

Experimentell problemlösning med datorstöd, FYGA15, HT-2014

Omtentamen 2014-10-09, skrivtid 14:00-18:00

Tillåtna hjälpmedel är valfri miniräknare, linjal/gradskiva och två sidor millimeterpapper (utdelat). Använd rutat papper eller millimeterpapper till graferna. Försök att hålla dig till en halv sida millimeterpapper per graf. En liten formelsamling finns sist i tentamen. Inga egna formelsamlingar tillåts.

Totala poängantalet är 100 p. För godkänt resultat krävs minst 50 poäng. Poäng på varje deluppgift anges vid uppgiften.

Tips! Läs hela uppgiften innan du börjar lösa den. Läs noga igenom frågorna så att du inte missar en del av uppgiften. **Samtliga uträkningar och diagram skall visas.**

Examinator: Ellen Moons, tel. 700 1903.

Uppgift 1. (30 p)

a) Elasticitetsmodulen är en materialkonstant som anger hur ett material beter sig vid en belastning. Elasticitetsmodulen kan uttryckas

$$E = \frac{F}{A} \cdot \frac{L_0}{\Delta L}$$

Vad har elasticitetsmodul för dimension? (10p)

b) Perioden för en konisk pendel ges av uttrycket

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l \cdot \cos \theta}{g}}$$

Kontrollera sambandets giltighet genom en dimensionsanalys. (10p)

c)

Anta att du och dina vänner skall på campingsemester med er nya husvagn. Det blåser och du oroar dig för de krafter som vinden kan utöva på husvagnen. Du vill därför försäkra dig om att det trots stormvarning är säkert att ge dig iväg. Du är övertygad om att kraften på vagnen måste bero på vindhastigheten och husvagnens area. Du gissar att kraften (F) är en funktion av vindhastigheten (v), arean (A) och luftens densitet (ρ), enligt sambandet $F = k \cdot A^a \cdot v^b \cdot \rho^c$, där a , b och c är okända exponenter.

Vi antar att k är en dimensionslös konstant.

Bestäm exponenterna genom dimensionsanalys, och skriv det slutgiltiga sambandet. (I den här uppgiften behöver du inte bestämma konstanten k)

Uppgift 2. (20p)

En fjäder belastas med en massa och massan sätts i svängning. I ett experiment mäter en grupp studenter massans läge (y) och hastighet (v) som funktion av tiden (t). I ett senare skede användes mätvärdena för att beräkna systemets totala energi (W) för varje tidspunkt t (se värden i Tabell 1).

Tabell 1: Mätvärden för den totala energin som funktion av tid för en dämpad svängning.

t (s)	W (J)
0,00	0,559
0,51	0,478
0,94	0,442
1,37	0,383
2,22	0,302
3,07	0,245
3,91	0,193
4,75	0,168
5,58	0,134
6,41	0,103
7,25	0,084
8,08	0,069
8,91	0,054
9,75	0,044

Energien för en dämpad svängning avtar exponentiellt med tiden, enligt

$W = W_0 \cdot e^{-\gamma t}$, där γ är dämpningskonstanten och W_0 är energin vid $t = 0$.

Bestäm värdet på systemets dämpningskonstant grafiskt genom linjarisering och avrundad till 2 decimaler. Ange enheten.

Uppgift 3. (50p)

En spruta är fylld med en vätska vars viskositet är $1,5 \times 10^{-3}$ Pa s. Viskositet, η , är en egenskap hos vätskor och gaser som betecknar deras "tjockhet" eller interna motstånd mot flöden och uttrycks i enheten Pa s (Pascal gånger sekund). (Pascal är en enhet för tryck.)

Volymflödes hastigheten, ϕ (transporterad volym vätska per tidsenhet genom sprutans nål) beror på tryckskillnaden över nålen ($p_1 - p_2$), nålens längd (L), nålens innerdiameter (D), och vätskans viskositet, η .

Antag potenssamband med dimensionslös konstant k .

Uppgiften går ut på att söka ett uttryck för ϕ som funktion av tryckskillnaden $p_1 - p_2$, nålens längd L , nålens radie, R (som är $D/2$), samt vätskans viskositet η . Följ de 5 delstegen (a-e) nedan.

- Bestäm ansats och delansatserna. (6p)
- Bestäm genom enhetsanalys eller dimensionsanalys (fritt val) hur volymflödes hastigheten beror på viskositet, med andra ord bestäm exponenten för viskositet. (15p)
- Bestäm sedan exponenterna för de övriga variablerna grafiskt genom att utföra linjarisering med hjälp av de experimentella mätvärdena i tabeller 2, 3 och 4. (15p)
- Bestäm värdet på den dimensionslösa konstanten på ett noggrant sätt. Försäkra dig att ditt valda arbetssätt ger ett tillräckligt noggrant resultat genom att kontrollera resultatet du tagit fram med ett alternativt arbetssätt. Avrunda värdet till tre decimaler. (10p)
- Skriv ner det slutliga sambandet. (4p)

Tabell 2: Mätvärden för flödes hastighet och tryckskillnad, för en nål med diameter $D=0,8$ mm och längd $L=25$ mm.

$p_1 - p_2$ (Pa)	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000	3200
ϕ (ml/s)	0,32	0,38	0,43	0,48	0,54	0,59	0,64	0,70	0,75	0,80	0,86

Tabell 3: Mätvärden för flödes hastighet och nåldiameter, för nålar med längd $L=25$ mm och en tryckskillnad av 2000 Pa över nålen.

D (mm)	0,2	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0
ϕ (ml/s)	0,002	0,034	0,540	2,700	8,600	20,900

Tabell 4: Mätvärden för flödes hastighet och nållängd, för nålar med diameter $D=2$ mm och en tryckskillnad av 1000 Pa över nålen.

L (mm)	25	35	40	50	100	200	300	400
ϕ (ml/s)	10,50	7,50	6,50	5,20	2,60	1,30	0,90	0,70

Formelsamling

Översättning enheter:

$$1N = 1 \frac{kg \cdot m}{s^2}$$

$$1W = 1 \frac{J}{s} = 1 \frac{N \cdot m}{s}$$

$$1Hz = \frac{1}{s}$$

$$1Pa = 1 \frac{N}{m^2}$$