

# Numerische Mathematik I für Ingenieure SS16

## Verständnisfragen – Übung 13

**VF-1:** Seien  $f \in C[a, b]$  und  $I(f) := \int_a^b f(x) dx$  das Integral von  $f$  auf  $[a, b]$ . Ferner sei  $Q(f) = \sum_{i=0}^m \omega_i f(x_i)$  eine Quadraturformel. Beantworte alle Fragen mit wahr oder falsch!

1.	Die absolute Kondition des Integrationsproblems $I(f)$ bzgl. der Maximumnorm ist gut.	
2.	Die relative Kondition des Integrationsproblems $I(f)$ bzgl. der Maximumnorm ist gut.	
3.	Falls die Quadraturformel exakt ist vom Grad $n$ , dann gilt für alle $p \in \Pi_n$ : $I(p) = Q(p)$ .	
4.	Die Gewichte $\omega_i$ einer Quadraturformel sind immer positiv.	
5.	Gib den Exaktheitsgrad der Simpsonregel an.	

**VF-2:** Das Integral  $I(f) := \int_c^d f(x) dx$  soll numerisch approximiert werden durch geeignete Quadraturformeln. Beantworte alle Fragen mit wahr oder falsch!

1.	Der Fehler der Mittelpunktsregel ist stets genau halb so groß wie der Fehler der Trapezregel.	
2.	Die Mittelpunktsregel ist stets exakt, wenn $f$ ein Polynom vom Grade $\leq 2$ ist.	
3.	Die summierte Mittelpunktsregel ist stets exakt, wenn $f$ ein Polynom vom Grade $\leq 2$ ist.	
4.	Die Simpsonregel ist stets exakt, wenn $f$ ein Polynom vom Grade $\leq 3$ ist.	
5.	Bestimme mit der Simpsonregel eine Näherung für $\int_{-1}^1 e^{-x^2} dx$ .	

**VF-3:** Es sei  $f \in C[a, b]$ . Das Integral  $I(f) := \int_a^b f(x) dx$  werde durch eine Newton-Cotes-Formel  $I_m(f)$  zu äquidistanten Stützstellen  $a \leq x_0 < \dots < x_m \leq b$  approximiert.

1.	$I_m(q) = I(q)$ für alle $q \in \Pi_{m+2}$ .	
2.	Es gilt $I_m(f) = \int_a^b P(f   x_0, \dots, x_m)(x) dx$ .	
3.	Falls $f \in C^{m+1}[a, b]$ , dann gilt für den Fehler $ I(f) - I_m(f)  \leq \frac{(b-a)^{m+2}}{(m+1)!} \max_{x \in [a, b]}  f^{(m+1)}(x) $ .	
4.	Newton-Cotes-Formeln höherer Ordnung können aufgrund von Auslöschung instabil sein.	

<b>VF-4:</b> Es sei $f \in C^\infty([a, b])$ . Das Integral $I(f) = \int_a^b f(x) dx$ soll numerisch approximiert werden. Es sei $I_m(f) = (b - a) \sum_{j=0}^m w_j f(x_j)$ eine Quadraturformel mit $a \leq x_0 < \dots < x_m \leq b$ .	
1.	Bei den Newton-Cotes Formeln gilt: $I_m(f) = \int_a^b P(f   x_0, \dots, x_m)(x) dx$ , wobei $P(f   x_0, \dots, x_m)$ das Lagrange-Interpolationspolynom vom Grad $m$ ist.
2.	Bei den Newton-Cotes Formeln gilt: $I_m(f) = I(f)$ falls $f$ ein Polynom vom Grad maximal $m$ ist.
3.	Es sei $m$ fest gewählt. Der Fehler $ I_m(f) - I(f) $ ist bei einer Gauß-Quadraturformel immer kleiner als bei einer Newton-Cotes Formel.
4.	Für die Newton-Cotes Formeln gilt $ I_m(f) - I(f)  \rightarrow 0$ für $m \rightarrow \infty$ .
5.	Berechne eine Approximation von $\int_1^3 x^3$ mit Hilfe der Trapezregel.

<b>VF-5:</b> Sei $f \in C[a, b]$ . Das Integral $I(f) := \int_a^b f(x) dx$ werde durch eine Gauss-Formel $\tilde{I}_m(f) := \sum_{i=0}^m \omega_i f(x_i)$ approximiert. Beantworte alle Fragen mit wahr oder falsch bzw. gib den numerischen Wert an!	
1.	Die Stützstellen sind äquidistant verteilt.
2.	$\tilde{I}_m(q) = I(q)$ für alle $q \in \Pi_{2m+1}$ .
3.	Die Gewichte $\omega_i$ sind alle positiv.
4.	Falls $f \in C^{2m+2}[a, b]$ , dann gibt es ein $c_m$ , so dass für den Fehler gilt: $ I(f) - \tilde{I}_m(f)  \leq c_m \max_{x \in [a, b]}  f^{(2m+2)}(x) $ .
5.	Berechne eine Approximation von $\int_0^{10} x^2 dx$ mit Hilfe von $\tilde{I}_0(f)$ .