E-assessment tools for mathematical study courses

Franziska Nestler
Technische Universität Chemnitz
Faculty of Mathematics

Workshop on European STEM Curricula and Effective Math Teaching
Chemnitz, 10/2015

Motivation

- mathematics is integrated in many courses of studies
- many students have difficulties to pass the math examinations
- Goal: integrate electronic exercises in mathematical courses at university
  (in addition to lectures, seminars etc.)
  - $\rightarrow$ additional possibility to exercise (without correction effort)
  - $\rightarrow$ continuous (individual) feedback about level of knowledge
  - $\rightarrow$ assistance in preparation of the exam

Tools:

- electronic exercises are provided via OPAL
- Cooperation with BPS (Bildungsportal Sachsen) GmbH
- new tools suitable for mathematical exercises have been developed

Onyx-Editor

Single exercises and tests are created with the E-Assessment tool Onyx.

Features:

- formulas can be integrated via the standard LaTeX syntax
- various types of exercises:
  - single choice, multiple choice
  - cloze questions
  - calculation tasks
  - matching tasks
- usage of the computer algebra system MAXIMA
  - definition and connection of parameters $\rightarrow$ create random based exercises
  - interpretation of formulas $\rightarrow$ ask for mathematical expressions
- individual feedback, show sample solutions

Parameterized exercises - some examples

Exercise of a certain type $\rightarrow$ multiple individual exercises:

$$\sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{p}{q}\right)^n = ?$$

Berechnen Sie die folgende Summe!

$\sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{7}{8}\right)^n = $ ✓ $\boxed{8}$

Berechnen Sie die folgende Summe!

$\sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{11}{12}\right)^n = $ ✓ $\boxed{12}$

Berechnen Sie die folgende Summe!

$\sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{8}{9}\right)^n = $ ✓ $\boxed{9}$

$$(a + bi) \cdot (c + di) = ?$$

multiplikation_01 | Erreicht: 1 von 1 Punkt(en)

Berechnen Sie!

$(3 + 3i) \cdot (-5 - 4i) = $ ✓ $\boxed{-3}$ + ✓ $\boxed{-27}$ i

multiplikation_01 | Erreicht: 1 von 1 Punkt(en)

Berechnen Sie!

$(4 + 2i) \cdot (3 + 3i) = $ ✓ $\boxed{6}$ + ✓ $\boxed{18}$ i

multiplikation_01 | Erreicht: 1 von 1 Punkt(en)

Berechnen Sie!

$(-2 - 4i) \cdot (5 + 1i) = $ ✓ $\boxed{-6}$ + ✓ $\boxed{-22}$ i

Feedback

Implement feedback/ show sample solution, depending on the chosen parameters:

umformung_log_02

⊗ Erreicht: 0 von 1 Punkt(en)

Formen Sie um und geben Sie das Ergebnis an!

$\log_2\left(2^9 \cdot 4^8\right) = $ ❌ **9** (25)

Leider falsch!

Hier ein möglicher Lösungsweg:

$\log_2\left(2^9 \cdot 4^8\right) = 9\log_2 2 + 8\log_2 4 = 9 + 2 \cdot 8 = 25\,.$

---

umformung_log_02

⊗ Erreicht: 0 von 1 Punkt(en)

Formen Sie um und geben Sie das Ergebnis an!

$\log_2\left(2^{14} \cdot 4^5\right) = $ ❌ **14** (24)

Leider falsch!

Hier ein möglicher Lösungsweg:

$\log_2\left(2^{14} \cdot 4^5\right) = 14\log_2 2 + 5\log_2 4 = 14 + 2 \cdot 5 = 24\,.$

Validation of formulas

Motivation:

Mathematical symbols/expressions are needed for most mathematical questions:

- Solve the following equation for x: $13x = 5$
  Correct answer: $x = $ `5/13` (instead of $x = 0.384615\dots$)

- Solve the following equation for $x > 0$: $(2x)^2 = 2$
  Correct answer: $x = $ `sqrt(2)/2` (instead of $x = 0.7071068\dots$)

- Solve the following equation for x: $\mathrm{e}^x = a$.
  Correct answer: $x = $ `log(a)`

Validation of formulas

Motivation:

Mathematical symbols/expressions are needed for most mathematical questions:

- Solve the following equation for x: $13x = 5$
  Correct answer: $x =$ `5/13` (instead of $x = 0.384615\ldots$)

- Solve the following equation for $x > 0$: $(2x)^2 = 2$
  Correct answer: $x =$ `sqrt(2)/2` (instead of $x = 0.7071068\ldots$)

- Solve the following equation for x: $\mathrm{e}^x = a$.
  Correct answer: $x =$ `log(a)`

- Differentiate the function $f(x) = \sin(3x)$ with respect to x.
  Correct answer: $f'(x) =$ `3*cos(3*x)`

Validation of formulas

Motivation:

Mathematical symbols/expressions are needed for most mathematical questions:

- Solve the following equation for x: $13x = 5$
  Correct answer: $x = $ `5/13` (instead of $x = 0.384615\ldots$)

- Solve the following equation for $x > 0$: $(2x)^2 = 2$
  Correct answer: $x = $ `sqrt(2)/2` (instead of $x = 0.7071068\ldots$)

- Solve the following equation for x: $e^x = a$.
  Correct answer: $x = $ `log(a)`

- Differentiate the function $f(x) = \sin(3x)$ with respect to x.
  Correct answer: $f'(x) = $ `3*cos(3*x)`

- Which function fulfills the initial value Problem $y'(x) = 3y(x)$, $y(0) = 2$.
  Correct answer: $y(x) = $ `2*exp(3*x)`

Validation of formulas

Motivation:

Mathematical symbols/expressions are needed for most mathematical questions:

- Solve the following equation for x: $13x = 5$
  Correct answer: $x = $ `5/13` (instead of $x = 0.384615\ldots$)
- Solve the following equation for $x > 0$: $(2x)^2 = 2$
  Correct answer: $x = $ `sqrt(2)/2` (instead of $x = 0.7071068\ldots$)
- Solve the following equation for x: $\mathrm{e}^x = a$.
  Correct answer: $x = $ `log(a)`
- Differentiate the function $f(x) = \sin(3x)$ with respect to x.
  Correct answer: $f'(x) = $ `3*cos(3*x)`
- Which function fulfills the initial value Problem $y'(x) = 3y(x)$, $y(0) = 2$.
  Correct answer: $y(x) = $ `2*exp(3*x)`
- Which plane is spanned by the three points $A(1,0,0)$, $B(0,1,0)$, $C(0,0,1)$?
  Insert one possible solution.
  Possible answers: `x+y+z=1` or `-x-y-z=-1` or `2*x+2*y+2*z=2` …

Validation of formulas - Principle

1. student types in a solution using Maxima notation
2. formula is validated
3. the system checks
   - if learner response == correct solution (as indicated by the author)
     `is(equal(LEARNERRESPONSE,CORRECTRESPONSE))`
   - **or**: if the learner response fulfills a certain condition (specified by the author)

Which plane is spanned by the three points $A(1, 0, 0)$, $B(0, 1, 0)$ and $C(0, 0, 1)$?

E : ✔ `x+y+z=1`

Example: **2*x+5*y+2*z=4**

---

check if the entered equation is equivalent to the sample solution
$\rightarrow$ each possible representation of the plane is accepted as a correct answer:

E : ✔ `x+y+z=1` E : ✔ `2*x+2*y+2*z=2` E : ✔ `x=1-y-z`

Syntax validation

- How to type in the answer? Provide the necessary syntax!

anfangswertproblem_homogen_01 | Punkte: 1

Wir betrachten die Differentialgleichung $y'(x) = (6x + 4) \cdot y^2(x)$ bzw. in verkürzter Form $y' = (6x + 4) \cdot y^2$.

Geben Sie die Lösung der Differentialgleichung an, für die $y(0) = -\frac{1}{8}$ gilt!

Lösung: $y(x) =$ [   ] ⑦

Hinweise zur Formeleingabe: $x \cdot y =$ **x*y**, $\frac{x}{y} =$ **x/y**, $x^y =$ **x^y**

Durch Klicken auf die **?**-Schaltfläche können Sie ihre Formel vor Speichern der Antwort zunächst überprüfen!

Syntax validation

- How to type in the answer? Provide the necessary syntax!
- Syntax of the students answer is validated before submit.

anfangswertproblem_homogen_01 | Punkte: 1

Wir betrachten die Differentialgleichung $y'(x) = (6x + 4) \cdot y^2(x)$ bzw. in verkürzter Form $y' = (6x + 4) \cdot y^2$.

Geben Sie die Lösung der Differentialgleichung an, für die $y(0) = -\frac{1}{8}$ gilt!

Lösung: $y(x) = $ [   ] ⑦

Hinweise zur Formeleingabe: $x \cdot y = $ **x*y**, $\frac{x}{y} = $ **x/y**, $x^y = $ **x^y**

Durch Klicken auf die **?**-Schaltfläche können Sie ihre Formel vor Speichern der Antwort zunächst überprüfen!

---

anfangswertproblem_homogen_01 | Punkte: 1

Wir betrachten die Differentialgleichung $y'(x) = (6x + 4) \cdot y^2(x)$ bzw. in verkürzter Form $y' = (6x + 4) \cdot y^2$.

Geben Sie die Lösung der Differentialgleichung an, für die $y(0) = -\frac{1}{8}$ gilt!

Lösung: $y(x) = $ -1/(3*x^2+4x+8) ⑦

Die Syntax der eingegebenen Formel ist nicht korrekt.

Hinweise zur Formeleingabe: $x \cdot y = $ **x*y** ... y

Durch Klicken auf die **?**-Schaltfläche könne... vor Speichern der Antwort zunächst überprüfen!

Syntax is not correct
→ warning

Syntax validation

- How to type in the answer? Provide the necessary syntax!
- Syntax of the students answer is validated before submit.

anfangswertproblem_homogen_01 | Punkte: 1

Wir betrachten die Differentialgleichung $y'(x) = (6x + 4) \cdot y^2(x)$ bzw. in verkürzter Form $y' = (6x + 4) \cdot y^2$.

Geben Sie die Lösung der Differentialgleichung an, für die $y(0) = -\frac{1}{8}$ gilt!

Lösung: $y(x) = $ [   ] ⑦

Hinweise zur Formeleingabe: $x \cdot y = $ **x*y**, $\frac{x}{y} = $ **x/y**, $x^y = $ **x^y**

Durch Klicken auf die **?**-Schaltfläche können Sie ihre Formel vor Speichern der Antwort zunächst überprüfen!

---

anfangswertproblem_homogen_01 | Punkte: 1

Wir betrachten die Differentialgleichung $y'(x) = (6x + 4) \cdot y^2(x)$ bzw. in verkürzter Form $y' = (6x + 4) \cdot y^2$.

Geben Sie die Lösung der Differentialgleichung an, für die $y(0) = -\frac{1}{8}$ gilt!

Lösung: $y(x) = $ -1/(3*x^2+4*x+8) ⑦

Hinweise zur For $-\dfrac{1}{3x^2 + 4x + 8}$ **x*y**, $\frac{x}{y} = $ **x/y**, $x^y = $ **x^y**
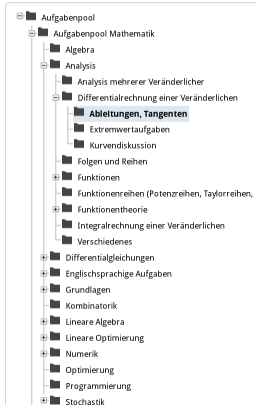
Durch Klicken auf ... können Sie ihre Formel vor Speichern der Antwort zunächst überprüfen!

Correct syntax
$\rightarrow$ gap is colored green,
preview of formula

Library of exercises

- created a library of mathematical exercises in ONYX, which is used by lecturers of different Saxon academies
- corporate administration, frequent exchange
- possibility to specify meta data (subject area, description of exercise, key words, . . .)
- exercises are already integrated in different mathematical courses

Struktur Aufgabenpool

- Aufgabenpool
  - Aufgabenpool Mathematik
    - Algebra
    - Analysis
      - Analysis mehrerer Veränderlicher
      - Differentialrechnung einer Veränderlichen
        - **Ableitungen, Tangenten**
        - Extremwertaufgaben
        - Kurvendiskussion
      - Folgen und Reihen
      - Funktionen
      - Funktionenreihen (Potenzreihen, Taylorreihen,
      - Funktionentheorie
      - Integralrechnung einer Veränderlichen
      - Verschiedenes
    - Differentialgleichungen
    - Englischsprachige Aufgaben
    - Grundlagen
    - Kombinatorik
    - Lineare Algebra
    - Lineare Optimierung
    - Numerik
    - Optimierung
    - Programmierung
    - Stochastik

Aufgabenpool > Aufgabenpool Mathematik > Analysis
Ableitungen,Tangenten > Ableitungen, Tangenten

Ableitungen, Tangenten

Dieser Ordner wurde für Sie freigegeben. Abhängig von Ihr
Sie haben folgende Rechte: Inhalte lesen, Exportieren, Verä

| Neuer Ordner | Neuer Test | Neue Aufgabe |

Typ **Titel** ⇕

	ableitung_begriff
	ableitung_cotangens
	ableitung_elementar_01
	ableitung_elementar_02
	ableitung_elementar_03
	ableitung_gauss_graphisch_01
	Ableitung_grafisch_01
	Ableitung_grafisch_02
	Ableitung_grafisch_03
	Ableitung_grafisch_04

Ongoing Projects

- OPAL course on complex analysis for students in Africa (Ghana, Senegal)
- math course for students in the area of mechanical engineering: lecture accompanying electronic exercises and tests
- usage of electronic exercises in the scope of refresher courses

Thank you for your attention!

Contact:

- Prof. Daniel Potts
  Technische Universität Chemnitz, Fakultät für Mathematik
  potts@mathematik.tu-chemnitz.de
- Franziska Nestler
  Technische Universität Chemnitz, Fakultät für Mathematik
  franziska.nestler@mathematik.tu-chemnitz.de