

INFORMATIK I

Tutorium 2 — 25. Oktober 2024

$$(-1)^v \left(\sum_{i=0}^{n-1} a_i 2^{-i} \right) 2^{\bar{e} - (2^{n-1} - 1)}$$

Spiel und Spaß mit IEEE 754

Name Last
Universität Münster



L^AT_EX-Vorlage von
Florian Sihler

Noch zu letztem Tutorium...



0.4 > IEEE 754 > ???

$$0.4_{(10)} = 0.0\overline{1100}_{(2)} = 0.01100110011..._{(2)}$$

0.4 > IEEE 754 > ???

$$\begin{aligned} 0.4_{(10)} &= 0.0\overline{1100}_{(2)} = 0.\underset{\rightarrow}{0}\underset{\rightarrow}{1}100110011\dots_{(2)} \\ &= 1.100110011\dots_{(2)} \cdot 2^{-2} \end{aligned}$$

0.4 > IEEE 754 > ???

$$\begin{aligned} 0.4_{(10)} &= 0.0\overline{1100}_{(2)} = 0.0\overset{\text{↗}}{1}\overset{\text{↘}}{1}00110011\dots_{(2)} \\ &= +1.\underbrace{100110011\dots}_{\text{Mantisse}}_{(2)} \cdot 2^{-2} \end{aligned}$$

0.4 > IEEE 754 > ???

$$\begin{aligned} 0.4_{(10)} &= 0.0\overline{1100}_{(2)} = 0.0\overset{\rightarrow}{1}\overset{\rightarrow}{1}00110011\dots_{(2)} \\ &= +1.\underbrace{100110011\dots}_{\text{Mantisse}}_{(2)} \cdot 2^{-2} \end{aligned}$$

8-Bit IEEE 754 Gleitkommazahl: S EEE MMMM bias: $2^{r-1} - 1$

0.4 > IEEE 754 > ???

$$\begin{aligned} 0.4_{(10)} &= 0.0\overline{1100}_{(2)} = 0.0\overset{\rightarrow}{1}\overset{\rightarrow}{1}00110011\dots_{(2)} \\ &= +1.\underbrace{100110011\dots}_{\text{Mantisse}}_{(2)} \cdot 2^{-2} \end{aligned}$$

8-Bit IEEE 754 Gleitkommazahl: S EEE MMMM bias: $2^{3-1} - 1 = 3$

0.4 > IEEE 754 > ???

$$\begin{aligned} 0.4_{(10)} &= 0.0\overline{1100}_{(2)} = 0.0\overset{\text{↗}}{1}\overset{\text{↘}}{1}100110011\dots_{(2)} \\ &= +\underbrace{1.100110011\dots_{(2)}}_{\text{Mantisse}} \cdot 2^{-2} \end{aligned}$$

8-Bit IEEE 754 Gleitkommazahl: S EEE MMMM bias: $2^{3-1} - 1 = 3$

+

$$-2 + 3 = 1$$

1.1001

0.4 > IEEE 754 > ???

$$\begin{aligned} 0.4_{(10)} &= 0.0\overline{1100}_{(2)} = 0.0\overset{\curvearrowright}{1}\overset{\curvearrowright}{1}00110011\dots_{(2)} \\ &= +1.\underbrace{100110011\dots}_{\text{Mantisse}}_{(2)} \cdot 2^{-2} \end{aligned}$$

8-Bit IEEE 754 Gleitkommazahl: S EEE MMMM bias: $2^{3-1} - 1 = 3$

+
0

-2 + 3 = 1
001

1.1001
1001

0.4 > IEEE 754 > ???

$$\begin{aligned} 0.4_{(10)} &= 0.0\overline{1100}_{(2)} = 0.0\overset{\rightarrow}{1}\overset{\rightarrow}{1}00110011\dots_{(2)} \\ &= +\underbrace{1.100110011\dots_{(2)}}_{\text{Mantisse}} \cdot 2^{-2} \end{aligned}$$

8-Bit IEEE 754 Gleitkommazahl: S EEE MMMM

bias: $2^{3-1} - 1 = 3$

+
0

$$\begin{array}{r} -2 + 3 = 1 \\ \quad \quad 001 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1.1001 \\ \quad \quad 1001 \\ \hline 2^0 + 2^{-1} + 2^{-4} \end{array}$$

0.4 > IEEE 754 > ???

$$\begin{aligned} 0.4_{(10)} &= 0.0\overline{1100}_{(2)} = 0.0\overset{\rightarrow}{1}\overset{\rightarrow}{1}00110011\dots_{(2)} \\ &= +1.\underbrace{100110011\dots}_{\text{Mantisse}}_{(2)} \cdot 2^{-2} \end{aligned}$$

8-Bit IEEE 754 Gleitkommazahl: S EEE MMMM

$$\text{bias: } 2^{3-1} - 1 = 3$$

+
0

$$\begin{aligned} -2 + 3 &= 1 \\ &\text{001} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &1.1001 \\ &\quad \underbrace{1001}_{2^0 + 2^{-1} + 2^{-4}} \end{aligned}$$

$$+2^{-2} \cdot (2^0 + 2^{-1} + 2^{-4})$$

0.4 > IEEE 754 > ???

$$\begin{aligned} 0.4_{(10)} &= 0.0\overline{1100}_{(2)} = 0.0\overset{\rightarrow}{1}\overset{\rightarrow}{1}00110011\dots_{(2)} \\ &= +\underbrace{1.100110011\dots_{(2)}}_{\text{Mantisse}} \cdot 2^{-2} \end{aligned}$$

8-Bit IEEE 754 Gleitkommazahl: **S** **EEE** **MMMM** bias: $2^{3-1} - 1 = 3$

+
0

$$\begin{aligned} -2 + 3 &= 1 \\ &\text{001} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &1.1001 \\ &\quad \underbrace{1001}_{2^0 + 2^{-1} + 2^{-4}} \end{aligned}$$

$$+2^{-2} \cdot (2^0 + 2^{-1} + 2^{-4}) = 0.390625$$

0.4 > IEEE 754 > ???

$$\begin{aligned} 0.4_{(10)} &= 0.0\overline{1100}_{(2)} = 0.0\overset{\text{↗}}{1}\overset{\text{↘}}{1}00110011\dots_{(2)} \\ &= +1.\underbrace{100110011\dots}_{\text{Mantisse}}_{(2)} \cdot 2^{-2} \end{aligned}$$

8-Bit IEEE 754 Gleitkommazahl: S EEE MMMM

bias: $2^{3-1} - 1 = 3$

+
0

$$\begin{aligned} -2 + 3 &= 1 \\ &\text{001} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &1.1001 \\ &\quad \underbrace{1001}_{2^0 + 2^{-1} + 2^{-2} + 2^{-3}} \end{aligned}$$

$$+2^{-2} \cdot (2^0 + 2^{-1} + 2^{-2} + 2^{-3}) = 0.390625 \rightarrow 2.34\% \text{ Abweichung}$$

Kann ja nur noch besser werden...



Aufgabe 1

Geben Sie für jede der nachfolgenden Gleichungen an, ob sie gilt oder nicht. Geben Sie für jede ungültige Gleichung ein Gegenbeispiel an.

Aufgabe 1

Geben Sie für jede der nachfolgenden Gleichungen an, ob sie gilt oder nicht. Geben Sie für jede ungültige Gleichung ein Gegenbeispiel an.

Lösung 1

a) Falsch: $(2^3)^2 = 2^6 \neq 2^9 = 2^{(3^2)}$

Aufgabe 1

Geben Sie für jede der nachfolgenden Gleichungen an, ob sie gilt oder nicht. Geben Sie für jede ungültige Gleichung ein Gegenbeispiel an.

Lösung 1

a) Falsch: $(2^3)^2 = 2^6 \neq 2^9 = 2^{(3^2)}$

b) Richtig

Aufgabe 1

Geben Sie für jede der nachfolgenden Gleichungen an, ob sie gilt oder nicht. Geben Sie für jede ungültige Gleichung ein Gegenbeispiel an.

Lösung 1

a) Falsch: $(2^3)^2 = 2^6 \neq 2^9 = 2^{(3^2)}$

b) Richtig

c) Falsch: $2^2 \cdot 2^3 = 4 \cdot 8 = 32 = 2^5 \neq 2^6 = 2^{3 \cdot 2}$

Aufgabe 1

Geben Sie für jede der nachfolgenden Gleichungen an, ob sie gilt oder nicht. Geben Sie für jede ungültige Gleichung ein Gegenbeispiel an.

Lösung 1

a) Falsch: $(2^3)^2 = 2^6 \neq 2^9 = 2^{(3^2)}$

b) Richtig

c) Falsch: $2^2 \cdot 2^3 = 4 \cdot 8 = 32 = 2^5 \neq 2^6 = 2^{3 \cdot 2}$

d) Falsch: $\frac{2^3}{2^2} = \frac{8}{4} = 2 \neq 2^{1.5} = 2^{\frac{3}{2}}$

Aufgabe 1

Geben Sie für jede der nachfolgenden Gleichungen an, ob sie gilt oder nicht. Geben Sie für jede ungültige Gleichung ein Gegenbeispiel an.

Lösung 1

- a) Falsch: $(2^3)^2 = 2^6 \neq 2^9 = 2^{(3^2)}$
- b) Richtig
- c) Falsch: $2^2 \cdot 2^3 = 4 \cdot 8 = 32 = 2^5 \neq 2^6 = 2^{3 \cdot 2}$
- d) Falsch: $\frac{2^3}{2^2} = \frac{8}{4} = 2 \neq 2^{1.5} = 2^{\frac{3}{2}}$
- e) Richtig

IST DAS (WIRKLICH SO) SCHWIERIG?

Aufgabe 2

Stellen Sie den Text „Ist das schwierig?“ im ASCII-Format als Dezimal-, Binär- und Hexadezimalzahlen dar.

IST DAS (WIRKLICH SO) SCHWIERIG?

Aufgabe 2

Stellen Sie den Text „Ist das schwierig?“ im ASCII-Format als Dezimal-, Binär- und Hexadezimalzahlen dar.

Lösung 2: mit Python — *nach Inspiration von I10_a1*

```
ord('a')
```

IST DAS (WIRKLICH SO) SCHWIERIG?

Aufgabe 2

Stellen Sie den Text „Ist das schwierig?“ im ASCII-Format als Dezimal-, Binär- und Hexadezimalzahlen dar.

Lösung 2: mit Python — *nach Inspiration von I10_a1*

```
ord('a') < 97
```

IST DAS (WIRKLICH SO) SCHWIERIG?

Aufgabe 2

Stellen Sie den Text „Ist das schwierig?“ im ASCII-Format als Dezimal-, Binär- und Hexadezimalzahlen dar.

Lösung 2: mit Python — *nach Inspiration von I10_a1*

```
ord('a') < 97
```

```
ord('b') < 98
```


IST DAS (WIRKLICH SO) SCHWIERIG?

Aufgabe 2

Stellen Sie den Text „Ist das schwierig?“ im ASCII-Format als Dezimal-, Binär- und Hexadezimalzahlen dar.

Lösung 2: mit Python — *nach Inspiration von I10_a1*

```
ord('a') < 97
```

```
ord('b') < 98
```

```
ord('c') < 99
```

IST DAS (WIRKLICH SO) SCHWIERIG?

Aufgabe 2

Stellen Sie den Text „Ist das schwierig?“ im ASCII-Format als Dezimal-, Binär- und Hexadezimalzahlen dar.

Lösung 2: mit Python — *nach Inspiration von I10_a1*

```
ord('a') < 97
```

```
ord('A')
```

```
ord('b') < 98
```

```
ord('c') < 99
```

IST DAS (WIRKLICH SO) SCHWIERIG?

Aufgabe 2

Stellen Sie den Text „Ist das schwierig?“ im ASCII-Format als Dezimal-, Binär- und Hexadezimalzahlen dar.

Lösung 2: mit Python — *nach Inspiration von I10_a1*

```
ord('a') < 97
```

```
ord('A') < 65
```

```
ord('b') < 98
```

```
ord('c') < 99
```

IST DAS (WIRKLICH SO) SCHWIERIG?

Aufgabe 2

Stellen Sie den Text „Ist das schwierig?“ im ASCII-Format als Dezimal-, Binär- und Hexadezimalzahlen dar.

Lösung 2: mit Python — *nach Inspiration von I10_a1*

```
ord('a') < 97
```

```
ord('b') < 98
```

```
ord('c') < 99
```

```
ord('A') < 65
```

```
ord('B') < 66
```

IST DAS (WIRKLICH SO) SCHWIERIG?

Aufgabe 2

Stellen Sie den Text „Ist das schwierig?“ im ASCII-Format als Dezimal-, Binär- und Hexadezimalzahlen dar.

Lösung 2: mit Python — *nach Inspiration von I10_a1*

```
ord('a') < 97
```

```
ord('b') < 98
```

```
ord('c') < 99
```

```
ord('A') < 65
```

```
ord('B') < 66
```

```
ord('C') < 67
```

IST DAS (WIRKLICH SO) SCHWIERIG?

Aufgabe 2

Stellen Sie den Text „Ist das schwierig?“ im ASCII-Format als Dezimal-, Binär- und Hexadezimalzahlen dar.

Lösung 2: mit Python — *nach Inspiration von I10_a1*

```
string = "Ist das schwierig?" <
for character in string:
    print(ord(character),end="_")
```

IST DAS (WIRKLICH SO) SCHWIERIG?

Aufgabe 2

Stellen Sie den Text „Ist das schwierig?“ im ASCII-Format als Dezimal-, Binär- und Hexadezimalzahlen dar.

Lösung 2: mit Python — *nach Inspiration von I10_a1*

```
string = "Ist das schwierig?"  
  
for character in string: <  
    print(ord(character),end="_")
```

IST DAS (WIRKLICH SO) SCHWIERIG?

Aufgabe 2

Stellen Sie den Text „Ist das schwierig?“ im ASCII-Format als Dezimal-, Binär- und Hexadezimalzahlen dar.

Lösung 2: mit Python — *nach Inspiration von I10_a1*

```
string = "Ist das schwierig?"  character='I'
      ^
for character in string:
    print(ord(character),end="_")
```


IST DAS (WIRKLICH SO) SCHWIERIG?

Aufgabe 2

Stellen Sie den Text „Ist das schwierig?“ im ASCII-Format als Dezimal-, Binär- und Hexadezimalzahlen dar.

Lösung 2: mit Python — *nach Inspiration von I10_a1*

```
string = "Ist das schwierig?"  character='I'

for character in string:
    print(ord(character),end="_") < "73"
```

IST DAS (WIRKLICH SO) SCHWIERIG?

Aufgabe 2

Stellen Sie den Text „Ist das schwierig?“ im ASCII-Format als Dezimal-, Binär- und Hexadezimalzahlen dar.

Lösung 2: mit Python — *nach Inspiration von I10_a1*

```
string = "Ist das schwierig?"  character='I'  
  
for character in string: <  
    print(ord(character),end="_")  "73"
```

IST DAS (WIRKLICH SO) SCHWIERIG?

Aufgabe 2

Stellen Sie den Text „Ist das schwierig?“ im ASCII-Format als Dezimal-, Binär- und Hexadezimalzahlen dar.

Lösung 2: mit Python — *nach Inspiration von I10_a1*

```
string = "Ist das schwierig?"  character='s'  
      ^  
for character in string:  
    print(ord(character),end="_")
```

IST DAS (WIRKLICH SO) SCHWIERIG?

Aufgabe 2

Stellen Sie den Text „Ist das schwierig?“ im ASCII-Format als Dezimal-, Binär- und Hexadezimalzahlen dar.

Lösung 2: mit Python — *nach Inspiration von I10_a1*

```
string = "Ist das schwierig?"  character='s'
for character in string:
    print(ord(character),end="_") < "73 115"
```

IST DAS (WIRKLICH SO) SCHWIERIG?

Aufgabe 2

Stellen Sie den Text „Ist das schwierig?“ im ASCII-Format als Dezimal-, Binär- und Hexadezimalzahlen dar.

Lösung 2: mit Python — *nach Inspiration von I10_a1*

```
string = "Ist das schwierig?"  character='s'

for character in string: <
    print(ord(character),end="_")  "73 115"
```

IST DAS (WIRKLICH SO) SCHWIERIG?

Aufgabe 2

Stellen Sie den Text „Ist das schwierig?“ im ASCII-Format als Dezimal-, Binär- und Hexadezimalzahlen dar.

Lösung 2: mit Python — *nach Inspiration von I10_a1*

```
string = "Ist das schwierig?" character='t'  
      ^  
for character in string:  
    print(ord(character),end="_")
```

IST DAS (WIRKLICH SO) SCHWIERIG?

Aufgabe 2

Stellen Sie den Text „Ist das schwierig?“ im ASCII-Format als Dezimal-, Binär- und Hexadezimalzahlen dar.

Lösung 2: mit Python — *nach Inspiration von I10_a1*

```
string = "Ist das schwierig?"  character='t'

for character in string:
    print(ord(character),end="_") < "73 115 116"
```

IST DAS (WIRKLICH SO) SCHWIERIG?

Aufgabe 2

Stellen Sie den Text „Ist das schwierig?“ im ASCII-Format als Dezimal-, Binär- und Hexadezimalzahlen dar.

Lösung 2: mit Python — *nach Inspiration von I10_a1*

```
string = "Ist das schwierig?"  character='t'

for character in string: <
    print(ord(character),end="_")  "73 115 116"
```


IST DAS (WIRKLICH SO) SCHWIERIG?

Aufgabe 2

Stellen Sie den Text „Ist das schwierig?“ im ASCII-Format als Dezimal-, Binär- und Hexadezimalzahlen dar.

Lösung 2: mit Python — *nach Inspiration von I10_a1*

```
string = "Ist^das schwierig?" character=' '  
for character in string:  
    print(ord(character),end="_")
```

IST DAS (WIRKLICH SO) SCHWIERIG?

Aufgabe 2

Stellen Sie den Text „Ist das schwierig?“ im ASCII-Format als Dezimal-, Binär- und Hexadezimalzahlen dar.

Lösung 2: mit Python — *nach Inspiration von I10_a1*

```
string = "Ist das schwierig?"  character=' '  
for character in string:  
    print(ord(character),end="_") < "73 115 116 32"
```

IST DAS (WIRKLICH SO) SCHWIERIG?

Aufgabe 2

Stellen Sie den Text „Ist das schwierig?“ im ASCII-Format als Dezimal-, Binär- und Hexadezimalzahlen dar.

Lösung 2: mit Python — *nach Inspiration von I10_a1*

```
string = "Ist das schwierig?"  character=' '  
  
for character in string: <  
    print(ord(character),end="_")  "73 115 116 32"
```

IST DAS (WIRKLICH SO) SCHWIERIG?

Aufgabe 2

Stellen Sie den Text „Ist das schwierig?“ im ASCII-Format als Dezimal-, Binär- und Hexadezimalzahlen dar.

Lösung 2: mit Python — *nach Inspiration von I10_a1*

```
string = "Ist das schwierig?" character='d'  
      ^  
for character in string:  
    print(ord(character),end="_")
```

IST DAS (WIRKLICH SO) SCHWIERIG?

Aufgabe 2

Stellen Sie den Text „Ist das schwierig?“ im ASCII-Format als Dezimal-, Binär- und Hexadezimalzahlen dar.

Lösung 2: mit Python — *nach Inspiration von I10_a1*

```
string = "Ist das schwierig?"  character='d'

for character in string:
    print(ord(character),end="_") < "73 115 116 32 100"
```

IST DAS (WIRKLICH SO) SCHWIERIG?

Aufgabe 2

Stellen Sie den Text „Ist das schwierig?“ im ASCII-Format als Dezimal-, Binär- und Hexadezimalzahlen dar.

Lösung 2: mit Python — *nach Inspiration von I10_a1*

```
string = "Ist das schwierig?"  character='d'

for character in string: <
    print(ord(character),end="_")  "73 115 116 32 100"
```

IST DAS (WIRKLICH SO) SCHWIERIG?

Aufgabe 2

Stellen Sie den Text „Ist das schwierig?“ im ASCII-Format als Dezimal-, Binär- und Hexadezimalzahlen dar.

Lösung 2: mit Python — *nach Inspiration von I10_a1*

```
string = "Ist das schwierig?"  character='a'
      ^
for character in string:
    print(ord(character),end="_")
```

IST DAS (WIRKLICH SO) SCHWIERIG?

Aufgabe 2

Stellen Sie den Text „Ist das schwierig?“ im ASCII-Format als Dezimal-, Binär- und Hexadezimalzahlen dar.

Lösung 2: mit Python — *nach Inspiration von I10_a1*

```
string = "Ist das schwierig?"  character='a'

for character in string:
    print(ord(character),end="_") < "73 115 116 32 100 97"
```


IST DAS (WIRKLICH SO) SCHWIERIG?

Aufgabe 2

Stellen Sie den Text „Ist das schwierig?“ im ASCII-Format als Dezimal-, Binär- und Hexadezimalzahlen dar.

Lösung 2: mit Python — *nach Inspiration von I10_a1*

```
string = "Ist das schwierig?"  character='a'

for character in string: <
    print(ord(character),end="_")  "73 115 116 32 100 97"
```

IST DAS (WIRKLICH SO) SCHWIERIG?

Aufgabe 2

Stellen Sie den Text „Ist das schwierig?“ im ASCII-Format als Dezimal-, Binär- und Hexadezimalzahlen dar.

Lösung 2: mit Python — *nach Inspiration von I10_a1*

```
string = "Ist das schwierig?"  character='s'
      ^
for character in string:
    print(ord(character),end="_")
```

IST DAS (WIRKLICH SO) SCHWIERIG?

Aufgabe 2

Stellen Sie den Text „Ist das schwierig?“ im ASCII-Format als Dezimal-, Binär- und Hexadezimalzahlen dar.

Lösung 2: mit Python — *nach Inspiration von I10_a1*

```
string = "Ist das schwierig?"  character='s'

for character in string:
    print(ord(character),end="_") < "73 115 116 32 100 97 115"
```

IST DAS (WIRKLICH SO) SCHWIERIG?

Aufgabe 2

Stellen Sie den Text „Ist das schwierig?“ im ASCII-Format als Dezimal-, Binär- und Hexadezimalzahlen dar.

Lösung 2: mit Python — *nach Inspiration von I10_a1*

```
string = "Ist das schwierig?"  
  
for character in string:  
    print(ord(character),end="_")    "73 115 116 32 100 97 115 ..."
```

Und so weiter...



```
bin(ord(character)), hex(ord(character))
```

IST DAS (WIRKLICH SO) SCHWIERIG?

Aufgabe 2

Stellen Sie den Text „Ist das schwierig?“ im ASCII-Format als Dezimal-, Binär- und Hexadezimalzahlen dar.

Lösung 2: mit Python — *nach Inspiration von I10_a1*

```
string = "Ist das schwierig?"  
  
for character in string:  
    print(ord(character),end="_")    "73 115 116 32 100 97 115 ..."
```

Aber geht es einfacher?

VIELLEICHT GEHT ES JA AUCH EINFACHER...

Aufgabe 2: „Ist das schwierig?“ > ASCII (Dec, Bin, Hex)

Lösung 2: Binär c:

Wir erinnern uns:

```
ord('a') < 97
```

```
ord('b') < 98
```

```
ord('c') < 99
```

```
ord('A') < 65
```

```
ord('B') < 66
```

```
ord('C') < 67
```

VIELLEICHT GEHT ES JA AUCH EINFACHER...

Aufgabe 2: „Ist das schwierig?“ > ASCII (Dec, Bin, Hex)

Lösung 2: Binär c:

Schauen wir uns das mal genauer an:

VIELLEICHT GEHT ES JA AUCH EINFACHER...

Aufgabe 2: „Ist das schwierig?“ > ASCII (Dec, Bin, Hex)

Lösung 2: Binär c:

Schauen wir uns das mal genauer an:

- $'a' = 97_{(10)} = 0110\ 0001_{(2)}$

VIELLEICHT GEHT ES JA AUCH EINFACHER...

Aufgabe 2: „Ist das schwierig?“ > ASCII (Dec, Bin, Hex)

Lösung 2: Binär c:

Schauen wir uns das mal genauer an:

- $'a' = 97_{(10)} = 0110\ 0001_{(2)}$
- $'A' = 65_{(10)} = 0100\ 0001_{(2)}$

VIELLEICHT GEHT ES JA AUCH EINFACHER...

Aufgabe 2: „Ist das schwierig?“ > ASCII (Dec, Bin, Hex)

Lösung 2: Binär c:

Schauen wir uns das mal genauer an:

- $'a' = 97_{(10)} = 0110\ 0001_{(2)}$
- $'b' = 98_{(10)} = 0110\ 0010_{(2)}$

- $'A' = 65_{(10)} = 0100\ 0001_{(2)}$

VIELLEICHT GEHT ES JA AUCH EINFACHER...

Aufgabe 2: „Ist das schwierig?“ > ASCII (Dec, Bin, Hex)

Lösung 2: Binär c:

Schauen wir uns das mal genauer an:

- $'a' = 97_{(10)} = 0110\ 0001_{(2)}$
- $'b' = 98_{(10)} = 0110\ 0010_{(2)}$

- $'A' = 65_{(10)} = 0100\ 0001_{(2)}$
- $'B' = 66_{(10)} = 0100\ 0010_{(2)}$

VIELLEICHT GEHT ES JA AUCH EINFACHER...

Aufgabe 2: „Ist das schwierig?“ > ASCII (Dec, Bin, Hex)

Lösung 2: Binär c:

Schauen wir uns das mal genauer an:

- 'a' = $97_{(10)} = 0110\ 0001_{(2)}$
- 'b' = $98_{(10)} = 0110\ 0010_{(2)}$
- ...
- 'A' = $65_{(10)} = 0100\ 0001_{(2)}$
- 'B' = $66_{(10)} = 0100\ 0010_{(2)}$
- ...

Da unser Alphabet $26_{(10)} = 11010_{(2)}$ Buchstaben hat, müssen wir 5 Stellen rechts freihalten!

VIELLEICHT GEHT ES JA AUCH EINFACHER...

Aufgabe 2: „Ist das schwierig?“ › ASCII (Dec, Bin, Hex)

Lösung 2: Binär c:

Das heißt:

VIELLEICHT GEHT ES JA AUCH EINFACHER...

Aufgabe 2: „Ist das schwierig?“ > ASCII (Dec, Bin, Hex)

Lösung 2: Binär c:

Das heißt:

- Kleinbuchstaben: 0110 0001 — 0111 1010

VIELLEICHT GEHT ES JA AUCH EINFACHER...

Aufgabe 2: „Ist das schwierig?“ > ASCII (Dec, Bin, Hex)

Lösung 2: Binär c:

Das heißt:

- Kleinbuchstaben: 0110 0001 — 0111 1010
- Großbuchstaben: 0100 0001 — 0101 1010

VIELLEICHT GEHT ES JA AUCH EINFACHER...

Aufgabe 2: „Ist das schwierig?“ > ASCII (Dec, Bin, Hex)

Lösung 2: Binär c:

Das heißt:

- Kleinbuchstaben: $\underbrace{0110}_{0x6} \underbrace{0001}_{0x1} - \underbrace{0111}_{0x7} \underbrace{1010}_{0xA}$
- Großbuchstaben: $\underbrace{0100}_{0x4} \underbrace{0001}_{0x1} - \underbrace{0101}_{0x5} \underbrace{1010}_{0xA}$

VIELLEICHT GEHT ES JA AUCH EINFACHER...

Aufgabe 2: „Ist das schwierig?“ > ASCII (Dec, Bin, Hex)

Lösung 2: Binär c:

Das heißt:

- Kleinbuchstaben: 0110 0001 — 0111 1010
0x61 — 0x7A
- Großbuchstaben: 0100 0001 — 0101 1010
0x41 — 0x5A

VIELLEICHT GEHT ES JA AUCH EINFACHER...

Aufgabe 2: „Ist das schwierig?“ > ASCII (Dec, Bin, Hex)

Lösung 2: Binär c:

Das heißt:

- Kleinbuchstaben: 0110 0001 — 0111 1010
0x61 — 0x7A
97 — 122
- Großbuchstaben: 0100 0001 — 0101 1010
0x41 — 0x5A
65 — 90

Aufgabe 3

Interpretieren Sie die Binärzahlen 0110 0100 und 1100 0110 im Zweierkomplement.

WIR ZÄHLEN ZWEI UND ZWEI ZUSAMMEN

Aufgabe 3

Interpretieren Sie die Binärzahlen 0110 0100 und 1100 0110 im Zweierkomplement.



Zwei Zahlen!

WIR ZÄHLEN ZWEI UND ZWEI ZUSAMMEN

Aufgabe 3

Interpretieren Sie die Binärzahlen 0110 0100 und 1100 0110 im Zweierkomplement.



Lösung 3: a)

- allgemeine Formel: $(b_{n-1}b_{n-2} \cdots b_0)_{(2)} = b_{n-1} \cdot (-2^{n-1}) + (b_{n-2} \cdots b_0)_{(2)}$

WIR ZÄHLEN ZWEI UND ZWEI ZUSAMMEN

Aufgabe 3

Interpretieren Sie die Binärzahlen 0110 0100 und 1100 0110 im Zweierkomplement.

Lösung 3: a)

nur wenn
 $b_{n-1} = 1$

- allgemeine Formel: $(b_{n-1}b_{n-2} \cdots b_0)_{(2)} = b_{n-1} \cdot \overbrace{(-2^{n-1})}^{\text{nur wenn } b_{n-1} = 1} + (b_{n-2} \cdots b_0)_{(2)}$

WIR ZÄHLEN ZWEI UND ZWEI ZUSAMMEN

Aufgabe 3

Interpretieren Sie die Binärzahlen 0110 0100 und 1100 0110 im Zweierkomplement.

Zwei Zahlen!

Lösung 3: a)

nur wenn
 $b_{n-1} = 1$

- allgemeine Formel: $(b_{n-1}b_{n-2} \cdots b_0)_{(2)} = b_{n-1} \cdot \overbrace{(-2^{n-1})} + (b_{n-2} \cdots b_0)_{(2)}$
- $0110\ 0100_{(2)} = 2^6 + 2^5 + 2^2 = 100$

WIR ZÄHLEN ZWEI UND ZWEI ZUSAMMEN

Aufgabe 3

Interpretieren Sie die Binärzahlen 0110 0100 und 1100 0110 im Zweierkomplement.

Zwei Zahlen!

Lösung 3: a)

nur wenn
 $b_{n-1} = 1$

- allgemeine Formel: $(b_{n-1}b_{n-2} \cdots b_0)_{(2)} = b_{n-1} \cdot \overbrace{(-2^{n-1})} + (b_{n-2} \cdots b_0)_{(2)}$
- $0110\ 0100_{(2)} = 2^6 + 2^5 + 2^2 = 100$
- $1100\ 0110_{(2)} = -2^7 + 0100\ 0110_{(2)} = -2^7 + 2^6 + 2^2 + 2^1$
 $= -128 + 70 = -58$

Aufgabe 3

Interpretieren Sie die Binärzahlen 0110 0100 und 1100 0110 im Zweierkomplement.

Zwei Zahlen!

Lösung 3: b)

$$\begin{array}{r} 0110\ 0100 \\ + 1100\ 0110 \\ \hline \end{array}$$

Aufgabe 3

Interpretieren Sie die Binärzahlen 0110 0100 und 1100 0110 im Zweierkomplement.

Zwei Zahlen!

Lösung 3: b)

$$\begin{array}{r} 0110\ 0100 \\ + 1100\ 0110 \\ \hline \end{array}$$

0

Aufgabe 3

Interpretieren Sie die Binärzahlen 0110 0100 und 1100 0110 im Zweierkomplement.

Zwei Zahlen!

Lösung 3: b)

$$\begin{array}{r} 0110\ 0100 \\ + 1100\ 0110 \\ \hline 10 \end{array}$$

WIE IN DER GRUNDSCHULE

Aufgabe 3

Interpretieren Sie die Binärzahlen 0110 0100 und 1100 0110 im Zweierkomplement.

Zwei Zahlen!

Lösung 3: b)

$$\begin{array}{r} 0110\ 0100 \\ + 1100\ 0110 \\ \hline 1 \\ 010 \end{array}$$

Aufgabe 3

Interpretieren Sie die Binärzahlen 0110 0100 und 1100 0110 im Zweierkomplement.

Zwei Zahlen!

Lösung 3: b)

$$\begin{array}{r} 0110\ 0100 \\ + 1100\ 0110 \\ \hline 1 \\ 1010 \end{array}$$

WIE IN DER GRUNDSCHULE

Aufgabe 3

Interpretieren Sie die Binärzahlen 0110 0100 und 1100 0110 im Zweierkomplement.

Zwei Zahlen!

Lösung 3: b)

$$\begin{array}{r} 0110\ 0100 \\ + 1100\ 0110 \\ \hline 1 \\ 0\ 1010 \end{array}$$

WIE IN DER GRUNDSCHULE

Aufgabe 3

Interpretieren Sie die Binärzahlen 0110 0100 und 1100 0110 im Zweierkomplement.

Zwei Zahlen!

Lösung 3: b)

$$\begin{array}{r} 0110\ 0100 \\ + 1100\ 0110 \\ \hline 1 \\ 10\ 1010 \end{array}$$

WIE IN DER GRUNDSCHULE

Aufgabe 3

Interpretieren Sie die Binärzahlen 0110 0100 und 1100 0110 im Zweierkomplement.

Zwei Zahlen!

Lösung 3: b)

$$\begin{array}{r} 0110\ 0100 \\ + 1100\ 0110 \\ \hline 1\quad\quad 1 \\ 010\ 1010 \end{array}$$

Aufgabe 3

Interpretieren Sie die Binärzahlen 0110 0100 und 1100 0110 im Zweierkomplement.

Zwei Zahlen!

Lösung 3: b)

$$\begin{array}{r} 0110\ 0100 \\ + 1100\ 0110 \\ \hline 1\ 1\quad\quad 1 \\ 0010\ 1010 \end{array}$$

WIE IN DER GRUNDSCHULE

Aufgabe 3

Interpretieren Sie die Binärzahlen 0110 0100 und 1100 0110 im Zweierkomplement.

Zwei Zahlen!

Lösung 3: b)

$$\begin{array}{r} 0110\ 0100 \\ + 1100\ 0110 \\ \hline 1\ 1\quad\quad 1 \\ 0010\ 1010 \end{array}$$

$$0010\ 1010_{(2)} = 2^5 + 2^3 + 2^1 = 42 = 100 - 58$$

IST DOCH GANZ NORMAL, ODER?

Aufgabe 4

- a) Welchen Wert hat 0 100 1000?
- b) $0.75 \triangleright$ IEEE
- c) kleinste und größte positive Zahl: IEEE und Dezimal

IST DOCH GANZ NORMAL, ODER?

Aufgabe 4

- a) Welchen Wert hat 0 100 1000?
- b) $0.75 \succ \text{IEEE}$
- c) kleinste und größte positive Zahl: IEEE **und Dezimal**

IST DOCH GANZ NORMAL, ODER?

Aufgabe 4: Welchen Wert hat 0 100 1000?

Lösung 4: a)

0

100

1000

IST DOCH GANZ NORMAL, ODER?

Aufgabe 4: Welchen Wert hat 0 100 1000?

Lösung 4: a)

0

$\overbrace{100}^{4-3=1}$

$\overbrace{1.1000}^{2^0+2^{-1}}$

IST DOCH GANZ NORMAL, ODER?

Aufgabe 4: Welchen Wert hat 0 100 1000?

Lösung 4: a)

0

100
4-3=1

1.1000
2⁰+2⁻¹

$$+2^1 \cdot (2^0 + 2^{-1}) = 2 \cdot 1.5 = 3$$

IST DOCH GANZ NORMAL, ODER?

Aufgabe 4: 0.75 > IEEE

Lösung 4: b)

$$0.75_{(10)} = 0.11_{(2)} =$$

IST DOCH GANZ NORMAL, ODER?

Aufgabe 4: 0.75 > IEEE

Lösung 4: b)

$$0.75_{(10)} = 0.\underset{\curvearrowright}{1}1_{(2)} = 1.1000_{(2)} \cdot 2^{-1}$$

IST DOCH GANZ NORMAL, ODER?

Aufgabe 4: 0.75 > IEEE

Lösung 4: b)

$$0.75_{(10)} = 0.\overset{\curvearrowright}{1}1_{(2)} = +1.\underbrace{1000}_{\text{Mantisse}}_{(2)} \cdot 2^{-1}$$

IST DOCH GANZ NORMAL, ODER?

Aufgabe 4: 0.75 > IEEE

Lösung 4: b)

$$0.75_{(10)} = 0.\overset{\curvearrowright}{1}1_{(2)} = +1.\underbrace{1000}_{\text{Mantisse}}_{(2)} \cdot 2^{-1}$$

+

$$-1 + 3 = 2$$

1.1000

IST DOCH GANZ NORMAL, ODER?

Aufgabe 4: 0.75 > IEEE

Lösung 4: b)

$$0.75_{(10)} = 0.\overset{\curvearrowright}{1}1_{(2)} = +1.\underbrace{1000}_{\text{Mantisse}}_{(2)} \cdot 2^{-1}$$

+
0

-1 + 3 = 2
010

1.1000
1000

IST DOCH GANZ NORMAL, ODER?

Aufgabe 4: kleinste und größte positive Zahl

Lösung 4: c)

- kleinste: kleinstmöglicher Exponent 000 (definiert $\bar{e} = -2$), kleinstmögliche Mantisse 0001 (mit impliziter 0 vor dem Komma, da denormalisiert) $\Rightarrow (2^{-4}) \cdot 2^{-2} = 2^{-6} = 0.015625$

IST DOCH GANZ NORMAL, ODER?

Aufgabe 4: kleinste und größte positive Zahl

Lösung 4: c)

- kleinste: kleinstmöglicher Exponent 000 (definiert $\bar{e} = -2$), kleinstmögliche Mantisse 0001 (mit impliziter 0 vor dem Komma, da denormalisiert) $\Rightarrow (2^{-4}) \cdot 2^{-2} = 2^{-6} = 0.015625$
- größte: größtmöglicher Exponent 110 (nur 1en wäre unendlich), größtmögliche Mantisse 1111 (mit impliziter 1 vor dem Komma) $\Rightarrow (2^0 + 2^{-1} + 2^{-2} + 2^{-3} + 2^{-4}) \cdot 2^3 = 15.5$

Ein bisschen was zum Schluss



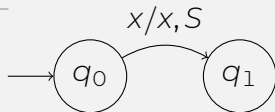
NÄCHSTE WOCHE

- nächste Woche ist Feiertag › Zoom Donnerstag 10:00 Uhr
- Meldet euch für eure Prüfungen an!

13:54 am Montag hab ich immernoch nicht!
Es ist 04:30 ich hab keine Lust mehr :c

Turingmaschinen

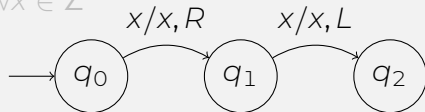
$\forall x \in \Sigma$



≥ 1 Zeichen

$\forall x \in \Sigma : \delta(q_0, x) = (q_1, x, S)$

$\forall x \in \Sigma$



≥ 2 Zeichen

$\forall x \in \Sigma : \delta(q_0, x) = (q_1, x, R)$
 $\delta(q_1, x) = (q_2, x, L)$

53 63 68 F6 6E 65 73 20 57 6F 63 68 65 6E 65 6E 64 65 20 3A 29

Name Last

Münster, 24. Januar 2025

name.last@uni-muenster.de