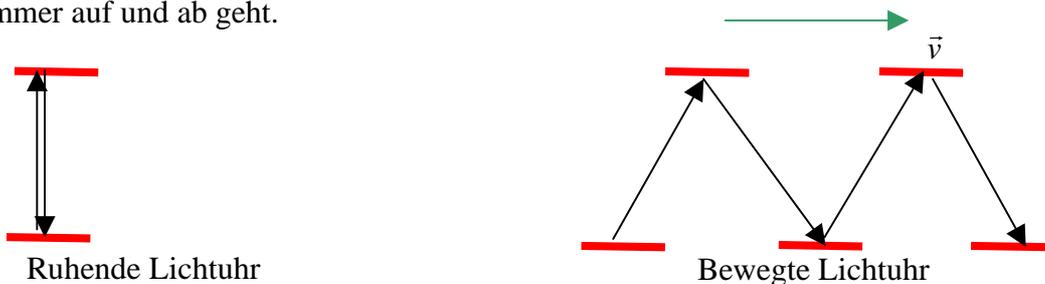
23. Zeitdilatation

Wenn man zwei Stunden lang mit einem netten Mädchen zusammensitzt, meint man, es wäre eine Minute. Sitzt man jedoch eine Minute auf einem heißen Ofen, meint man, es wären zwei Stunden. Das ist Relativität.



Gedankenexperiment – die Lichtuhr

Wir können uns darunter zwei Spiegel vorstellen, die in einem gegebenen Abstand zueinander fixiert sind. Weiter ist zwischen beiden Spiegeln ein Lichtstrahl eingeschlossen, der immer auf und ab geht.



Jedes Mal, wenn der Lichtstrahl den einen oder den andern Spiegel erreicht, ist eine Sekunde vergangen.

Was passiert allerdings, wenn die Lichtuhr nicht mehr in Ruhe ist, sondern sich relativ schnell bewegt?

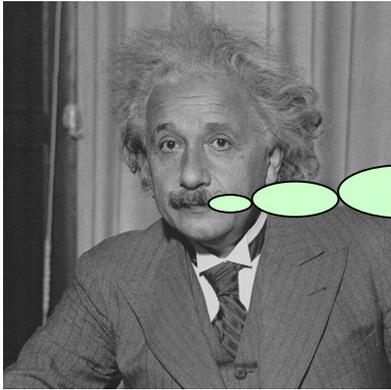
Jetzt kann das Licht nicht senkrecht zwischen Spiegeln gehen, sondern es muss schräg, in Richtung der Bewegung, gelangen. Es legt dabei in der gleichen Zeit wie vom ruhenden System aus gesehen eine größere Strecke zurück, als wenn die Lichtuhr stillsteht. Die bewegte Lichtuhr hat eine längere Periodendauer als die ruhende.

Sie wird oft in knapper Weise mit den Worten "**Bewegte Uhren gehen langsamer**" zusammengefasst und heißt **Zeitdilatation** ("Zeitdehnung"). Die Zeit, die für eine Uhr in ihrem Ruhesystem vergeht, heißt **Eigenzeit**. Es gilt:

$$\frac{t_R}{t_B} = \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

γ (gesprochen "Gamma") wird auch als Lorentzfaktor bezeichnet und ist ein Maß dafür, wie groß die Verlangsamung in bewegten Systemen ist.

24. Geschwindigkeitsaddition



Zwei Dinge sind unendlich, das Universum und die menschliche Dummheit, aber bei dem Universum bin ich mir noch nicht ganz sicher.

Einsteins Gedankenversuch

Die Rakete fliegt mit Lichtgeschwindigkeit durch das Universum, nahe an der Erde vorbei. Ein Mann in der Rakete hält einen Spiegel in der Hand. Er kann sich in dem Spiegel betrachten, da er sich relativ zu ihm nicht bewegt und das Licht sein Gesicht mit Lichtgeschwindigkeit verlässt. Was sieht nun ein Beobachter auf der Erde? Sieht er, wie das Licht das Gesicht des Mannes mit doppelter Lichtgeschwindigkeit verlässt?



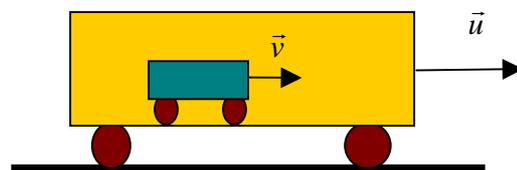
Die letzte Frage steht im Widerspruch mit dem Postulat Konstanz der Lichtgeschwindigkeit, wenn man die Geschwindigkeiten klassisch addiert. Albert Einstein leitet eine neue Formel für die Addition von Geschwindigkeiten her:

$$w = \frac{v + u}{1 + \frac{vu}{c^2}}$$

wo:

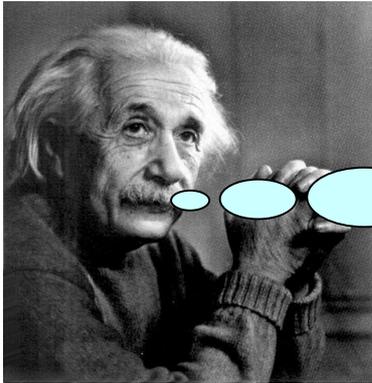
u - relative Geschwindigkeit des bewegten Systems

v - Geschwindigkeit des Körpers im bewegten System relativ zu diesem



w - Geschwindigkeit des Körpers im bewegten System relativ zum Beobachter.

25. $E=mc^2$



Ich weiß nicht, welche Waffen im nächsten Krieg zur Anwendung kommen, wohl aber, welche im übernächsten: Pfeil und Bogen.

Ein Objekt mit der Masse m_0 im Stillstand wird immer schwerer, je schneller es sich relativ zu einem anderem Objekt bewegt. Die Massenzunahme kann jedoch nur vom Beobachter ermittelt werden, die Messung der eigenen Masse würde keine Veränderung ergeben!

Relativistische Massenzunahme

Bewegt sich ein Körper mit Ruhemasse m_0 und der Geschwindigkeit v , so erscheint seine Masse für einen ruhenden Beobachter auf den Wert m der Masse relativistisch vergrößert.

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

m - relativistische Masse
 m_0 - Ruhemasse,
 v - Relativgeschwindigkeit
 c - Lichtgeschwindigkeit

Die Massenzunahme ist Teil eines allgemeineren Phänomens, der relativistischen **Äquivalenz von Masse und Energie**: Jede Energie, die ich einem Körper zuführe, erhöht auch seine Masse; jede Energie, die ich ihm entziehe, verringert sie. Ein ruhender Körper ist allein auf Grund seiner Masse Energie. Energie und (träge) Masse erweisen sich als untrennbar verknüpft - jeder Körper der Masse m hat automatisch die Gesamtenergie:

$$E=mc^2$$

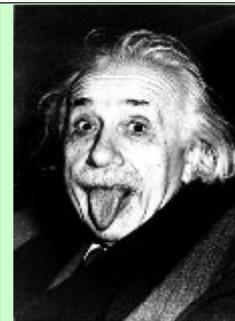
wobei **m die** relativistische Masse ist.

Die kinetische Energie ist die Differenz zwischen der Energie, die ein Körper in seiner bewegten Phase hat, und seiner Ruheenergie:

$$E_{\text{kin}}=E-E_0$$

*Phantasie ist wichtiger
als Wissen,
denn Wissen ist
begrenzt.*

26. WEISS ICH DAS SCHON ?



105. Richtig oder falsch

		richtig	falsch
1	Grundlage der Speziellen Relativitätstheorie ist die Annahme, dass die Vakuum-Lichtgeschwindigkeit für jeden Beobachter denselben Wert hat – fast genau $300000 \frac{km}{h}$.		
2	Die Ereignisse, die in einem Bezugssystem gleichzeitig stattfinden, müssen in einem anderen Bezugssystem nicht gleichzeitig ablaufen.		
3	Die Zeit in einem ruhenden System vergeht um den Faktor γ langsamer als die Zeit im eigenen System. (Zeitdilatation)		
4	Einstein erkannte schließlich einen Zusammenhang zwischen der Massenzunahme eines bewegten Körpers und seiner kinetischen Energie.		

106. Finde den richtigen Text und übersetze ins Polnische!

Unser heutiges Thema ist Albert Einstein. Einstein war ein deutscher Physiker. Er hat die Relativitätstheorie entwickelt. Einstein behauptet, dass Raum und Zeit nur relative Größen seien. Ein Raumschiff, das eine sehr hohe Geschwindigkeit hat, bewegt sich von der Erde aus betrachtet in seiner Längsrichtung stark reduziert (Längenkontraktion). Die Zeit dagegen läuft in diesem Raumschiff langsamer ab (Zeitdilatation). Würde die Besatzung dieses Raumschiffes ein Jahr im Weltraum verbringen und anschließend auf die Erde zurückkehren, wären auf der Erde bereits mehrere Jahre vergangen. Nach Einstein ist also so etwas wie eine Zeitreise möglich.

.....

.....

.....

.....

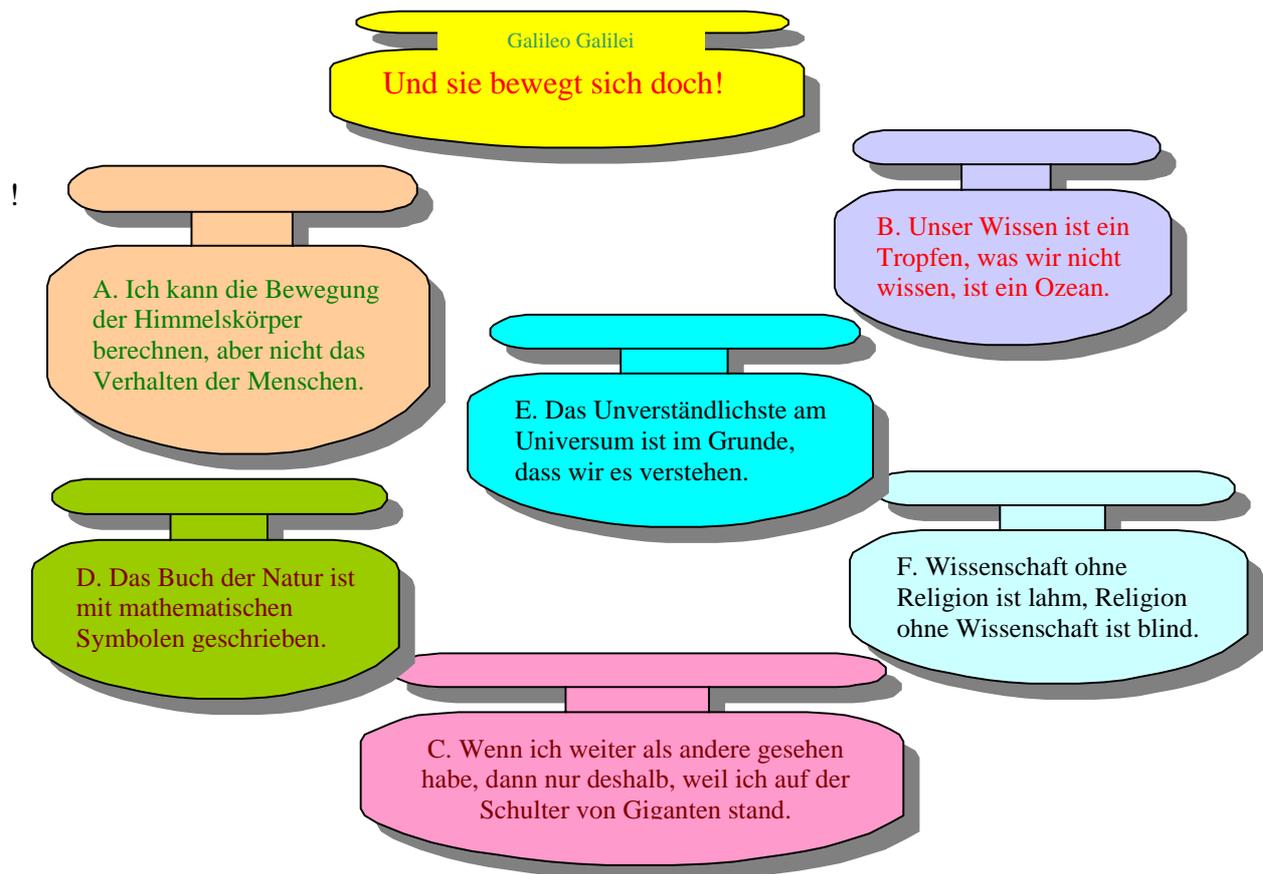
.....

.....

.....

107. Zitate

Im Kasten gibt es sechs Zitate der großen Persönlichkeiten, die sich mit Problemen der Bewegung bzw. der Relativität der Bewegung beschäftigten. (Galilei, Newton, Einstein). Ordne, so wie im Beispiel, die richtigen Aussagen den Namen zu.



108. Rechenaufgaben

- Die mittlere Eigenlebensdauer eines Pions ist $2,6 \cdot 10^{-8}$ s. Ein Pionenstrahl hat die Geschwindigkeit $0,85c$. Wie groß ist seine im Labor gemessene Lebensdauer?
- Dein Kollege fliegt in einer Rakete mit der Geschwindigkeit $0,9c$. Nach wie vielen Jahren ist er wieder zurück, wenn die Uhr in der Rakete 10 Jahre anzeigt?
- Zwei Elementarteilchen bewegen sich in entgegengesetzter Richtung mit einer Geschwindigkeit von $0,6c$. Wie groß ist die relative Geschwindigkeit?
- Wie viel mal größer ist der relativistische Impuls gegenüber dem klassisch berechneten Impuls, wenn die Geschwindigkeit des Körpers $0,99c$ beträgt?

V. Prüfe Dein Wissen!



Korzystając z zamieszczonego na następnych stronach sprawdzianu możesz sprawdzić stopień opanowania materiału obejmującego część pierwszą.

Na rozwiązanie masz 80 minut.

Rozwiązania oddaj swojemu nauczycielowi do sprawdzenia.

(Możesz uzyskać:

10 pkt za test jednokrotnego wyboru + 15 punktów za zadania rachunkowe + 25 punktów za zadania sprawdzające znajomość słownictwa i zrozumienie tekstu pisanego)

Razem = 50 punktów

Test

1. Ein Sprinter legt die 100 m Strecke in 10 s zurück. Wie groß ist seine mittlere Geschwindigkeit?

- A. $3,6 \frac{km}{h}$; B. $10 \frac{m}{s}$; D. $27 \frac{km}{h}$ E. $100 \frac{m}{s}$.

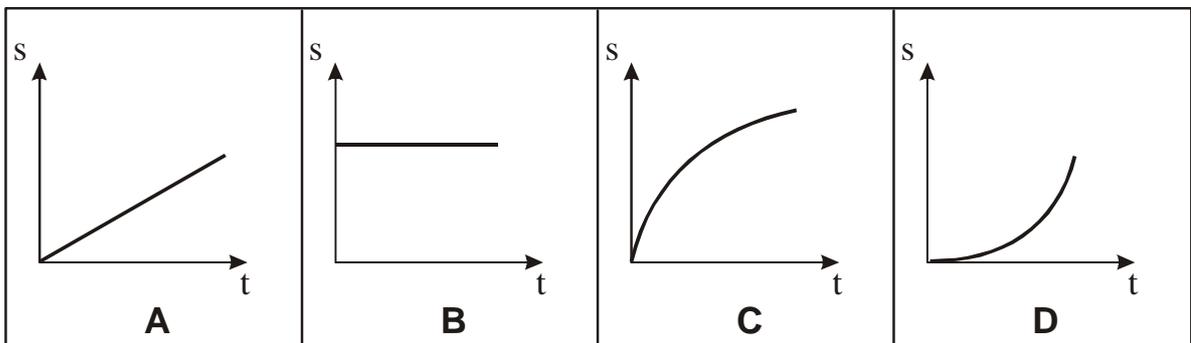
Antwort

2. Ein Zahnarztbohrer wird mit 10 kHz betrieben (Umdrehungen pro Sekunde). Wie groß ist die lineare Geschwindigkeit eines Punktes am Rande des Bohrkörpers von 1 mm Durchmesser?

- a) $31,4 \frac{m}{s}$ b) $25 \frac{m}{s}$ c) $23,4 \frac{m}{s}$ d) $10 \frac{m}{s}$

Antwort

3. a. Ein Wagen rollt die schiefe Ebene hinaus. Welches der gezeichneten Diagramme stellt die Beziehung zwischen dem zurückgelegten Weg s und der Zeit t qualitativ richtig dar?



Antwort

4. Welche der folgenden Aussagen über Kräfte sind richtig.

- I. Kräfte erkennt man an ihren Wirkungen.
II. Kräfte können die Form von Körpern verändern.
III. Kräfte können den Bewegungszustand von Körper ändern.

- a) Nur die Aussage I und II ist richtig.
b) Nur die Aussage II und III ist richtig.
c) Nur die Aussage I und III ist richtig.
d) Alle drei Aussagen sind richtig.

Antwort

5. Aus einem Gewehr der Masse $m = 3 \text{ kg}$ wird eine Geschosskugel der Masse $m_k = 10 \text{ g}$ mit einer Anfangsgeschwindigkeit von $v_k = 600 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ abgefeuert. Wie groß ist die Rückstoßgeschwindigkeit v des Gewehres?

- a) $-2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ b) $+2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ c) $+20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ d) $-20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Antwort

6. Aus welcher Höhe muss ein Auto fallen, um beim Aufprall ähnliches zu erleben, wie beim Fahren gegen eine Mauer mit $72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$?

- a) 5 m b) 10 m c) 20 m d) 30 m

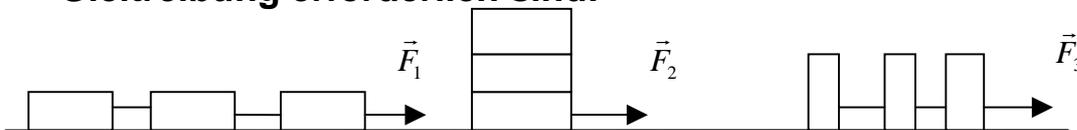
Antwort

7. Die kinetische Energie ist umso kleiner

- a) je kleiner die Masse.
 b) je größer die Masse.
 c) je größer die Geschwindigkeit ist.
 d) unabhängig von der Masse.

Antwort

8. Drei gleichartige Körper werden auf unterschiedliche Weise angeordnet und über eine horizontale Unterlage gezogen. Vergleiche die Kräfte, die jeweils zur Überwindung der Gleitreibung erforderlich sind!



- a) Alle drei Kräfte müssen gleich groß sein.
 b) F_1 muss die größte Kraft sein.
 c) F_2 muss die größte Kraft sein.
 d) F_3 muss die größte Kraft sein.

Antwort

9. Die Anziehungskraft zwischen Erde und Mond, die der Mond erfährt, spielt für den Beobachter auf der Erde die Rolle

- a) der Zentrifugalkraft
- b) der Zentrifugalkraft
- c) der Hangabtriebskraft
- d) der Schwerkraft

Antwort	
----------------	--

10. Wenn die Gesamtenergie eines Teilchens 100 MeV und die Ruheenergie 80 MeV betragen, so hat die kinetische Energie dieser Teilchen den Wert

- a) 20 MeV
- b) 120 MeV
- c) 1,2 MeV
- d) 0,8 MeV

Antwort	
----------------	--

11. Wasserstoffatom (3 Pkt.)

Vom Wasserstoffatom kann man sich folgende Modellvorstellung machen:

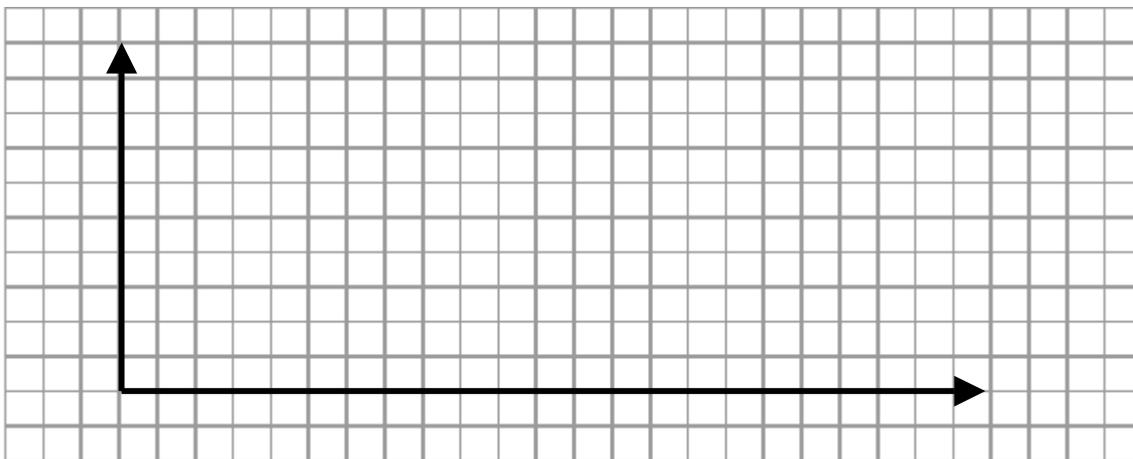
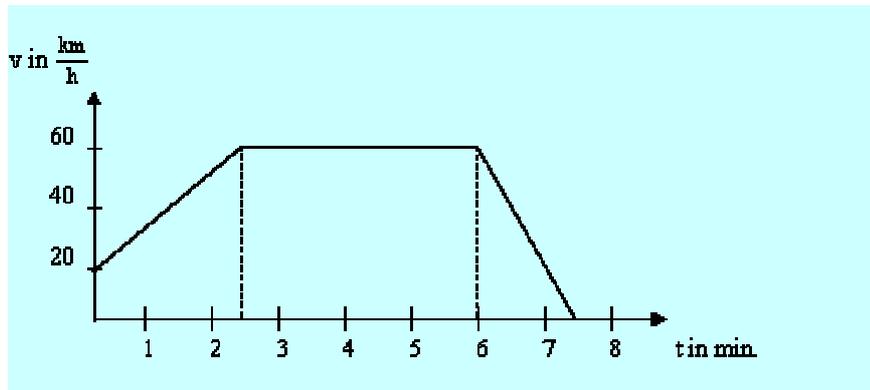
Das Elektron ($m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$) umkreist das Proton ($1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$) auf einem Kreis mit dem Radius $r = 0,5 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ und der Geschwindigkeit $v = 2,2 \cdot 10^{-6} \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Wie groß müsste demnach die Kraft zwischen Elektron und Proton sein?

12. Visite(5 Pkt.)

Familie Mayer fährt zur Familie Weber. Sie sind zum Geburtstag Frau Webers eingeladen. Für die Fahrt wird folgendes v-t-Diagramm von einem Nachbarn aufgezeichnet (leider hat er nicht den Moment der Abfahrt gesehen!).

Berechnen Sie, wie weit entfernt voneinander die beiden Familien wohnen, wenn das nicht gezeichnete Fragment einen Weg von $\frac{1}{3}$ km beträgt und zeichnen Sie das a-t-Diagramm!



13. Saturnmond Titan (4 Pkt.)

Der Landefahrzeug „Huygens“ sollte den Saturnmond Titan untersuchen. Titan umkreist den Saturn in einer Entfernung von

1 222 000 km in 15 Tagen, 22 Stunden und 54 Minuten.

Berechnen Sie aus diesen Daten die Masse des Saturns und die Umlaufgeschwindigkeit des Titans um den Ringplaneten.

14. Energieverlust (3 Pkt.)

Ein Schlitten der Masse 60 kg startet aus der Ruhe von

einem Hügel aus 5 m Höhe und erreicht den Fuß des Hügels mit einer

Geschwindigkeit von $6 \frac{m}{s}$. Welchen Betrag an Energie hat er durch

Reibung usw. verloren?

15. Nenne die wirkenden Kräfte! (4Pkt.)

\vec{F} - \vec{T} - \vec{Q} - \vec{F}_R -	
--	--

16. Rätsel (9Pkt.)

Finde die

Art. der Reibung	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Beharrungsvermögen	12	13	14	15	16	17	18	19			
schiefe (Ebene)	20	21	22	23	24	25	26	27			
Normalkraft	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	
Die Arbeit pro Zeit	38	39	40	41	42	43	44	45			
$m\vec{v}$	46	47	48	49	50	51					
Versuch	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	
abgeschlossenes oder inertial	62	63	64	65	66	67					

Lösung

(Die Buchstaben „d“ sind abgetragen)

11	56	49	22		38	35	15	66	60		6	1	48	16	63	41	24	33
				d						d								

17. Im Text gibt es zwei falsche Wörter. Finde sie und trage richtige ein. (4 Pkt.)

Bringt man ein Eisenstück in die Nähe eines Magneten, wirkt auf dieses die Anpresskraft, die vom Magneten auf das Eisenstück ausgeübt wird. Nach dem Prinzip „actio = reactio“ verursacht diese Kraft eine gleich große, ihr gleichgerichtete Kraft, die vom Eisenstück auf den Magneten ausgeübt wird.

1. Falsch richtig
2. Falsch richtig

18. Text (8. Pkt)

Zitat Website Deutschlandradio,

Programmorschau zu einer Wissenschaftssendung zum Thema Reibung

"Keine wimmernde Gitarre, keine Laufschuhe, keine Autorennen. Ohne Reibung wäre Michael Schumacher eine lahme Null, Moses Kiptanui eine rutschende Lachnummer, und Jimmy Hendrix wäre kein genialer Musiker, sondern ein öder Langweiler gewesen.

Reibung ist auf der anderen Seite der größte Energievernichter auf dieser Welt. 70% aller Energie, so Schätzungen, gehen durch Reibung „verloren“. Schon die alten Ägypter transportierten ihre Pyramidenquader auf Kufen und schoben sie über Holzrollen, die sie mit Wasser gegen die Reibungshitze befeuchteten. Leonardo da Vinci konstruierte Kugellager, um Reibung zu minimieren.

Ganz zu schweigen von der Tatsache, dass Reibung der Ausgangspunkt jeder Zivilisation ist: kein Feuer ohne reibende Hölzer oder Feuersteine. Nichts läuft ohne Reibung. Oder doch, manches sogar nur ohne sie. Gemessen an Wichtigkeit und Alter des Phänomens ist das heutige Wissen über Reibung eher dürftig. Was mikroskopisch, also auf atomarem Niveau, bei Reibungsphänomenen vor sich geht, ist bestenfalls simulierbar, aber auch das nicht in makroskopischen Dimensionen, sprich Reifen, Bremsen oder Maschinen."

öd (e) – pusty, czczy, jałowy	dürftig – biedny, skąpy, mizerny
Kufe <i>f</i> - płoza	Kugellager <i>n</i> - łożysko kulkowe

a) Beantworte die Fragen

Warum sagt man, dass die Reibung der Ausgangspunkt jeder Zivilisation ist?

.....
.....

Wie haben die alten Ägypter ihre Pyramidenquader transportiert?

.....
.....

b) Richtig oder falsch? Bewerte die Sätze auf Grund des Textes.

	richtig	falsch
1. Reibung ist der umfangreichste Energieverbraucher.		
2. Ohne Reibung wäre Jimmi Hendrix ein alter Langweiler.		
3. Das heutige Wissen über Reibung ist komplett.		
4. Auf atomarem Niveau sind die Reibungsphänomenen simulierbar.		

VI. Lösungen

Kapitel 1 - Kinematik

2. a) bezüglich des Fahrradrahmens erhalten wir eine Kreisbahn.
b) bezüglich der Fahrradfelge sehen wir einen Punkt

4. **Koordinatensystem** – Bezugssystem

5. Richtig: **a, c, d** falsch: **b**

6. 1-c, 2-a, 3-d, 4-b

13. a) $30 \frac{m}{s}$ b) $7,2 \frac{m}{h}$ c) $432 \frac{m}{min}$

14. a, c, d, b

15. a) $\approx 8,9 \frac{km}{h}$ b) $\approx 58,2 \frac{km}{h}$ c) 1. $5 \frac{km}{h}$ 2. $4,2 \frac{km}{h}$

16. a) (legt gleich lange Wege zurück.)
b) (ständig gleich sind.)
c) (zur t-Achse parallel verläuft.)
d) (zur t-Achse geneigt ist.)
e) (dabei verstrichene Zeit proportional.)

17. Richtig: a, b, d, e

18. 1. Auf der Abszissenachse ist die Zeit in Minuten abgetragen.
2. Auf der Ordinatenachse ist der Weg in Meter abgetragen.
3. Der erste, zweite und vierte Abschnitt beschreiben gleichförmige Bewegungen.
4. Die Strecke im dritten Abschnitt beschreibt einen Stillstand über drei Sekunden.
5. Die Geschwindigkeit im ersten Abschnitt ist größer als im zweiten, weil die Steigung der Kurve größer ist.
6. Der vierte Abschnitt beschreibt eine gleichförmige Rückwärtsbewegung, die etwa 6 Minuten dauert.

23. a) 2. $10 \frac{m}{s}$, 3. gleichförmige Bewegung, die langsamer als im ersten Abschnitt ist (Steigung der Kurve ist kleiner) 4. 175 m
b) Rettungsboot $55 \frac{km}{h}$, Strom $5 \frac{km}{h}$, Zeit $\approx 131s$
c) 100 m
d) gleiche Fahrtrichtung 50 s, entgegengesetzte Fahrtrichtung 12,5 s
e) 60s, $\tan \alpha = 2$, 30m

24. Die Beschleunigung ist nun eine physikalische Größe, mit der sich die Geschwindigkeit in einem bestimmten Zeitabschnitt verändert. Dies kann sich, wie bereits erwähnt, sowohl auf die Richtung als auch auf den Betrag auswirken. Wie auch bei der Geschwindigkeit wird allgemein ein Teil vernachlässigt. In der Alltagssprache Volksmund ist die Beschleunigung nichts weiter als die Geschwindigkeitszunahme. Es

gibt aber auch eine negative Beschleunigung, bei der sich der Betrag der Geschwindigkeit verringert.

25. richtig: b, c, e falsch: a, d

30. richtig: b, e, f

31. a) $\approx 104\text{m}$ b) 2 s, 10 m c) $t=4\text{s}, v_0=24 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ d) $s=625\text{m}$

e) $a=2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ f) $a=2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, s=30\text{m}$ g) $a=2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, s=100\text{m}$

h) Beschleunigung $a_1 \approx 7,7 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, a_2 \approx 5,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$; Verzögerung $a \approx 12,6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$;

Bremsweg $s \approx 122\text{m}$

i) 63,2 m

j) bis zum Halten $t \approx 2,8+1 \approx 3,8\text{s}$: er schafft es nicht, das Gelb soll $\approx 4\text{s}$ leuchten

k) $\approx 24,4 \text{ s}$ $s_L = 610\text{m}$ $s_B = 732 \text{ m}$ l) ja, er ist $\approx 56 \frac{\text{km}}{\text{h}}$

32. 1vc, 2zd, 3wb, 4xe, 5ya

35. 1. lineare Bewegung 2. Winkelgeschwindigkeit 3. Angabe des Ortes 4. Größe
5. Kreisbewegung 6. Bahn 7. Radius 8. Krümmung

36. a) $T=10\text{s}$, b) $\Delta V \approx 1,26 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ c) $\omega = 0,628 \frac{1}{\text{s}}$

37. a) $\omega \approx 0,42 \frac{1}{\text{s}}$; $f = 15 \text{ Hz}$

b)

	$v [10^{-5} \frac{\text{m}}{\text{s}}]$	$\omega [10^{-3} \frac{1}{\text{s}}]$	$a [10^{-8} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}]$
Minutenzeiger	3,4	3,4	5,78
Stundenzeiger	0,28	0,28	0,08

c) $\pi \text{ s}$; d) $30 [\text{rad}], \frac{5400}{\pi} [1^\circ]$ e) $n=5; v=40\pi \frac{\text{m}}{\text{s}}$

f) $1668,9 \frac{\text{km}}{\text{h}}$; $\approx 4,11 \cdot 10^5 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ g) $n \approx 402 \text{ obrot}$; $N \approx 241,2 \cdot 10^3 \text{ obrot}$

40. richtig: a, b, d falsch: c, e

41. Drehbewegung, Tachometer, Resultierende, Kinematik, Beschleunigung, Massenpunkt, Steigung

42. a-A, b-B, c-C, d-B, e-B, f-D, g-B, h-D, i-D, j-A

Kapitel 2 - Dynamik

44.

a) 1. Satz: Wirken zwei Körper aufeinander ein, so wirkt auf jeden der Körper eine Kraft.

2. Satz: Die Kräfte sind gleich groß und entgegengesetzt gerichtet.

Zwischen Masse, Beschleunigung und Kraft gilt folgender Zusammenhang $F = m \cdot a$

Ein Körper bleibt in Ruhe oder in gleichförmiger geradliniger Bewegung, solange die Summe der auf ihn wirkenden Kräfte null ist.

b) 1-d, 2-c, 3-b, 4-f, 5-h, 6-e, 7-a, 8-g

45. a) richtig: A,B,D,F falsch: C,E

46. a-d, b-e, c-f

49. a) 20N; $16 \frac{m}{s}$

b) $a=1,25 \frac{m}{s^2}$, $F=22,5 \text{ kN}$

c) $v=2 \frac{m}{s}$

d) $F_2= 1,5 \text{ N}$

e) 720 N; 480 N

50. Zusammenstoß, elastische, unabhängig, Energieerhaltungssatz, nach, Energieerhaltungssatz

51. a) $0,2 \frac{m}{s}$ in entgegengesetzter Richtung zur Flussströmung

b) $\frac{2}{3} \frac{m}{s}$

c) $2,2 \frac{m}{s}$; in Richtung des Gleiters mit der Masse m_2

d) $1,2 \frac{m}{s}$

52. (1) entgegengesetzt, (2) der Größe der Berührungsoberfläche, (3) der Anpresskraft, (4) Art der Oberfläche, (5) Reibungskraft, (6) Reibungszahl

56.

Haftreibung: a,c Gleitreibung : e Rollreibung: c,d Keine Reibung :b

57. a) 1,2 kN; $t=20s$ b) $2 \frac{m}{s}$ c) $\frac{2}{3} \frac{m}{s}$ d) $F_2=3,5 \text{ N}$

58. a)

Ich lege einen Holzklötz auf den Tisch.
Ich ziehe mit Hilfe des Kraftmessers verschiedene Massen gleichförmig weg.
Ich trage die Werte in die vorbereitete Tabelle ein. Aus der ersten Zeile berechne ich die Normalkraft.
Ich beschrifte und skaliere die Achsen des Koordinatensystems. Ich stelle den Zusammenhang zwischen der Normalkraft und der Gleitreibungskraft dar.
Ich trage die Wertpaare aus der Tabelle in das Koordinatensystem ein.

61. a) $\approx 2,1\text{N}$ $\approx 0,21\text{ kg}$ b) $\approx 6\text{m}$ c) $19,3\text{m}$ d) $\text{tg}\alpha=0,2; \alpha\approx 11,5^\circ$

62. a) **nicht** – b) **vermindert** verrichtet

63. nein: c,d

ja: a- Reibungsarbeit, b-Spannungsarbeit, e- Hubarbeit, f- Reibungsarbeit,

g- Beschleunigungsarbeit

64. Die Fläche unter dem Ort-Kraft-Graphen lässt sich als Arbeit interpretieren. Wirkt die Kraft nicht längs des Weges, so muss zur Berechnung der Arbeit die Kraftkomponente längs des Weges betrachtet werden.

65. a) 800J b) $P\approx 277,8\text{ W};$ $W\approx 83,3\text{ kJ}; F\approx 123\text{ N}$ c) $W=400\text{ J}$
d) $P=500\text{ W}$ e) $P=100\text{ W}$ f) nein; $W_1=135\text{ kJ}; W_2=405\text{ kJ}$
g) $W=100\text{ MJ}$ $P=1\text{ MW}$

66. (1) ausweiten lassen, (2) verbrauchen (3) umwandeln (4) stattfinden
(5) verrichten (6) umwandeln

70. a) $3,2\text{ kJ}$ b) 240 MJ c) $2,42\frac{\text{m}}{\text{s}}$

d) $10,2\frac{\text{m}}{\text{s}}; 8,9\frac{\text{m}}{\text{s}}; T\approx 900\text{N}$ e) $3,16\frac{\text{m}}{\text{s}}; \mu\approx 0,25$ f) $T\approx 37,2\text{ N}$

71. schiefe Ebene, schiefen Ebene, senkrecht, Komponenten, Hangabtriebskraft, waagrecht, Neigungswinkel

72. a) $500\text{ N}; \approx 249\text{ N}; t\approx 63\text{s}$ b) 3kN c) $\mu \geq \text{tg}\beta$
d) 35 kN e) $t=8\text{s}; v=10\frac{\text{m}}{\text{s}}$

73. 1-D, 2-E, 3-B, 4-A, 5-C, 6-F

75. 1. Kraftmesser 2. Anpresskraft 3. Tachometer 4. Rechteck
5. Bogenmaß 6. Newton 7. Galilei Zugkraft

76. **direkt** – indirekt, **längere** - kürzere

77. c, f

78. A. a B. c C. d D. b E. a F. b
G. d H. c

Kapitel 3 - Gravitation

81. 1-a, 2-a, 3-b, 4-c, 5-c, 6-d

82. a) magnetisch b) gründlich c) heilig

84. richtig - 1,6

85 **Zentrifugal**- Zentripetal

86. a) Trabanten bewegen sich auf Ellipsen, in deren einem Brennpunkt der Zentralkörper steht.

b) Der vom Zentralkörper zum Trabanten gezogene Fahrstrahl überstreicht in gleichen Zeiten gleichen Flächen.

c) Die Quadrate der Umlaufzeiten T_1 und T_2 zweier Trabanten um den gleichen Zentralkörper verhalten sich wie die dritten Potenzen der großen Halbachsen a_1 und a_2 .

87. a) $\approx 1,67 \cdot 10^{-9} \text{N}$

b) gleich groß

c) $1,89 \cdot 10^{27} \text{kg}$

d) $v = 3,07 \frac{\text{km}}{\text{s}}$

e) $\approx 9,6\%$

f) $x = \frac{9}{10} d = 345600 \text{ km}$

g) $a = \sqrt[3]{4} \text{ AE}$

88. (1) Feldlinien, (2) Kraft, (3) umgibt, (4) Gravitationskraft, (5) Masse

89. richtig 1,2

90. a) $\gamma = 3,75 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$

b) $\frac{1}{25} \text{ g}$

c) $r = 0,5R$

d) $\approx 166 \text{ N}$

e) $\frac{3g}{4\pi GR}$

91. a) $-1,98 \cdot 10^{34} \text{ J} < E_p < -1,18 \cdot 10^{34} \text{ J}$ b) $-1,26 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$ c) $-10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$

d) $4,67 \cdot 10^8 \text{ J}$

e) $1,5 R$

f) $V_x = -11,4 \cdot 10^7 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$ g) $v_0 = \sqrt{\frac{GM}{R}}$

92. (1) Energie, (2) Überwindung, (3) Fluchtgeschwindigkeit, (4) 2. kosmische Geschwindigkeit, (5) 1. kosmische Geschwindigkeit, (6) Satellit, (7) Kreisbahn

93. Wenn der Satellit mit Fluchtgeschwindigkeit abgeschossen wird, erreicht er das Unendliche. Die **Kreisbahn** (Ellipsenbahn) geht in eine Parabelbahn über. Im Unendlichen sind potentielle und kinetische Energie Null geworden, die potentielle Energie vom **positiven** (negativen), die kinetische Energie vom **negativen** (positiven) Wert her.

94. a) $\approx 620 \frac{\text{km}}{\text{s}}$

b) $\approx 10,4 \frac{\text{km}}{\text{s}}$

95. **regelmäßig** (gleichmäßig)

96. richtig 2,3,4

97. a) $20 \text{ m}; 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}; \approx 1,26 \text{ s}$

b) $h = 25 \text{ m}; h_{\max} = 45 \text{ m}; t = 3 \text{ s}$

c) $80 \text{ m}; 8 \text{ s}$

d) $\approx 1,33 \cdot 10^6 \text{ m}$

e) $h = 20 \text{ m}; t = 2 \text{ s}; v \approx 28,3 \frac{\text{m}}{\text{s}}, \alpha = 45^\circ$

f) $v_0 = 21,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}; t = 4,3 \text{ s}$

g) $x = 5 \text{ m}$ h) sie treffen sich in ca. 4,7 Höh; $v_1 = 17,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}; v_2 = 22,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

98. Johannes Kepler A-3; Tycho de Brahe B-2; Galileo Galilei C-1

99. 1-e, 2-d, 3-f, 4-b. 5-a, 6-c

100. Kopernikus

101. a) Der Proportionalitätsfaktor im Gravitationsgesetz heißt Gravitationskonstante.

- b) Das Potential im Gravitationsfeld eines Körpers der Masse M beträgt im Abstand r vom Mittelpunkt dieses Körpers $V = -G \cdot M \frac{1}{r}$
- c) Wenn man die Potentialwerte in einem Gravitationsfeld kennt, kann man sofort die Überführungsarbeit W zwischen beliebigen Punkten angeben

102. 1-a, 2-d, 3-b, 4-c

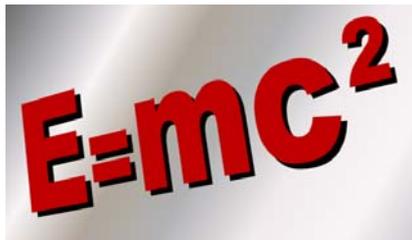
103. a-C, b-D, c-B, d-A

Kapitel 4 – Spezielle Relativitätstheorie

105. richtig: 2,4

107. A,B,C –Newton, D- Galilei, E,F –Einstein

108. a) $\approx 4,93 \cdot 10^{-8} \text{s}$ b) 22,9 Jahre c) $\approx 0,88c$
 d) $\frac{p_r}{p_k} \approx 7,16$ e) $m \approx 20,88 \cdot 10^{-31} \text{kg}$; $E \approx 187,9 \cdot 10^{-15} \text{J}$



VII. Fachwortschatz

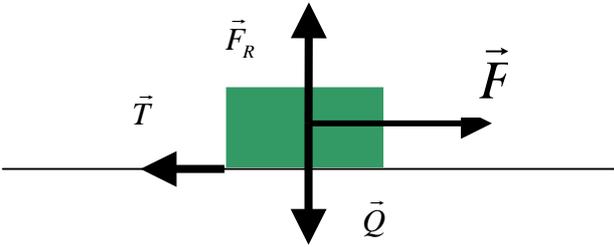
<p>A</p> <p>abgeschlossen Abwurfhöhe <i>f</i> Addition <i>f</i> Anfangsgeschwindigkeit <i>f</i> Anpresskraft <i>f</i> Anziehungskraft <i>f</i> Äquipotentialfläche <i>f</i> Arbeit <i>f</i> Arbeit leisten Arbeit verrichten Arbeitsaufwand <i>r</i> Arbeitsfähigkeit <i>f</i> Axiom <i>n</i></p>	<p>zamknąć, odosobnić wysokość rzutu dodawanie prędkość początkowa siła nacisku siła przyciągania powierzchnia ekwipotencjalna praca wykonać pracę wykonać pracę nakład pracy zdolność do wykonania pracy aksjomat, pewnik</p>
<p>B</p> <p>Bahngeschwindigkeit <i>f</i> Bahnkurve <i>f</i> Beschleunigung <i>f</i> Betrag <i>m</i> Bewegung <i>f</i> Bewegungsenergie <i>f</i> Bezugssystem <i>n</i> Bogenmaß <i>n</i></p>	<p>prędkość torowa, prędkość orbitalna tor ruchu przyspieszenie wartość ruch energia ruchu (kinetyczna) układ odniesienia miara łukowa</p>
<p>D</p> <p>Diagramm <i>n</i> Drehfrequenz <i>f</i></p>	<p>wykres częstotliwość obrotu</p>
<p>E</p> <p>Einwirkung <i>f</i> Einzelvektor <i>m</i> Elastizitätskonstante <i>f</i> Energieerhaltungssatz <i>m</i> Energieumwandlung <i>f</i> Erhaltungsgesetz <i>n</i></p>	<p>oddziaływanie wektor składowy współczynnik sprężystości zasada zachowania energii przemiana energii zasada zachowania</p>
<p>F</p> <p>Fahrstrahl <i>m</i> Feldlinie <i>f</i> Fluchtgeschwindigkeit <i>f</i> Flugzeit <i>f</i> freier Fall <i>m</i></p>	<p>promień wodzący linia pola prędkość ucieczki czas lotu (rzutu) spadek swobodny</p>
<p>G</p> <p>geneigte Ebene <i>f</i> Gerade <i>f</i> Gesamtimpuls <i>m</i></p>	<p>równia pochyła prosta pęd całkowity</p>

<p>Geschwindigkeit <i>f</i> Gewichtskraft <i>f</i> Gipfelhöhe <i>f</i> gleichförmig Gleichgewicht <i>n</i> gleichmäßig Gleitreibungskraft <i>f</i> Gleitreibungszahl <i>f</i> Gravitationsfeld <i>n</i> Gravitationskraft <i>f</i></p>	<p>prędkość siła ciężkości wysokość maksymalna jednostajny równowaga jednostajny siła tarcia poślizgowego współczynnik tarcia poślizgowego pole grawitacyjne siła grawitacji</p>
<p>H Haftreibungskraft <i>f</i> Haftreibungszahl <i>f</i> Hangabtriebskraft <i>f</i> homogen Hubarbeit <i>f</i> Hyperbel <i>f</i></p>	<p>siła tarcia statycznego współczynnik tarcia statycznego siła zsuwająca (po równi) jednorodny praca przeciwko sile grawitacji hiperbola</p>
<p>I Impuls <i>m</i> Impulserhaltungssatz <i>m</i> Inertialsystem <i>n</i> Infinitesimalrechnung <i>f</i></p>	<p>pęd zasada zachowania pędu układ inercjalny rachunek różniczkowy</p>
<p>K Komponente <i>f</i> Kreisbahn <i>f</i> Kreisbahngeschwindigkeit <i>f</i> Kreisbewegung <i>f</i> Krümmung <i>f</i></p>	<p>składowa (wektora) tor kołowy prędkość kołowa (pr. liniowa w ruchu po okręgu) ruch po okręgu zakrzywienie</p>
<p>L Lageenergie <i>f</i> Länge <i>f</i> Leistung <i>f</i></p>	<p>energia potencjalna grawitacji długość moc</p>
<p>M Maßeinheit <i>f</i> Massenanziehung <i>f</i> Massenanziehungskraft <i>f</i> Massenpunkt <i>m</i> Maßzahl <i>f</i> Momentangeschwindigkeit <i>f</i></p>	<p>jednostka miary ciężenie powszechne siła powszechnego ciężenia punkt materialny prędkość chwilowa</p>
<p>N Neigungswinkel <i>m</i> Normalkraft <i>f</i></p>	<p>kąt nachylenia siła prostopadła (siła nacisku)</p>
<p>O Oberflächenbeschaffenheit <i>f</i> Orientierung <i>f</i> Ortskoordinate <i>f</i> Ortsveränderung <i>f</i></p>	<p>nierówności powierzchni zwrot współrzędna położenia zmiana położenia</p>

<p>P</p> <p>Parabel <i>f</i> Pfeil <i>m</i> Potential <i>n</i> Prüfungskörper <i>m</i></p>	<p>parabola strzałka potencjał ciało próbne</p>
<p>R</p> <p>radial Radius <i>m</i> Reibungskraft <i>f</i> Relativität <i>f</i> Resultierende <i>f</i> Rollreibungskraft <i>f</i> Ruhe <i>f</i></p>	<p>radialny, promienisty (centralny) promień siła tarcia względność wypadkowa siła tarcia tocznego spoczynek</p>
<p>S</p> <p>schiefe Ebene <i>f</i> senkrecht Spannungsenergie <i>f</i> Steighöhe <i>f</i> Steigung <i>f</i> Steigzeit <i>f</i> steil Strecke <i>f</i> Stützkraft <i>f</i></p>	<p>równia pochyła prostopadły energia potencjalna sprężystości wysokość wlotu nachylenie czas lotu (rzutu) pochyły, stromy odcinek (pot. droga) siła sprężystości</p>
<p>T</p> <p>tangential Trägheit <i>f</i> Trägheitsgesetz <i>n</i></p>	<p>styczny bezwładność zasada bezwładności</p>
<p>U</p> <p>Umlaufdauer <i>f</i> Unendliche <i>n</i></p>	<p>czas pełnego obiegu, okres nieskończoność</p>
<p>V</p> <p>Vektor <i>m</i> vernachlässigbar vertikal</p>	<p>wektor zaniedbywany pionowy</p>
<p>W</p> <p>waagrecht Wechselwirkungsgesetz <i>n</i> Winkelgeschwindigkeit <i>f</i> Wurf <i>m</i> Wurfweite <i>f</i></p>	<p>poziomy zasada wzajemnego oddziaływania prędkość kątowna rzut zasięg rzutu</p>
<p>Z</p> <p>Zentralbewegung <i>f</i> Zentrifugalkraft <i>f</i> Zentripetalbeschleunigung <i>f</i> Zentripetalkraft <i>f</i> Zugkraft <i>f</i> zurücklegen</p>	<p>ruch kołowy wokół źródła grawitacji siła odśrodkowa przyspieszenie dośrodkowe siła dośrodkowa siła ciągnąca (siła działania) pokonywać (drogę)</p>

VIII. Rozwiązania zadań testu „Prüfe Dein Wissen”

Nr pyt.		Punktacja
1.	B	1
2.	A	1
3.	C	1
4.	D	1
5.	A	1
6.	C	1
7.	A	1
8.	A	1
9.	B	1
10.	A	1
11.	Skorzystanie ze wzoru na siłę dośrodkową $F_z = m \cdot \frac{v^2}{r}$ Obliczenie wartości $8,81 \cdot 10^{-32} \text{N}$. Zentripetalkraft	1 1 1
12.	Potraktowanie pokonanej drogi jako pola pod wykresem prędkości i policzenie z wykresu. Dodanie drogi, której nie ma na wykresie, a którą przejechała rodzina przed dokonaniem obserwacji $s = s_0 + s_x = 6,25 \text{ km}$ Policzenie wartości poszczególnych przyspieszeń $a_1 = \frac{2}{27} \frac{m}{s^2}$, $a_2 = 0$, $a_3 = -\frac{5}{27} \frac{m}{s^2}$ Wykonanie wykresu	1 1 2 (jedna poprawna wartość 0pkt)
		1

13.	<p>Z zależności $F_t = F_G$ Wyznaczyć masę Saturna</p> $\frac{mv^2}{r} = G \frac{Mm}{r^2}$ <p>korzystając z zależności na prędkość liniową</p> $M = \frac{4\pi^2 r^3}{T^2 G}$ <p>Sprawdzenie jednostki Podstawienie wartości i poprawny wynik $M = 3,79 \cdot 10^{27} \text{ kg}$.</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
14.	<p>Analiza problemu i skorzystanie z równania $\Delta E = W$ Wyprowadzenie jednostki Prawidłowy wynik i odpowiedź 2250J</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
15.	 <p>\vec{F}_R - Gegenkraft der Unterlage (Stützkraft) \vec{Q} - die Gewichtskraft, das Gewicht \vec{F} - die Zugkraft \vec{T} - die Gleitreibungskraft</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
16.	<p>Rollreibung, Trägheit, geneigte, Stützkraft, Leistung, Impuls, Experiment, System Rozwiązanie : Grundlagen der Physik</p>	<p>Po 1 pkt za każde słowo i 1pkt. Za rozwiązanie krzyżowki</p>
17.	<p>Anpresskraft (Anziehungskraft) gleichgerichtete (entgegengerichtete)</p>	<p>Po 1pkt. za podanie błędnego słowa, po 1 pkt za podanie poprawnego</p>
18.	<p>Za każdą prawidłową odpowiedź. Można przydzielić także 1 pkt. Za odpowiedź połowiczną. 1,2,4 – richtig, 3 - falsch</p>	<p>Po 2 pkt</p> <p>Po 1 pkt.</p>