

GEWICHT UND MASSE

P R O G R A M M I E R T E R K U R S U S

von

LOUIS D'HAINAUT
Agrégé de l'Université de Liège

zusammengestellt
unter der Leitung von

HENRI BAISSAS
Inspecteur Général de l'Instruction Publique

Aus dem Französischen Übertragen
von einer Arbeitsgruppe des

INSTITUT PEDAGOGIQUE
LUXEMBOURG-WALFERDANGE

1. HEFT

Einleitung
Anleitungen und Zusammenfassungen

Mit deutsch-französischem Sachwortverzeichnis

VORWORT

Herr Louis d'Hainaut, Professor an der Universität Mons sowie am Athenäum und an der Normalschule von Morlanwelz, befasst sich mit dem programmierten Unterricht seit 1959, d.h. seit den ersten Veröffentlichungen von Skinner. Er hat selbst in seinen Klassen seit 1961 diesbezügliche Versuche durchgeführt; er leitet Lehrgänge für Professoren und schreibt in pädagogischen Zeitschriften. Sein internationaler Ruf hat das belgische Erziehungsministerium dazu bewogen, ihn um einen Bericht über die Methodik des programmierten Unterrichts anzugehen.

In seinen vorzüglichen einschlägigen Werken sind die Prinzipien des programmierten Unterrichts mit grosser Sachkenntnis verwirklicht: Aufteilung der Schwierigkeit in zahlreiche Fragen, um den Leser durch die Freude am Erfolg fortwährend dazu anzuspornen, die nachfolgenden Lernschritte zu lesen und zu behandeln ohne zu mögeln; Häufung der Lernschritte, um auf diese Weise die Aneignung der notwendigen aber leider allzuoft versagenden Automatismen zu sichern; vielfältige Abwechslung in der Form der Lernschritte, um auch das Verständnis zu gewährleisten.

Wir sind der Auffassung, dass diese Bücher immer dann wertvolle Hilfen für die Lehrerschaft darstellen, wenn ein zu schwieriger Lehrstoff sie daran hindert, genügend Zeit für die Aneignung von Automatismen oder für die Vertiefung eines Begriffes aufzuwenden. Wieviele Schüler, die voll guten Willens nach den Herbstferien in die Schulen einziehen, werden zu Nachzüglern, die sich langsam aber unerbittlich verloren sehen, weil sie dem zu schnellen Rhythmus der Klasse nicht mehr folgen können. Mit Hilfe dieser Bücher können sie die Spitzenmannschaft

wieder einholen und mit ihr am Ende des Jahres das Zielband des Erfolges überschreiten.

Es wäre zu begrüßen, wenn die Lehrer die Hilfe testen würden, die ihnen der programmierte Unterricht bringen kann. Alle Anregungen des Lehrpersonals werden mit Dank entgegengenommen und geprüft werden.

Letzten Endes wenden diese Bücher sich auch an die Autodidakten, die in ihrer Jugend nicht das Glück hatten, einem geregelten Unterricht zu folgen und die künftighin die notwendigen Kenntnisse zur richtigen Ausübung ihrer Tätigkeiten ohne Mühe erwerben können.

H. B a ï s s a s

Generalinspektor des öffentlichen Unterrichts.

EINLEITUNG

o.1. Bestimmung: Dieser Kursus ist für die Schüler des technischen Unterrichts und der Mittelschulen bestimmt. Er kann auch in den Komplementarklassen des Primärunterrichtes von Nutzen sein.

o.2. Ziele:

Dem Lehrer sollen Übungsstoffe geboten werden, die ihm erlauben

- den Schülern, sogar wenn sie schwach sind oder noch nicht das Grundgesetz der Dynamik kennengelernt haben, die richtigen Anschauungsbegriffe zu geben, die ihnen fehlen und die als Konzeptgrundlage für Experimente und strengere Beweisführungen dienen können;
- die Begriffsverwirrungen der Umgangssprache in bezug auf die Ausdrücke Gewicht und Masse zu beheben,
 - a) indem wir dem Schüler diese Begriffe in zahlreichen und vertrauten konkreten Beispielen darlegen;
 - b) indem wir den Schüler nötigen, die Begriffe Gewicht und Masse in ganz verschiedenen Zusammenhängen zu gebrauchen;
 - c) indem wir ihm zuerst die Gegensätze und dann die gegenseitigen Beziehungen dieser Größen zeigen.

Dem Schüler soll geholfen werden

- die zahlreichen Schwierigkeiten in diesen heiklen Punkten zu überwinden,
 - die unrichtigen Sprachgewohnheiten zu ersetzen durch eine brauchbare Anschauungsgrundlage, auf die er sich stützen kann, um die Experimente und Beweisführungen des Lehrers während des Unterrichts besser zu verstehen.
- o.3. Anmerkung: Um dem Lernalter der Schüler Rechnung zu tragen und um den behandelten Begriffen ihre anschauliche Begründung zu belassen, wird der Unterschied zwischen schwerer Masse und träger Masse in einem Anhang am Schlusse des Heftes behandelt.

o.4. Gebrauchsanweisung

Der Lehrer kann empfehlen oder verfügen

- dass das Programm in seiner Gesamtheit durchgeführt wird
 - eine Woche vor Einführung des Begriffes Masse oder so- gleich nach Erlernung dieses Konzeptes (die Durchführung des Programmes ersetzt dann die Hausaufgabe);
 - für Schüler, welche die Begriffe Gewicht und Masse oder die Einheiten dieser Grössen noch verwechseln;
- dass die Zusammenfassung gelesen und die Anfangssequenzen der Kapitel 3 und 5 durchgenommen werden und zwar unmittel- bar nach Behandlung der Grundrelation der Mechanik.

Der Schüler kann dieses Programm lesen, sei es auf Empfehlung des Lehrers oder auf eigene Veranlassung hin,

- im Augenblick, wo er den Begriff Masse erlernen soll,
- um seine Prüfungen vorzubereiten,
- um sich selbst nachzuprüfen, im Falle wo er die Unterschiede zwischen Gewicht und Masse nicht mehr klar unterscheidet.

Empfohlener Arbeitsplan:

1. Tag: Teile 1 und 2
2. Tag: Teile 3 und 4.
3. Tag: Teile 5 und 6.
4. Tag: Zusammenfassungen wiederholen; Anhang 7 (gegebenenfalls Anhang 8) und Gesamtübersicht.

ANLEITUNGEN

Du wirst ohne Mühe lernen, wenn du diese Anleitungen genau befolgst.

- Dieser Kursus besteht aus kleinen, scheinbar unabhängigen Abschnitten, die man LERNSCHRIITTE nennt.
- Jeder Lernschritt enthält mindestens ein leeres Feld, das durch einen Strich angedeutet ist, auf welchen du deine Antwort schreiben wirst.
- Nachdem du diese also ins leere Feld eingetragen hast, darfst du dir die richtige Antwort ansehen, welche sich in der linken Kolonne des nächstfolgenden Lernschrittes befindet.
- Um die richtige Folge der Lernschritte einzuhalten, musst du dir erst einmal ihre Numerierung ansehen. Auf 1.01 (Seite 1 oben) folgt 1.02 (Seite 2 oben), sodann 1.03 (Seite 3 oben usw.)
- Ist deine Antwort nicht richtig, so überlies den Lernschritt und versuche, die richtige Antwort zu finden. Ist die angegebene Antwort gefolgt von Zahlen wie z.B. 5(7), so schlage zuerst bei Zusammenfassung 5 auf, lies die Regel 7 und suche dann deine Antwort zu berichtigen.
- Mogele nicht! Die Antworten sind so leicht, dass es unnütz ist zu mogeln und es schliesslich ein Zeitverlust wäre, denn von dem Augenblick an, wo du mogelst, hörst du auf hinzuzulernen; deine vorhergehenden Anstrengungen sind umsonst gewesen und dein Erfolg ist in Frage gestellt.
- Überspringe keinen Lernschritt, es sei denn, du würdest dazu aufgefordert werden.
- Empfohlene Geschwindigkeit: 50 bis 100 Lernschritte pro Tag in einer oder zwei Sitzungen.
- Ruhe aus, wenn du müde oder zerstreut bist, aber ein begonnenes Kapitel muss am selben Tag beendet werden. Unterbrich den Kursus nie durch eine Pause von mehr als 3 oder 4 Tagen.

-- Das Zeichen [P] zeigt die Stellen an, wo du ein längeres Kapitel unterbrechen kannst. Lies nach der Unterbrechung noch einmal den Lernschritt mit dem Zeichen [P].

Neun Zehntel der Schüler, die mit dem notwendigen Ernst einen guten programmierten Kursus befolgen, schneiden mit der Note SEHR GUT in einer Prüfung ab, die sich über die Gesamtheit des erlernten Stoffes erstreckt.

ZUSAMMENFASSUNGEN

Zusammenfassung 1.

Schwerkraft und Gewicht.

- 1(1) Die Schwerkraft(oder Schwere).
 - A. ist die Anziehung der Erde(oder eines anderen Himmelskörpers) auf die in ihrer Nähe befindlichen Körper,
 - B. übt sich nur aus in der Nähe eines Himmelskörpers,
 - C. übt sich nicht mit derselben Stärke auf alle Gegenstände aus.
- 1(2) Das Gewicht eines Gegenstandes
 - A. ist die Wirkung der Schwerkraft auf diesen Körper,
 - B. wird von der Erde ausgeübt und vom Körper erfahren,
 - C. ist eine Kraft,
 - D. hat das Bestreben, ihn in Bewegung zu setzen(seinen Fall zu bewirken),
 - E. ist, gemäss Definition, die Kraft, mit der er angezogen wird von der Erde(oder gegebenenfalls von einem andern Himmelskörper).
- 1(3) Das Gewicht eines Körpers ist eine Vektorgrösse.
- 1(4) Das Wort Schwere (Schwerkraft) bezeichnet die Wirkung der Erde auf alle Gegenstände im allgemeinen. Das Wort Gewicht bezeichnet die Wirkung der Erde auf einen einzelnen Gegenstand.
- 1(5) Ausserhalb der Anziehung der Erde und der andern Himmelskörper hätten die Gegenstände kein Gewicht, sie wären schwerelos.

Zusammenfassung 2.

Masse, Stoffmenge und Beharrungsvermögen.

- 2(1) Die Masse eines Körpers
- A. misst die Stoffmenge, die er enthält,
 - B. wird in der Umgangssprache unzutreffenderweise „Gewicht“ genannt.
- 2(2) Behalte gut diesen wesentlichen Unterschied:
- Masse eines Gegenstandes = Stoffmenge, die er enthält.
Gewicht eines Gegenstandes = Anziehungskraft, die er von der Erde erfährt.
- 2(3) Die Masse eines Körpers ist keine Vektorgrösse.
- 2(4) Das Beharrungsvermögen eines Körpers
- A. ist sein Bestreben, in der Geschwindigkeit oder in der Ruhe zu beharren,
 - B. stellt sich der Bewegungsveränderung entgegen (Bremsen, Anhalten, Beschleunigung) oder auch der Ingangsetzung des Körpers,
 - C. ist umso grösser, je mehr Stoff der Körper enthält.
- 2(5) Die Masse eines Körpers misst 2 Grössen:
- A. die Stoffmenge, die er enthält,
 - B. sein Beharrungsvermögen (= sein Bestreben, in seiner Geschwindigkeit zu beharren).
- 2(6) Die Wirkungen des Gewichtes eines Körpers und die seiner Masse sind entgegengesetzt.
- A. Das Gewicht des Körpers (Anziehungskraft) hat das Bestreben, seinen Fall zu veranlassen (d.h. ihn in Bewegung zu setzen).
 - B. Seine Masse (Stoffmenge und Beharrungsvermögen) stellt sich der Bewegungsveränderung entgegen, wenn der Körper in Bewegung gesetzt werden soll.
- 2(7) Man begegnet einer Gegenkraft
- A. des Gewichtes eines Gegenstandes, wenn man ihn am Fallen hindert oder wenn man ihn nach oben hochhebt,
 - B. der Masse eines Gegenstandes, wenn man seine Geschwindigkeit ändert: wenn man ihn in Bewegung setzt, stoppt, beschleunigt, abbremst oder umleitet.

Zusammenfassung 3.

Gewicht und Masse an verschiedenen Orten.

3(1) Auf dem Mond

- A. haben die Gegenstände ein geringeres Gewicht als auf der Erde (der Mond zieht weniger an),
- B. haben die Gegenstände dieselbe Masse (sie enthalten dieselbe Stoffmenge).

3(2) Das Gewicht der Gegenstände hängt ab vom Ort wo sie sich befinden:

- A. es ist nicht das gleiche auf allen Himmelskörpern,
- B. es ist kleiner am Äquator,
- C. es ist kleiner in grosser Höhe,
- D. seine Veränderungen sind gering in der Nähe der Erdoberfläche.

3(3) Die Masse eines Körpers

- A. ist überall dieselbe,
- B. ist ein Merkmal des Körpers: sie gehört dem Körper, so lange er besteht.

3(4) Auf dem Mond

- A. ist eine geringere Kraft nötig, um Gegenstände aufzuheben und hochzuhalten,
- B. eine ebenso grosse Kraft nötig wie auf der Erde, um den Bewegungszustand der Körper zu verändern (sie anzuhalten, abzuleiten, abzubremser, in Bewegung zu setzen).

Zusammenfassung 4

Gewichts- und Masseneinheiten.

- 4(1) Der internationale Zylinder ist ein Platinzylinder, welcher in Sèvres im Bureau International des Poids et Mesures aufbewahrt wird.
- 4(2) Die internationale Masseneinheit
- A. ist die Stoffmenge, welche im internationalen Zylinder enthalten ist,
 - B. heisst Kilogramm,
 - C. wird abgekürzt mit kg geschrieben.
- 4(3) Die internationale Gewichtseinheit
- A. ist die Kraft, die man während 1 Sekunde auf den internationalen Zylinder anwendet, um ihn aus dem Ruhezustand in eine Geschwindigkeit von 1 m/s zu versetzen (Dies brauchst du nicht zu behalten),
 - B. heisst das Newton,
 - C. wird abgekürzt mit N geschrieben.
- 4(4) Die gebräuchliche Gewichtseinheit
- A. ist das Gewicht des internationalen Zylinders am Normort für Gewichtsmessung (d.h. bei 45° geographischer Breite und in Meereshöhe, oder praktisch in Paris),
 - B. heisst Kilogramm-Kraft,
 - C. wird abgekürzt mit kg-K geschrieben,
 - D. entspricht ungefähr 10 Newton. $1 \text{ kg/k} \approx 10 \text{ N}$.
- 4(5) Man misst:
- A. die Massen oder das Beharrungsvermögen in Kilogramm (internationale Einheit),
 - B. die Gewichte oder die Kräfte in Newton (internationale Einheit) oder in Kilogramm-Kraft (gebräuchliche Einheit),
- 4(6) Achtung: Trotz ihres gemeinsamen Wortbeginns sind Kilogramm und Kilogramm-Kraft ganz verschiedene Einheiten.
- A. Das Kilogramm ist eine internationale Einheit, während das Kilogramm-Kraft eine gebräuchliche Einheit ist

B. Das Kilogramm ist eine Masseneinheit, während das Kilogramm-Kraft eine Kraft- oder Gewichtseinheit ist.

4(7) Der internationale Zylinder dient dazu, 3 Einheiten zu bestimmen:

Das Kilogramm(kg) ist die internationale Masseneinheit.

Das Newton(N) ist die internationale Krafteinheit(oder Gewichtseinheit).

Das Kilogramm-Kraft (kg-K) ist die gebräuchliche Krafteinheit(oder Gewichtseinheit).

Zusammenfassung 5

Beziehung des Gewichts eines Körpers zu seiner Masse.

5(1) Gerät für Gewichtsmessung:

A. Dies ist das Gerät, das zur Messung der Kräfte dient.

B. Es heisst Kraftmesser(manchnal auch Federwaage genannt).

C. Es ist eine mit einer Skala versehene Schraubenfeder.

D. Seine Messeinteilungen sind ausgedrückt in Newton oder in kg-K.

E. Seine Angaben ändern von Ort zu Ort.

5(2) Normort für Gewichtsmessung:

45° geographischer Breite, Meereshöhe.

5(3) Verhältnis des Gewichts eines Körpers zu seiner Masse:

A. Verdoppelt oder verdreifacht man die Masse eines Gegenstandes, so verdoppelt oder verdreifacht sich sein Gewicht.

B. Man kann diese Feststellung an einem beliebigen Ort machen.

C. An jedem Ort steht das Gewicht eines Gegenstandes im direkten Verhältnis(ist direkt proportional) zu seiner Masse.

D. Wenn 2 Körper sich am selben Ort befinden:

- hat der, welcher die grösste Masse hat, auch das grösste Gewicht,
- sind ihre Gewichte gleich, wenn ihre Massen gleich sind.

- 5(4) Die Verhältniszahl zwischen dem Gewicht eines Körpers und seiner Masse:
- A. ist gleich der Zahl, die das Gewicht des internationalen Zylinders an dem Ort, wo sich der Körper befindet, ausdrückt,
 - B. entspricht 9,81 internationalen Einheiten am Normort,
 - C. wird bezeichnet mit "g".

- 5(5) Um das Gewicht (in Newton) eines Körpers von der Masse m (kg) zu finden, der sich an einem Ort befindet, wo die Verhältniszahl g ist, muss man m mit g multiplizieren

$$P = mg \iff \frac{P}{m} = g$$

- 5(6) In diesem Verhältnis
- A. hängt m ab vom Körper
 - B. hängt g ab vom Ort
 - C. hängt P ab von beiden .

5(7) WAHLFREI:

Das Verhältnis $\frac{P}{g} = m$ ist die Formel, welche sich auf die Masszahlen des Vektorenverhältnisses beschränkt: $\frac{\vec{P}}{\vec{g}} = m$ in dem

\vec{P} das Gewicht einer Körpermasse m darstellt, welche sich in einer Umgebung befindet, wo der Vektor „Erdbeschleunigung“ gleich \vec{g} ist.

- 5(8) Der Vektor „Erdbeschleunigung“ ist überall gleich dem Gewicht des internationalen Zylinders, wenn er an diesem Ort aufgestellt ist (Dies ist aber eine Grösse, die wesensverschieden vom Gewicht ist).

Zusammenfassung 6

Messung der Massen.

- 6(1) Die Messingzylinder, die man zur Messung mit der Waage benutzt:
- A. tragen eine Aufschrift, welche überall gültig ist; diese Aufschrift bezeichnet ihre Masse;
 - B. heissen „Vergleichsmassen“ oder „Bezugsmassen“.
- 6(2) Zwei Körper
- die sich am selben Ort befinden
 - und das gleiche Gewicht haben
- } haben auch immer die gleiche Masse.
- 6(3) Wenn eine genaue Waage im Gleichgewicht ist:
- A. sind die Gewichte der in den Waagschalen befindlichen Körper gleich,
 - B. sind auch die Massen der in den Waagschalen befindlichen Körper gleich,
 - C. ist die Masse des „gewogenen“ Gegenstandes gleich der Summe der Bezugsmassen.
- 6(4) Eine Waage:
- A. dient zur Bestimmung der Masse (und nicht des Gewichtes),
 - B. liefert dieselben Angaben an verschiedenen Orten.
- 6(5) Der Ausdruck wägen (mit Hilfe einer Waage) bedeutet: die Masse messen.

ANHANG

ANHANG 7

Verhältnis zwischen Kilogramm-Kraft und Newton.

- 7(1) Das Kilogramm-Kraft ist, gemäss Festsetzung, das Gewicht des internationalen Zylinders am Normort für Gewichtsmessung (45° geographischer Breite, Meereshöhe).
- 7(2) Der internationale Zylinder ist ein Körper, dessen Masse 1 kg beträgt; man kann daher sagen, dass ein Körper, der eine Masse von 1 kg hat, ein Gewicht hat von 1 kg-K am Normort.
- 7(3) Da das Gewicht eines Körpers proportional ist zu seiner Masse und ein Körper von 1 kg Masse ein Gewicht von 1kg-K am Normort hat,
- | | | | | | | | | | | |
|-----|---|---|---|------|---|---|---|---|--------|-------------|
| hat | " | " | " | 2 kg | " | " | " | " | 2 kg-K | am Normort, |
| | " | " | " | 3 kg | " | " | " | " | 3 kg-K | " " |
| | " | " | " | x kg | " | " | " | " | x kg-K | " " |
- 7(4) Am Normort drücken sich das Gewicht eines Körpers (gemessen in kg-K) und seine Masse (gemessen in kg) durch die gleichen Zahlen aus.
 Merke dir in diesem Satz, dass die Einheiten nicht zum selben System gehören (kg: internationales System; kg-K: gebräuchliche Einheit).
- 7(5) Auf der Erdoberfläche ändert das Gewicht eines Körpers wenig und hat daher überall fast denselben Wert wie am Normort; man kann somit behaupten, dass auf der Erdoberfläche das Gewicht eines Körpers (gemessen in kg-K) und seine Masse (gemessen in kg) sich in annähernd gleichen Zahlen ausdrücken.
- 7(6) Deshalb führen der irrtümliche Gebrauch des Wortes „Gewicht“ anstatt „Masse“ und die gleichzeitige Verwendung von zwei verschiedenen Arten von Einheiten (kg-K und kg) nicht zu

Widersprüchen noch zu groben Irrtümern. auf der Erdoberfläche.

7(7) Welches ist das Gewicht eines Körpers in Newton, der am Normort 1 kg-K wiegt?

- Um ein Gewicht (in N) zu finden, muss man die Formel $P = mg$ anwenden.

- Am Normort $\left\{ \begin{array}{l} g = 9,81 \text{ internationale Einheiten; ein Körper} \\ \text{von 1 kg-K Gewicht hat als Masse 1 kg (m = 1)} \\ 7(2). \end{array} \right.$

- Das Gewicht eines Körpers, der am Normort 1 kg-K wiegt, beträgt also, in Newton:

$$P = mg = 1 \times 9,81 = 9,81 \text{ N.}$$

- Ein Körper, der am Normort 1 kg-K wiegt, wiegt dort auch 9,81 N.

7(8) Also: $\boxed{1 \text{ kg-K} = 9,81 \text{ N.}}$

7(9) In annähernden Berechnungen

A. kann man annehmen, dass $\boxed{1 \text{ kg-K} \approx 10 \text{ N}}$

B. begeht man also einen Irrtum von etwa 2% (nach oben abgerundet).

A N H A N G 8

Schwere Masse und träge Masse.

8(1) Im Vorhergehenden haben wir:

A. ohne Beweisführung angenommen, dass die Stoffmenge und das Beharrungsvermögen (die Trägheit) durch dieselbe Zahl gemessen werden,

B. das Vektorenverhältnis $\frac{\vec{P}}{\vec{E}} = m$ eher nahegelegt als bewiesen,

C. den Buchstaben „g“ gebraucht für die Verhältniszahl zwischen Gewicht und Masse, obschon dieser Buchstabe gewöhnlich dazu dient, den Wert der Beschleunigung zu bezeichnen,

die der Schwerkraft am betreffenden Ort zu verdanken ist.

8(2) In Wirklichkeit ist das Gewicht eines Körpers an 2 grundverschiedene Erscheinungen gebunden:

- die allgemeine Anziehung, die jeder Körper auf einen anderen in seiner Nähe befindlichen Körper ausübt. Diese Anziehung (in unserem Fall das Gewicht) ist proportional zur Stoffmenge, die in jedem Körper enthalten ist, und wir haben diese Grösse „Körpermasse“ genannt.
- der freie Fall eines Körpers, der sich in beschleunigter Geschwindigkeit befindet: die Kraft, die den Körper in Bewegung setzt (in unserem Fall das Gewicht) ist proportional zum Beharrungsvermögen des Körpers; wir haben dem Maße dieses Beharrungsvermögens ebenfalls den Namen „Masse“ gegeben, ohne zu beweisen dass es sich um dieselbe Grösse handelt wie die Stoffmenge.

8(3) Wir werden daher diese 2 Erscheinungen getrennt behandeln und unsere Annahmen begründen:

A. Die Anziehung der Erde auf den in ihrer Nähe befindlichen Stoff

- kann gemessen werden mit Hilfe eines Kraftmessers, an den man zunehmende Stoffmengen aufhängt (siehe Lernschritte 5.29 bis 5.42)

- verdoppelt, verdreifacht.... sich, wenn die Stoffmenge sich verdoppelt, verdreifacht...

B. Das Gewicht (P) eines Körpers ist also proportional zur Stoffmenge, die er enthält.

C. Man kann mithin schreiben,

dass: $\frac{P}{g} = m \quad (1)$

wobei m die Stoffmenge misst die der Körper enthält

Die Anziehung der Erde auf einen Körper bewirkt, dass er fällt.

A. In dieser Bewegung erfährt der Körper eine Beschleunigung.

B. Zwischen der erhaltenen Beschleunigung \vec{g} und der Kraft \vec{F} , die dieselbe hervorruft, besteht das Verhältnis

$$\frac{\vec{F}}{\vec{g}} = M \quad (2)$$

worin M die Verhältniszahl zwischen der Kraft und der Beschleunigung ist und das Beharrungsvermögen des Körpers misst.

C. Im besonderen Fall eines Körpers im freien Fall ist die wirkende Kraft das Gewicht des Körpers ($\vec{F} = \vec{P}$) und die daraus entstehende Beschleunigung ist die

g eine Verhältnis-
zahl ist, welche
abhängt vom Ort,
wo der Körper
sich befindet.

Beschleunigung, die der Schwere zu ver-
danken ist und die wir vorläufig mit
a bezeichnen werden. Aus (2) wird also:

$$\frac{\vec{P}}{\vec{a}} = M \quad (3)$$

D. Zieht man nur die Maßzahlen der
Vektoren in Betracht und nicht die
Vektoren selbst, so wird aus (3):

$$\frac{P}{a} = M \quad (4)$$

E. Andererseits hat das Experiment
bewiesen, dass an jedem Ort $a = g$,
d.h. dass die Beschleunigung, die der
Schwere zu verdanken ist, denselben
Wert hat wie die Verhältniszahl zwi-
schen Gewicht und Masse. Aus (4) wird
also:

$$\frac{P}{g} = M \quad (5)$$

worin M das Beharrungsvermögen des
Körpers vom Gewicht P misst.

D. Wenn man das Verhältnis (1) $\frac{P}{G} = m$ und das Verhältnis (5)
 $\frac{P}{g} = M$ miteinander vergleicht, sieht man, dass

$$m = M$$

Maß der Stoffmenge Maß des Beharrungsvermögens.

3(4) Schlussfolgerungen:

- A. Die Masse, definiert als Stoffmenge (allgemeine Anziehung) und die Masse, definiert als „Trägheitskonstante“ (Grundgesetz der Mechanik) sind gleiche Größen, die man zusammenfasst unter dem einzigen Wort „Masse“.
- B. Die Verhältniszahl zwischen dem Gewicht eines Körpers und seiner Masse (g) wird gemessen durch die Beschleunigung, welche durch die Schwerkraft hervorgerufen wird am Ort, wo sich der Körper befindet.

C. Das Verhältnis $P = mg$ ist die Skalarform des Vektoren-Verhältnisses:

$$\vec{P} = m\vec{g}$$

worin \vec{P} das Gewicht eines Körpers von Masse m darstellt, der sich an einem Ort befindet, wo der Vektor Erdbeschleunigung \vec{g} ist und wie an jedem andern Ort gleich ist der Beschleunigung, welche der Schwerkraft zu verdanken ist.

GESAMTÜBERSICHT
=====

GEWICHT eines Gegenstandes :

- ist eine Kraft (der Schwere zu verdanken)
- ist eine vektorielle Grösse
- wird von der Erde ausgeübt (es ist kein Merkmal des Körpers)
- ändert von einem Ort zum andern
- hängt ab -vom Gegenstand
-vom Ort, wo der Gegenstand sich befindet
- hat das Bestreben, ihn in Bewegung zu setzen
- wird gemessen mit einem Kraftmesser (mit Skala)

MASSE eines Gegenstandes :

- ist die Stoffmenge, die er enthält
- ist keine Vektorgrösse
- ist ein Merkmal des Körpers
- ist überall die gleiche
- hängt nur ab vom Gegenstand
- misst seine Trägheit (d.h. seine Auflehnung gegen jede Veränderung seiner Geschwindigkeit: Abbremsen, Beschleunigung, Anhalten, ...)
- wird gemessen mit einer Waage (durch einen Waagebalken verbundene Schalen).

- wird ausgedrückt in Newton (internationales System) oder in kg-K (gebräuchliche Einheit)

- wird ausgedrückt in kg (internationales System).

| | | |
|-----------------|----|--------------------------|
| $P = m \cdot g$ | | |
| Newton | kg | internationale Einheiten |

g hängt ab vom Ort und gilt 9,81 internationale Einheiten am Normort.

m hängt ab vom Körper

P hängt ab vom Körper und vom Ort

$$1 \text{ kg-K} = 9,81 \text{ N} \approx 10 \text{ N}$$

auf annähernd 2%(nach oben abgerundet)

am Normort(45° geograph. Breite und Meereshöhe) wird das in kg-K gemessene Gewicht ausgedrückt durch eine Zahl, welche gleich ist der in kg gemessenen Masse (Passt auf die unterschiedlichen Einheiten auf!).

Das Gewicht ändert von einem Punkt der Erdoberfläche zum andern, aber diese Abweichung ist schwach (weniger als 1/2 %): an jedem Punkt der Erdoberfläche sind die Maßzahlen für P (kg-K) und (kg) annähernd gleich.

$$\vec{P} = m \vec{g}$$

= Vektor „Körpergewicht“

= Vektor „Erdbeschleunigung“ am Ort, wo sich der Körper befindet.

DEUTSCH-FRANZÖSISCHES SACHWORTVERZEICHNIS

(Die Nummern beziehen sich auf die Lernschritte , in denen der Ausdruck erstmals auftritt. In vielen Fällen findet man in dem angegebenen Lernschritt auch die entsprechende Begriffsdefinition).

- Anziehungskraft = force d'attraction 1.29
Beharrungsvermögen = inertie 2.19
Bestreben = tendance 2.19
Bezugsmassen = masses marquées 6.09 (s. Vergleichsmassen)
Breitengrad = latitude 4.38
Einheit = unité 4.01
Einwirkung = action 1.12
Erdanziehung = attraction de la Terre 1.06
Erdbeschleunigung = champ de pesanteur 5.90
Federwaage = le pason 5.12
 g = constante de proportionnalité (Verhältniszahl) 5.62
 \vec{g} = vecteur g (Vektor g) 5.83
Gegenkraft = opposition 3.06 (s. Gegenwirkung 2.49)
Gegenwirkung s. Gegenkraft
Geschwindigkeit = vitesse 2.02
Gewicht = poids 1.10
Goldwaage = le trébuchet 5.19
Grän = grain 6.23 (englische Masseneinheit)
Gummiband = un élastique 5.14
internationaler Zylinder = cylindre international 4.05
Kennzeichen = la caractéristique 3.19
kg-K = kgf 4.59
Kilogramm-Kraft (kg-K) = kilogramme-force (kgf) 4.40
Kraft = force 1.20
Kraftmesser = le dynamomètre 5.12

- Lernschritt = maille (termes anglais : item, frame)
- m = masse 5.69
- m/s = mètres par seconde (Meter pro Sekunde) 4.23
- Masse = masse 1.40
- Meereshöhe (in) = au niveau de la mer 4.38
- Messeinteilung = graduation 5.12 (s. Skala)
- N = Newton 4.57
- Nachbildung = la réplique 5.29
- Newton = Newton (internationale Krafteinheit) 4.23
- Normgewicht = poids standard 5.25
- Normort = lieu standard 5.25
- Orientierung = le sens 1.25
- P = poids (Gewicht) 5.69
- \vec{P} = vecteur P (Vektor P) 5.79
- Personenwaage = le pèse-personne 5.17
- Poundal = le poundal (englische Masseneinheit) 2.39
- Richtung = la direction 1.25
- schwer = pesant 1.32
- Schwere = la pesanteur 1.07 (s. Schwerkraft)
- schwere Masse = masse d'attraction 2.36
- Schwerkraft s. Schwere
- Skala = graduation 5.12 (s. Messeinteilung)
- Skalarform = forme scalaire, Heft I, Anhang 8(4)
- Stoff = matière 1.34
- Stoffmenge = quantité de matière 1.38
- träge Masse = masse d'inertie 2.36 (u. Heft I, Anhang 8)
- Vektor = le vecteur 5.80
- Vektorgrösse = la grandeur vectorielle 1.26
- Vergleichsmassen = masses marquées 6.09 (s. Bezugsmassen)
- Verhältnis = relation 5.69
- verhältnisgleich = directement proportionnel 5.43
- Verhältniswert s. Verhältniszahl
- Verhältniszahl = la constante de proportionnalité 5.55 (s. Verhältniswert)
- Waagebalken = le fléau 5.18
- wägen = peser 6.21
- Wägen (das) = la pesée 6.31
- Zugkraft = force de traction 2.39

DIC TIONNAIRE

FRANÇAIS - ALLEMAND

- action = Einwirkung 1.12
attraction de la Terre = Erdanziehung 1.06
caractéristique = Kennzeichen 3.19
champ de pesanteur = Erdbeschleunigung 5.90
constante de proportionnalité = Verhältniszahl oder Verhältniswert 5.55
cylindre international = internationaler Zylinder 4.05
directement proportionnel = verhältnisgleich 5.43
direction = Richtung 1.25
dynamomètre = Kraftmesser 5.12
élastique = Gummiband 5.14
fléau = Waagebalken 5.18
force = Kraft 1.20
force d'attraction = Anziehungskraft 1.29
force de traction = Zugkraft 2.39
forme scalaire = Skalarform (Heft I, Anhang 8(4))
g = Verhältniszahl oder Verhältniswert 5.62
 \vec{g} = Vektor g 5.83
graduation = Messeinteilung oder Skala 5.12
grain = Gran (unité anglaise de masse) 6.23
grandeur vectorielle = Vektorgröße 1.26
inertie = Beharrungsvermögen 2.19
kgf = kg-K 4.59
kilogramme-force = Kilogramm-Kraft 4.40 (en allemand on emploie aussi le terme de Kilopond)
latitude = Breitengrad 4.38
lieu standard = Normort 5.25

m = Masse 5.69
m/s = Meter pro Sekunde 4.23
maille = Lernschritt (termes anglais: item, frame)
masse = Masse 1.40
masse d'attraction = schwere Masse 2.36
masse d'inertie = träge Masse 1.38
masses marquées = Bezugsmassen oder Vergleichsmassen 6.09
matière = Stoff 1.34
N = Newton 4.57
Newton = Newton (unité internationale de force) 4.23
niveau de la mer = Meereshöhe 4.38
opposition = Gegenwirkung 2.49 oder Gegenkraft 3.06
P = Gewicht (poids) 5.69
 \vec{P} = Vektor P 5.79
pesant = schwer 1.32
pesanteur = Schwere oder Schwerkraft 1.07
pesée (la) = das Wägen 6.31
pèse-personne (le) = die Personenwaage 5.17
peser = wägen 6.21
peson (le) = die Federwaage 5.12
poids = Gewicht 1.10
poids standard = Normgewicht 5.25
poundal = das Poundal (unité anglaise de poids) 2.39
quantité de matière = Stoffmenge 2.36
relation = Verhältnis 5.69
sens = Orientierung 1.25
tendance = das Bestreben 2.19
trébuchet = Goldwaage 5.19
unité = Einheit 4.01
vecteur = Vektor 5.80
vitesse = Geschwindigkeit 2.02

INHALTSÜBERSICHT

| | Seite |
|---|-------|
| Vorwort | 1 |
| Einleitung..... | 3 |
| Anleitungen..... | 5 |
| <u>Zusammenfassungen:</u> | |
| 1. Schwerkraft und Gewicht | 7 |
| 2. Masse, Stoffmenge und Beharrungsvermögen | 8 |
| 3. Gewicht und Masse an verschiedenen Orten | 9 |
| 4. Gewichts- und Masseneinheiten..... | 10 |
| 5. Beziehung des Gewichts eines Körpers zu seiner Masse..... | 11 |
| 6. Messung der Massen | 13 |
| <u>Anhang:</u> | |
| 7. Verhältnis zwischen Kilogramm-Kraft u. Newton | 14 |
| 8. Schwere Masse und träge Masse..... | 15 |
| Gesamtübersicht | 18 |
| Deutsch-französisches Sachwortverzeichnis | 20 |
| Dictionnaire français-allemand..... | 22 |