

Zehnerpotenzen – Verschiedene Schreibweisen auf dem TI-30X Prio MathPrint™

Die Pyramide wurde aus ca. $3 \cdot 10^6$ Steinblöcken mit einer Masse von je ca. 2,5 Tonnen erbaut. Berechne die Gesamtmasse der Pyramide in Kilogramm.



Nekropole von Gizeh (priv.)

In sehr vielen Sachverhalten haben wir es mit sehr großen oder sehr kleinen Zahlen zu tun. Der Planet Jupiter hat einen Durchmesser von etwa $143\,000\text{ km} = 143 \cdot 10^6\text{ m}$. Viren haben eine Größe von ca. $0,000000015\text{ Nanometer} = 15 \cdot 10^{-9}\text{ m}$. Für sehr große oder sehr kleine Zahlen verwendet man wegen der größeren Übersichtlichkeit gern die Schreibweise mit abgetrennten Zehnerpotenzen oder Vorsätze bei Einheiten wie „kilo“ oder „nano“.

Im vorliegenden Beitrag wird erläutert, wie der Taschenrechner TI-30X Prio MathPrint™ Zahlen in der Schreibweise mit abgetrennten Zehnerpotenzen darstellen und mit ihnen rechnen kann. Der Rechner stellt dafür drei Tasten und drei verschiedene Modi zur Verfügung.

Einstieg

Setze deinen TI-30X Prio mit $\boxed{2\text{nd}} \boxed{\text{on}} \boxed{\text{on}}$ in den Ausgangszustand zurück.

Beobachte und erkläre die Veränderung der Ergebnisanzeige nach den folgenden Eingaben in den Taschenrechner.

a) $1000 \boxed{\text{enter}} \boxed{x^2} \boxed{\text{enter}}$ und drücke dann so oft auf $\boxed{\text{enter}}$, bis sich die Darstellungsform des Ergebnisses ändert.

1000	DEG	1000
ans ²		1000000

b) $1,23 \boxed{\text{enter}} \boxed{\div} 1000 \boxed{\text{enter}}$ und drücke dann so oft auf $\boxed{\text{enter}}$, bis sich die Darstellungsform des Ergebnisses ändert.

1.23	DEG	1.23
ans/1000		0.00123

Wenn du oft genug auf $\boxed{\text{enter}}$ drückst, erscheint eine Fehlermeldung bzw. immer wieder das Ergebnis 0. Probiere das aus und erkläre diese Anzeigen.

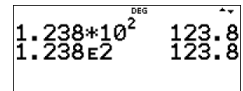
Zahlen mit abgetrennten Zehnerpotenzen schreiben

Bei sehr großen oder sehr kleinen Zahlen wird ein Komma nach der ersten (von 0 verschiedenen) Ziffer gesetzt und dann mit einer passenden Zehnerpotenz multipliziert, so dass sich wieder die ursprüngliche Zahl ergibt.

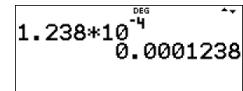
$$(1) 123,8 = 1,238 \cdot 100 = 1,238 \cdot 10^2 = 1,238E2$$

$$(2) 0,0001238 = 1,238 \cdot \frac{1}{10\,000} = 1,238 \cdot \frac{1}{10^4} = 1,238 \cdot 10^{-4} = 1,238E-4$$

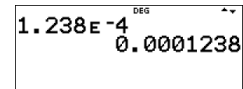
Im Beispiel (1) wird das Komma um zwei Stellen nach links verschoben, aber um den Wert der Zahl zu erhalten, muss mit $100 = 10^2$ multipliziert werden.



Im Beispiel (2) wandert das Komma um vier Stellen nach rechts. Um den Wert der Zahl zu erhalten, muss durch $10\ 000 = 10^4$ dividiert werden.



Eine Division durch 10^4 ist gleichbedeutend mit einer Multiplikation mit 10^{-4} .



Bei der Darstellung im Taschenrechner kann die Basis 10 auch weggelassen und nur der Exponent mit einem vorgestellten E aufgeschrieben werden. Dazu nutzt man die Taste **EE**.

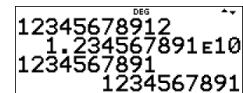
Einstellungsmodi für die Ergebnisanzeige des TI-30X Prio

Die Taste **mode** erlaubt drei Einstellungen für die Ergebnisanzeige. Wähle einen der Modi NORMAL, SCI oder ENG aus, bestätige mit **enter** und kehre mit **clear** in den Hauptbildschirm zurück.



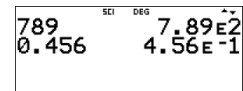
NORMAL

Ergebnisse werden mit Vor- und Nachkommastellen angezeigt. Werden die normalen Zahlendarstellungen zu groß oder zu klein für den aktuellen Bildschirm, erfolgt automatisch die Anzeige in der Form $a E k$.



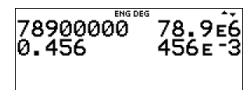
SCI

Ergebnisse von Zahleneingaben werden stets in der Form $a E k$ mit genau einer linksseitigen Dezimalstelle und der entsprechenden Zehnerpotenz angezeigt (wissenschaftliche Schreibweise).



ENG:

Zahlen werden als Produkt einer Zahl zwischen 1 und 999 sowie mit einer Zehnerpotenz angezeigt. Der Exponent der Zehnerpotenz ist hier immer ein Vielfaches von 3 (technische Schreibweise).



Dieser Modus ist praktisch für die gleichzeitige Verwendung von Vorsätzen für technische Einheiten oder Zahlwörter. Im Beispiel $78\ 900\ 000 = 78,9$ Millionen („Millionen“ wegen 10^6) bzw. $0,456$ (m) = 456 (mm) („Milli“ wegen 10^{-3}).

Vorsätze für Einheiten bedeuten Zehnerpotenzen (Auswahl):

Normale Schreibweise	Potenzschreibweisen	Präfix	Zahlwort
1.000.000.000.000.000.000	10^{18}	E18	Exa / E
1.000.000.000.000.000	10^{15}	E15	Peta / P
1.000.000.000.000	10^{12}	E12	Tera / T
1.000.000.000	10^9	E9	Giga / G
1.000.000	10^6	E6	Mega / M
1.000	10^3	E3	Kilo / k
100	10^2	E2	Hekto / H
10	10^1	E1	Deka / da
1	10^0	E0	
0,1	10^{-1}	E-1	Dezi / d
0,01	10^{-2}	E-2	Zenti / c
0,001	10^{-3}	E-3	Milli / m
0,000 001	10^{-6}	E-6	Micro / μ
0,000 000 001	10^{-9}	E-9	Nano / n
0,000 000 000 001	10^{-12}	E-12	Piko / p
0,000 000 000 000 001	10^{-15}	E-15	Femto / f
0,000 000 000 000 000 001	10^{-18}	E-18	Atto / a
			Trillionstel

Tasten für die Eingabe von Zahlen mit abgetrennten Zehnerpotenzen

Neben den drei Modi gibt es noch drei Tasten zur Eingabe von Zahlen mit abgetrennten Zehnerpotenzen, die am Beispiel $2,7 \cdot 10^{-4}$ vorgestellt werden.

Als Modus ist hier *NORMAL* eingestellt:

x^{\square}	$2.7 \cdot 10^{-4}$ 0.00027 <small>DEG</small>	$2 \cdot 7 \cdot 10 \cdot x^{\square} (-) 4 \text{ enter}$
$e^{\square} 10^{\square}$	$2.7 10^{-4}$ 0.00027 <small>DEG</small>	$2 \cdot 7 \cdot e^{\square} 10^{\square} e^{\square} 10^{\square} (-) 4 \text{ enter}$
EE	$2.7 E^{-4}$ 0.00027 <small>DEG</small>	$2 \cdot 7 \cdot EE (-) 4 \text{ enter}$

Zusammenfassung

Für den Schulunterricht halte ich in diesem Zusammenhang für wesentlich, dass die Lernenden

- die Schreibweisen mit abgetrennten Zehnerpotenzen sowohl in der Form $a \cdot 10^k$ als auch in der Form aEk kennen und interpretieren können,
- die Modi *NORMAL* und *SCI* sachgemäß für das Umwandeln von Zahlen in die Schreibweise mit abgetrennten Zehnerpotenzen bzw. in die normale Schreibweise nutzen können,
- Rechenoperationen mit Zahlen, die auch in einer Schreibweise mit abgetrennten Zehnerpotenzen gegeben sind, mit und ohne Taschenrechner durchführen können.

Übungsaufgaben

Aufgabe 1

Probiere mit `table` die Tabellierung von Funktionswerten der Funktion $f(x) = 1,23 \cdot 10^x$ (Eingabe mit `e□10□`) unter den Modi *NORMAL*, *SCI* und *ENG* aus. Was unterscheidet die Ergebnisanzeige in der Tabelle von der im Hauptbildschirm?

Aufgabe 2

Schreibe ohne Zehnerpotenz. Prüfe mit dem Taschenrechner.

$$4,2 \cdot 10^3 \qquad 4,2 \cdot 10^{-3} \qquad 0,032E 4 \qquad 0,032E - 4$$

Aufgabe 3

Schreibe in wissenschaftlicher Schreibweise. Prüfe mit dem Taschenrechner.

$$5400 \qquad 17,3 \qquad 0,012 \qquad 0,000\,000\,09 \qquad 5,6$$

Aufgabe 4¹⁾

In einem großen Bienenvolk leben im Sommer etwa $8 \cdot 10^4$ Bienen. 10 Bienen wiegen 1 g. Um 500 g Honig zu produzieren, müsste eine Biene 3,5-mal um die Erde fliegen (Erdumfang 40 075 km). In ihrem Leben legt die Biene etwa $8 \cdot 10^6$ m zurück.

- Gib das Gewicht des Bienenvolkes in Gramm an.
- Berechne, wie viele Kilometer die Bienen eines Bienenvolkes zurücklegen müssen, um 40 Kilogramm Honig zu produzieren.
- Berechne, wie viele Kilometer alle Bienen eines Bienenvolkes zusammen im Leben zurücklegen.

Aufgabe 5²⁾

Atome bestehen aus einem kleinen, schweren Atomkern und einer großen, leichten Atomhülle, in der sich die Elektronen befinden. Der Durchmesser eines Atoms beträgt ungefähr 10^{-10} m, der eines Atomkerns ungefähr 10^{-13} m. Die Masse des Kerns beträgt ungefähr 99,9% der Masse des gesamten Atoms.

- Stelle dir diese – fast unvorstellbaren – Größenverhältnisse an einem Heißluftballon vor. Der Heißluftballon hat einen Durchmesser von 10 m. Er soll das ganze Atom darstellen. Welchen Durchmesser hat im selben Maßstab der Atomkern? Gib einen entsprechenden Gegenstand des Alltags an.
- Der ganze Ballon wiegt – ohne Gondel – ungefähr 10 kg. Wie schwer muss die entsprechende Kugel für den Atomkern sein?

Aufgabe 6³⁾

Für die Auswertung eines physikalischen Versuchs zur Bestimmung der Gewichtskraft eines im elektrischen Feld zwischen zwei Kondensatorplatten schwebenden Öltröpfchens muss der Term $875,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{4}{3} \pi \cdot (5,00 \cdot 10^{-7} \text{ m})^3 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ berechnet werden. Berechne diesen Term mit deinem Taschenrechner.

Aufgabe 7⁴⁾:

Die Planeten unseres Sonnensystems sind etwa so schwer:

Merkur: $3,3 \cdot 10^{23}$ kg; Venus: $4,9 \cdot 10^{24}$ kg; Erde: $6,0 \cdot 10^{24}$ kg; Mars: $6,4 \cdot 10^{23}$ kg; Jupiter: $1,9 \cdot 10^{27}$ kg; Saturn: $5,7 \cdot 10^{26}$ kg; Uranus: $8,7 \cdot 10^{25}$ kg; Neptun: $1,0 \cdot 10^{26}$ kg

Zeige, dass die Sonne ($2,0 \cdot 10^{30}$ kg) schwerer ist als alle Planeten zusammen.

Nutze das Data-Menü des Taschenrechners.

Aufgabe 8⁵⁾:

Berechne die Erdmasse M durch folgende Gleichung:

$$M = \frac{g \cdot R^2}{G} \text{ mit Gravitationskonstante } G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{m^3}{kg \cdot s^2},$$

Fallbeschleunigung $g = 9,81 \frac{m}{s^2}$ und Erdradius $R = 6371 \text{ km}$

Achte auf die Einheiten. Nutze für G und g die auf dem Taschenrechner unter $\boxed{2nd} \boxed{}$ gegebenen Werte.

Lösung der Aufgaben

Einstieg

a)

1000	1000
ans ²	1000000
ans ²	1E12

ans ²	1E48
ans ²	1E96
ans ²	Error

Error
Overflow

$1000 = 10^3; 1\ 000\ 000 = 10^6; 1\ E\ 12 = 10^{12}$: Fehler Überlauf

b)

ans/1000	0.00123
ans/1000	0.00000123

ans/1000	0.000000001
ans/1000	1.23E-12

ans/1000	1.23E-99
ans/1000	0
ans/1000	0

$$\frac{0,00000000123}{1000} = \frac{1,23 \cdot 10^{-9}}{10^3} = 1,23 \cdot 10^{-12} = 1,23\ E - 12$$

Das Ergebnis 0 entsteht durch Rundung.

Aufgabe 1

NORMAL

DEGREE	RADIAN	GRADIAN
NORMAL	SCI	ENG
FLOAT	0	1 2 3 4 5 6 7 8 9
REAL	a+bt	
MATHPRINT	CLASSIC	

$f(x) = 1.23 \cdot 10^x$

x	f(x)
-5	1.23E-5
-4	1.23E-4
-3	0.00123
x=-5	

x	f(x)
0	1.23
1	12.3
2	123
x=2	

Unterschied: Die Schreibweise mit abgetrennter Zehnerpotenz tritt in der Tabelle früher auf, weil weniger Platz in der Spalte ist als im Hauptbildschirm.

SCI

DEGREE	RADIAN	GRADIAN
NORMAL	SCI	ENG
FLOAT	0	1 2 3 4 5 6 7 8 9
REAL	a+bt	
MATHPRINT	CLASSIC	

$f(x) = 1.23 \cdot 10^x$

x	f(x)
-3E0	1.23E-3
-2E0	1.23E-2
-1E0	1.23E-1
x=-3E0	

x	f(x)
2E0	1.23E2
3E0	1.23E3
4E0	1.23E4
x=4E0	

Unterschied: Die Schreibweise mit abgetrennter Zehnerpotenz wird ausnahmslos auf Argumente wie Funktionswerte angewendet. In der Darstellung aEk bleibt der Wert für a konstant, nur der Exponent k ändert sich in Abhängigkeit vom Argument x.

ENG

DEGREE	RADIAN	GRADIAN
NORMAL	SCI	ENG
FLOAT	0	1 2 3 4 5 6 7 8 9
REAL	a+bt	
MATHPRINT	CLASSIC	

$f(x) = 1.23 \cdot 10^x$

x	f(x)
-3E0	1.23E-3
-2E0	12.3E-3
-1E0	123E-3
x=-3E0	

x	f(x)
0E0	1.23E0
1E0	12.3E0
2E0	123E0
x=2E0	

Unterschied: Die Schreibweise mit abgetrennter Zehnerpotenz wird ausnahmslos auf Argumente wie Funktionswerte angewendet. In der Darstellung aEk bleibt k für drei aufeinanderfolgende Exponenten gleich, hingegen nimmt a für diese Exponenten für $x = 3k$ den Wert $a = 1,23$, für $x = 3k + 1$ den Wert $a = 12,3$ und für $x = 3k + 2$ den Wert $a = 123$ an.

Aufgabe 2

$4,2 \cdot 10^3 = 4200$

$4,2 \cdot 10^{-3} = 0,0042$

$0,032E4 = 320$

$0,032E-4 = 0,000032$

Aufgabe 3

$5400 = 5,4 \cdot 10^3$

$17,3 = 1,73 \cdot 10^1$

$0,012 = 1,2 \cdot 10^{-2}$

$0,000\,000\,090 = 9 \cdot 10^{-8}$

$5,6 = 5,6 \cdot 10^0$

Prüfung mit dem Taschenrechner:

Modus *SCI* einstellen und die Werte eingeben, mit **enter** in die Schreibweise aEk umwandeln.

Aufgabe 4⁶⁾

a) $\frac{8 \cdot 10^4}{10} = 8 \cdot 10^3 \text{ g} = 8 \text{ kg}$

b) Für 1 kg Honig sind es $2 \cdot 3,5 \cdot 40\,075 \text{ km} = 280525 \text{ km} = 2,80525 \cdot 10^5 \text{ km}$

Für 40 kg Honig sind es $40 \cdot 2,80525 \cdot 10^5 \text{ km} = 11\,221\,000 = 11,221 \cdot 10^6 \text{ km}$

c) $8 \cdot 10^4 \cdot 8 \cdot 10^6 \text{ m} = 64 \cdot 10^{10} \text{ m} = 6,4 \cdot 10^1 \cdot 10^{10} \text{ m} = 6,4 \cdot 10^{11} \text{ m} = 6,4 \cdot 10^8 \text{ km}$

Aufgabe 5⁷⁾

a) $\frac{10^{-10} \text{ m}}{10^{-13} \text{ m}} = \frac{10 \text{ m}}{x} \Rightarrow x = \frac{10 \text{ m} \cdot 10^{-13} \text{ m}}{10^{-10} \text{ m}} = \frac{1}{100} \text{ m} = 1 \text{ cm}$

Alltagsgegenstand z. B. Durchmesser eines Filzstiftes.

b) $99,9\% \text{ von } 10 \text{ kg} = \frac{99,9}{100} \cdot 10 \text{ kg} = 9,99 \text{ kg}$

Aufgabe 6⁸⁾

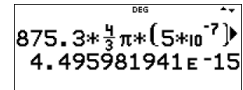
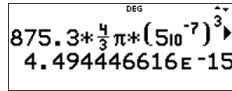
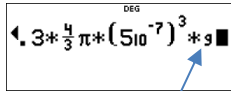
$$875,3 \frac{kg}{m^3} \cdot \frac{4}{3} \pi \cdot (5,00 \cdot 10^{-7} m)^3 \cdot 9,810 \frac{m}{s^2} \approx 4,496 \cdot 10^{-15} N$$

Die Gewichtskraft beträgt rund 4,5 fN (Femto-Newton).

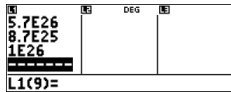
Hinweis:

Ein Näherungswert für die Fallbeschleunigung g kann auch über die Zweitbelegung der Taste \square eingegeben werden.

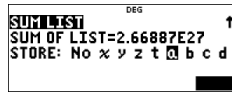
(2nd) () (2) (enter)



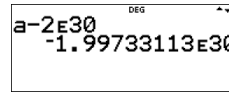
Aufgabe 7



Massen in L1



Summe speichern (a)



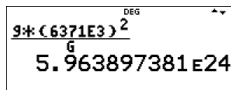
Differenz a – Sonne < 0

Aufgabe 8⁹⁾

Näherungswerte für G und g können über die Konstantentaste

(2nd) () (2) (enter) eingegeben werden.

Erdradius in Meter umrechnen!



Masse der Erde rund: $6,0 \cdot 10^{24} kg$.



Quellen

- 1) Fundamente der Mathematik, Bd. 9, Thüringen, Cornelsen-Verlag 2023, Seite 195, Nr. 8
- 2) Elemente der Mathematik, Bd. 9, Thüringen“, Schroedel-Verlag 2013, Seite 183 Nr. 24
- 3) <https://www.leifiphysik.de/elektrizitaetslehre/ladungen-elektrisches-feld/versuche/millikan-versuch-schwebemethode-simulation>
- 4) vgl.: Fundamente der ;Mathematik, Bd 9, Thüringen, Cornelsen-Verlag 2023, Seite 199, Nr. 26
- 5) vgl.: Physik, Gymnasiale Oberstufe, Duden-Paetec-Verlag, Berlin 2003, Seite 125
- 6) Fundamente der Mathematik, Bd. 9, Thüringen, Cornelsen_Verlag 2023, Seite 195, Nr. 8
- 7) Elemente der Mathematik, Bd. 9, Thüringen, Schroedel-Verlag 2013, Seite 183 Nr. 24
- 8) <https://www.leifiphysik.de/elektrizitaetslehre/ladungen-elektrisches-feld/versuche/millikan-versuch-schwebemethode-simulation>
- 9) vgl.: Physik, Gymnasiale Oberstufe, Duden-Paetec-Verlag, Berlin 2003, Seite 125

Autor:

Dr. Wilfried Zappe