

## TMV225+TMV176 Inledande matematik M, TD

### Sammanfattning. Läsanvisningar inför tentamen.

2012–10–10

#### A. Talsystemen. (Adams P.1.)

**N** de naturliga talen

**Z** de hela talen

**Q** de rationella talen

kunna räkneregler

kunna räkna med absolutbelopp, olikhet, intervall

rationellt tal = periodisk decimalutveckling

**R** de reella talen = alla decimalutvecklingar, periodiska och ickeperiodiska

**C** de komplexa talen (Adams Appendix I)

#### B. Geometri i rummet. (Adams kap 10.1–10.4)

vektor, vektoralgebra, skalärprodukt, ortogonalitet om och endast om  $a \cdot b = 0$ , projektion, ortogonal uppdelning, kryssprodukt, volym av parallelepiped, trippelprodukt, ekvationer för linjen och planet, beräkna avstånd med hjälp av projektion

#### C. Linjära ekvationssystem (Lay 1.1)

Skriva linjära ekvationssystem på matrisform.

Kunna Gauss eliminationsmetod.

Elementära radoperationer:

- (1) multiplicera rad med skalär,
- (2) addera en multipel av en rad till en annan rad,
- (3) två rader byter plats.

Kunna avgöra från trappstegsmatrisen om systemet är konsistent.

#### D. Funktioner (Adams P.4)

$f: D(f) \rightarrow S$ , MATLAB: `function y=f(x)`

namn:  $f$ , MATLAB: funktionshandtag, `@f`

definitionsområde:  $D(f)$ , MATLAB: typ av input-variabler

målmängd:  $S$ , MATLAB: typ av output-variabler

tilldelningsregel:  $y = f(x)$  (ibland en formel, normalt ingen formel utan någon mer komplicerad algoritm), MATLAB:

`function y=f(x)`

`...`

`y=...` % algoritm, ibland en formel

värdeområde:  $V(f)$ ,  $V(f) \subset S$ , MATLAB: ingen motsvarighet

Ofta talmängder:  $S = \mathbf{R}$ ,  $D(f) \subset \mathbf{R}$ .

graf: punktmängden  $(x, y)$  med  $y = f(x)$ , MATLAB: `x=linspace(a,b)`, `y=f(x)`, `plot(x,y)`

#### D.1 Kombinera funktioner. (Adams P.5)

Olika sätt att kombinera gamla funktioner och på så vis bilda nya funktioner

linjär kombination:  $(\alpha f + \beta g)(x) = \alpha f(x) + \beta g(x)$

produkt och kvot av funktioner:  $(fg)(x) = f(x)g(x)$ ,  $(f/g)(x) = f(x)/g(x)$

sammansättning av funktioner  $(f \circ g)(x) = f(g(x))$

**D.2 Polynomfunktioner.** (Adams P.6)

kunna rita linjära funktioner  $y = mx + b$ , känna betydelsen av  $m$  och  $b$

kunna rita kvadratiske funktioner  $y = x^2$ ,  $y = -x^2$ ,  $y = ax^2 + c$ ,  $y = (x - d)^2$ , och slutligen  $y = ax^2 + bx + c$  genom komplettering av kvadraten  $y = a(x - d)^2 - ad^2 + c$ ,  $d = -b/(2a)$ .

att kunna räkna med polynom: bilda linjär kombination, multiplicera, likhet mellan polynom, summabeteckning  $p(x) = \sum_{k=0}^n a_k x^k$

rationella funktioner: "polynom genom polynom"

polynomdivision

**E. Gränsvärde och kontinuitet.** (Adams kap 1, BM kap 3.)**E.1 Formell definition av gränsvärden.**

$$\lim_{x \rightarrow a} f(x) = L, \quad \lim_{n \rightarrow \infty} a_n = L$$

Kunna använda definitionen på enkla exempel.

**E.2 Räkneregler.**

Kombination av gränsvärden. Utan bevis.

**E.3 Definition av kontinuitet.**  $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = f(a)$ **E.4 Räkneregler.**

Kombination av kontinuerliga funktioner. Utan bevis.

**E.5 Lipschitz-kontinuitet.** (BM kap 2)

kunna definition av Lipschitz-kontinuitet

kunna räkna ut Lipschitz-konstant för de enklaste fallen med hjälp av definitionen:  $f(x) = x^2$ ,  $f(x) = x^3$ ,  $f(x) = x^{-1}$ ,  $f(x) = \sqrt{x}$

kunna räkna ut Lipschitz-konstant för mer komplicerade funktioner med hjälp av räkneregler eller derivata, se punkt F.2 nedan.

kunna **bevisa** att summan av två Lipschitz-funktioner är Lipschitz

Kombination av Lipschitz-funktioner: veta att linjär kombination, produkt, kvot och sammansättning av Lipschitz-funktioner ger Lipschitz-funktioner

veta att Lipschitz-funktion är begränsad funktion

**E.6 Cauchy-följd.** (BM kap 4.2)

kunna definition av Cauchy-följd

kunna visa att de enkla fallen är Cauchy:  $a_n = 1/n$ ,  $a_n = 1/n^2$ ,  $1/\sqrt{n}$

kunna sambandet Cauchy-följd = decimalutveckling = reellt tal

**E.7 Kvadratroten ur 2.** (BM kap 4)

kunna **bevisa** att kvadratroten ur 2 inte är rationellt tal (finns också i anteckningar från intron)

kunna skriva ned bisektionsalgoritmen

**E.8 Satser om kontinuerliga funktioner** (Adams 1.4. BM kap 4)

kunna formulera och **bevisa Bolzanos sats** (BM kap 4)

**Sats** (Bolzano). *Antaganden:*

- $f$  är kontinuerlig på  $[a, b]$ ,
- $f(a)f(b) < 0$ .

*Slutsats:* Då finns  $x \in [a, b]$  sådan att  $f(x) = 0$ . Om  $f$  är strängt monotont så är  $x$  den enda roten.

obs bevisets fyra steg:

1. algoritm (som ger en följd  $x_i$ ) (bisektionsalgoritmen)
2.  $x_i$  är Cauchy-följd:  $x_i - x_j \rightarrow 0$  då  $i, j \rightarrow \infty$ ,  $\bar{x} = \lim x_i$
3.  $\bar{x}$  löser ekvationen:  $f(\bar{x}) = \lim f(x_i) = 0$
4. unik lösning om  $f$  är strängt monoton

kunna formulera och **bevisa** (med bevis enligt BM) **satsen om mellanliggande värden** (BM kap 4, Adams 1.4, Theorem 9)

kunna satsen om max-min (Adams 1.4 Theorem 8) (utan bevis)

#### D.9 Fixpunkter och kontraktionsavbildning. (BM kap 5)

omskrivning av ekvation mellan "rotform"  $f(x) = 0$  och "fixpunktsform"  $x = g(x)$

kunna **fixpunktssatsen för kontraktioner** ("kontraktionsavbildningssatsen" BM 5.2, Adams 4.2 Theorem 1) **med bevis** (se nedan)

obs bevisets fyra steg:

1. algoritm (som ger en följd  $x_i$ ) (fixpunktsiteration)
2.  $x_i$  är Cauchy-följd:  $x_i - x_j \rightarrow 0$  då  $i, j \rightarrow \infty$ ,  $\bar{x} = \lim x_i$  (räcker att kunna visa  $|x_{k+1} - x_k| \leq L^k |x_1 - x_0|$ )
3.  $\bar{x}$  löser ekvationen:  $\bar{x} = \lim x_{i+1} = \lim g(x_i) = g(\bar{x})$  (behöver ej kunna bevisa detta steg)
4. unik lösning (måste kunna bevisa detta steg)

#### F. Derivatan. (Adams kap 2.1–2.6, 2.8)

##### F.1 Definition, räkneregler och enkla fall.

kunna derivatans definition

kunna beräkna derivatan utgående från definitionen för de enklaste fallen:  $f(x) = x^2$ ,  $f(x) = x^3$ ,  $f(x) = x^{-1}$ ,  $f(x) = \sqrt{x}$

kunna satsen om att deriverbarhet medför kontinuitet (Adams 2.3 Theorem 1) (**med bevis**)

räkneregler för kombinationer av derivator (utan bevis)

derivata av sin, cos, tan, cot (**med bevis**, inkl. gränsvärdena  $\lim_{h \rightarrow 0} \frac{\sin h}{h} = 1$ ,  $\lim_{h \rightarrow 0} \frac{\cos h - 1}{h} = 0$ ) (använd inte csc, sec, dvs  $D \tan x = \frac{1}{\cos^2(x)}$  i stället för  $\sec^2(x)$ )

##### F.2 Medelvärdessatsen MVS.

kunna formulera **Rolles sats** (Adams 2.8 Theorem 15) och med hjälp av den formulera och **bevisa medelvärdessatsen MVS** (Adams 2.8 Theorem 11)

kunna formulera **generaliserade MVS** (Adams 2.8 Theorem 16) (utan bevis)

kunna konsekvenser av MVS:

- satsen om monoton funktion (Adams 2.8 Theorem 12) **med bevis**
- satsen om konstant funktion (Adams 2.8 Theorem 13) **med bevis**
- satsen om beräkning av Lipschitzkonstant, **med bevis**, dvs följande:

**Sats** (Sats 4 i BM 2.2). (*Beräkning av Lipschitzkonstant*) Antag att  $f : [a, b] \rightarrow \mathbf{R}$  är kontinuerlig på  $[a, b]$  och deriverbar på  $(a, b)$  med begränsad derivata,

$$|f'(x)| \leq M, \quad \forall x \in [a, b].$$

Då gäller

$$|f(x) - f(y)| \leq M|x - y|, \quad \forall x, y \in [a, b],$$

dvs  $f$  är Lipschitz med konstanten  $L_f \leq M$ .

**Bevis.** MVS på intervallet  $[x, y]$  om  $x < y$  (eller  $[y, x]$  om  $y < x$ ) ger en (okänd) punkt  $c$  mellan  $x$  och  $y$  sådan att

$$f(x) - f(y) = f'(c)(x - y).$$

Eftersom  $|f'(c)| \leq M$  enligt vårt antagande, så får vi

$$|f(x) - f(y)| = |f'(c)(x - y)| = |f'(c)| |x - y| \leq M|x - y|, \quad \forall x, y \in [a, b].$$

□

## G. Transcendentala funktioner. (Adams 3.1–3.5)

### G.1 Invers funktion

1-1 ("one-to-one"), hur man definierar invers funktion  
derivatan av invers funktion (med implicit derivering)

### G.2 Logaritm och exponentialfunktion

kunna alla logaritm- och exponentialregler (Adams 3.2)

kunna definition av naturliga logaritmen  $\ln$  (Adams 3.3)

naturliga logaritmens egenskaper **med bevis** (Adams 3.3 Theorem 1, Theorem 2)

$$\begin{cases} \ln(1) = 0 \\ D \ln(x) = \frac{1}{x} \end{cases}$$

kunna definitionen av exponentialfunktionen  $\exp$  (som invers till  $\ln$ ) och dess egenskaper

$$\begin{cases} \exp(0) = 1 \\ D \exp(x) = \exp(x) \end{cases}$$

känna till definitionen  $e^x = \exp(x)$  med  $e = \exp(1)$

känna till tillväxt och avtagande av  $\exp$  och  $\ln$  (Adams 3.4 Theorem 5) (utan bevis)

kunna definition av  $\arcsin$ ,  $\arccos$ ,  $\arctan$ , samt dess derivator **med bevis**

## H. Användning av derivatan. (Adams kap 4)

### H.1 Extremvärden, kurvritning (Adams 4.1, 4.4–4.6, 4.8)

relaterade hastigheter: läs något av exemplen (Adams 4.1)

kunna definition av absoluta och lokala extremvärden

hur man lokaliserar extremvärden (Adams 4.4 Theorem 6)

(skippa Theorems 7, 8)

kunna definition av konkav upp (=konvex) och konkav ned (=konkav)

känna betydelsen av andra derivatan  $f''$  (Adams 4.5 Theorem 9, Theorem 10)

kunna rita enkla funktioner med hjälp teckenstudium av derivata (sned asymptot inte viktigt) (Adams 4.6)

läs några exempel på extremvärdesproblem (Adams 4.8)

### H.2 Linjärisering. (Adams 4.9)

kunna skriva ned linjäriseringen av  $f$  i punkten  $a$

kunna felformeln (Adams 4.9 Theorem 11) (utan bevis)

kunna uppskatta linjäriseringsfelet med hjälp av felformeln och en begränsning  $|f''(t)| \leq K$  för alla  $t$  i något intervall som innehåller  $x$  och  $a$

**H.3 Newtons metod.** (Adams 4.2. BM kap 6.)

numerisk beräkning av derivata (BM kap 6)

kunna motivera Newtons metod med hjälp av linjärisering

geometrisk tolkning med hjälp av tangent

känna till feluppskattning (Adams 4.2 Theorem 2 och BM kap 6)

känna till stoppvillkoret

kunna skriva ned algoritmen

**I. Datorövningar.**

kunna alla datorövningar som vi gjort

**J. Litteratur.**

Adams kapitel: P, Appendix I, 1, 2.1–2.6, 2.8, 3.1–3.5, 4.1–4.2, 4.4–4.6, 4.8–4.9, 10.1–10.4

Lay: Avsnitt 1.1

Beräkningsmatematik (kompendium) BM kap 2–6.