

# Mekanik FMEA30

## Project

### Vibration Damping

# Projektarbete

## INDELNING I PROJEKTGRUPPER

Varje **Projektgrupp** skall bestå av **en** eller **två studenter**. Indelningen i grupper genomförs under **Läsvecka 6**. Listor kommer att finnas tillgängliga på föreläsningarna och på Pers kontor.

## DATORLABORATIONEN (Tisdag 3 mars, se nedan!)

Laborationen skall ge grundläggande kunskaper och färdigheter i simuleringsprogrammet ADAMS. Följande uppgifter skall göras:

*-Förberedelseuppgifter i Laborationshandledningen.*

*-Exercise 1 and 2 i Lab-handledningen genomförs med hjälp av ADAMS vid Lab-tillfället.*

*-Redovisning av utfört arbete: Förberedelseuppgifter och Exercise 1 and 2 (OBS! Detta sker till handledare under laborationen). Om man inte hinner redovisa vid laborationstillfället så kan man redovisa senare under projekt-veckan, t ex vid helpdesk-tillfällena.*

Laborationshandledningen **"A Short Introduction to ADAMS for Mechanical Engineers"** kan hämtas på mekaniks kurshemsida [www.mek.lth.se](http://www.mek.lth.se). Vid laborationen samarbetar två studenter vid samma dator. Dessa studenter utgör lämpligtvis den **Projektgrupp** som definierats enligt ovan.

Laborationen genomförs i två grupper:

Laborationsgrupp A (**I1:01-07.**): Tis 3/3, 13-15, M: Emma 1-5

Laborationsgrupp B (**I1:08-14**): Tis 3/3, 10-12, M: Emma 1-5

## PROJEKT: VIBRATIONSDÄMPNING

Genomförs med hjälp av datorprogrammet ADAMS och skall ge kunskaper om dynamisk vibrationsdämpning och vissa färdigheter i att använda ett modernt programverktyg för mekaniksimuleringar. En projektspecifikation "**Project: Vibration Damping**" kan hämtas på mekaniks kurshemsida [www.mek.lth.se](http://www.mek.lth.se).

## RAPPORTERING

Projektet redovisas i en skriftlig rapport. Anvisningar för rapport-skrivning finns i projektspecifikationen. **Sista inlämningsdag för Projektrapport:** Måndagen 16 mars 2020. Rapporterna lämnas i brevfack på avdelningen för mekanik.

**GODKÄNNANDE** av projektet.

Godkännande av projektrapport: Måndagen den 23 mars, kommer en lista på **godkända Projektrapporter** att anslås. Är rapporten inte godkänd ska den snarast kompletteras enligt lärarens anvisningar. Rapporterna kommer att kunna hämtas ut hos Per, avdelningen för Mekanik. **Sista datum** för inlämning av korrigerad rapport är den 30 mars 2020. **Bifoga den gamla rapporten** (med lärarens kommentarer) när den korrigerade versionen lämnas in.

**Observera!** Ett **absolut sista datum** då projektredovisningen skall vara godkänd är den **3 april 2020**. Är projektredovisningen inte godkänd före detta datum är hela projektuppgiften underkänd och måste utföras på nytt vid nästa kurstillfälle.

## HELPDESK

Laborationsgrupp A: Ons 4/3, 8-10, M: Emma 1-5, Fre 6/3, 10-12, M: Emma 1-5

Laborationsgrupp B : Ons 4/3, 13-15, M: Emma 1-5, Tors 5/3, 10-12, M: Emma 1-5

# Schema Läsvecka 7

## V10. Datorlaboration

	Må 2/3	Ti 3/3	On 4/3	To 5/3	Fre 6/3
8-10			Grupp A		
10-12	Dugga	Grupp B		Grupp B	Grupp A
13-15	Adams föreläsning	Grupp A	Grupp B		
15-17					

# Projektgrupper

Datorlaboration/Projekt i Mekanik  
Mekanik-Dynamik för I (FMEA10) 2020

A. Laborationsgrupp **I1:01-07.**

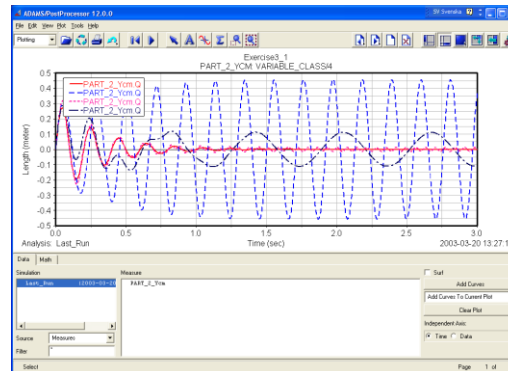
(Tisdag 3/3, 13-15, M:Emma 1-5)

Grupp	Namn 1	Namn 2	Prep. task	Datorlab Exercise 1	Datorlab Exercise 2	Projekt
A1						
A2						
A3						
A4						
A5						
A6						
A7						
A8						
A9						
A10						
A11						
A12						
A13						
A14						
A15						

# Lab-handledning

A. AHADI, P. LIDSTRÖM, K. NILSSON

## A SHORT INTRODUCTION TO ADAMS FOR MECHANICAL ENGINEERS



DIVISION OF MECHANICS

DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING

LUND INSTITUTE OF TECHNOLOGY

2015

Länk

# Förberedelseuppgifter

## Preparation tasks to Exercise 1:

- Draw a free body diagram of the pendulum in Figure 1.1.
- Introduce a polar coordinate system.
- Formulate the equations of motion for the mathematical pendulum.
- Formulate the differential equation governing the harmonic oscillation from the equation of motion in the direction of increasing  $\theta$ . Use the approximation  $\sin \theta \approx \theta$  for small  $\theta$ .
- Without solving the differential equation, determine the angular frequency  $\omega$  and the oscillation period time  $T$ . How does the period time  $T$  depend on the length  $L$  of the pendulum string and the mass  $m$ ?

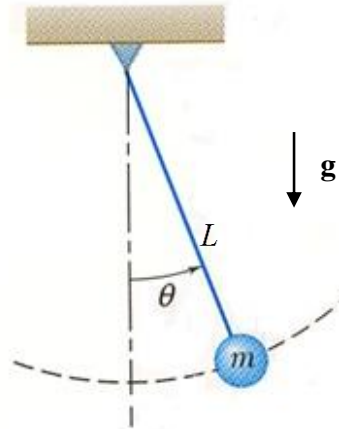
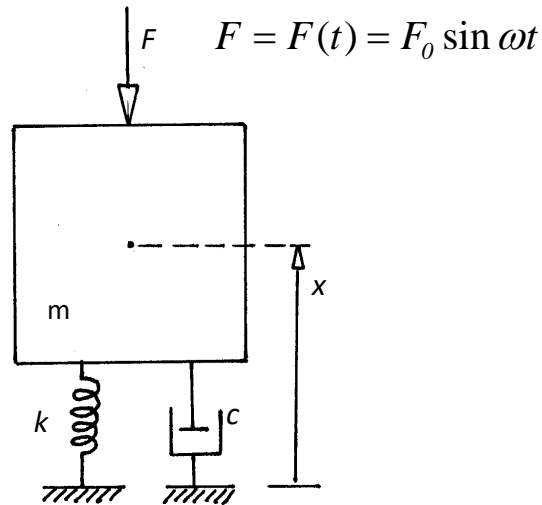


Figure 1.1 The mathematical pendulum

# Förberedelseuppgifter



## PREPARATION

### Preparation Tasks to Exercise 2:

With the following data:  $m = 1000\text{kg}$ ,  $k = 1.0 \cdot 10^6\text{N/m}$ ,  $c = 6500\text{Ns/m}$  and  $F_0 = 100000\text{N}$ ,  $\omega = 30\text{rad/s}$ .

- Draw a free body diagram of the mechanical system.
- Derive the equation of motion in the vertical direction.
- Find the damping ratio  $\zeta$  and the damped natural frequency  $\omega_d$  for the free vibrations of the system ( $F_0 = 0$ ). Consult chapter 7/4 in "Partikeldynamik" (and the Lecture Notes).
- Find the amplitude of steady-state forced vibrations of the system. Consult chapter 7/5 "Partikeldynamik" (and the Lecture Notes).



# Datorlab, Exercise 1

## COMPUTER EXERCISE

In this exercise, you will build a pendulum consisting of a bar with mass  $m_b$  and a sphere with mass  $m_s$ . Simulations with different materials (steel and wood) will be performed as well as simulations using different lengths of the bar. Damping (or friction) in the oscillation will be introduced. The following questions will be answered.

1. What is the period time  $T$  for the following combinations of  $m_b$ ,  $m_s$  and  $L$ ?

	$m_b$ (material)	$m_s$ (material)	$L$
a	0	steel	0.25m
b	0	steel	1.0m
c	0	wood	1.0m
d	wood	wood	1.0m
e	steel	wood	1.0m
f	steel	steel	1.0m

- Do the theoretical period times  $T$ , calculated in the preparations agree with the simulation results arrived at in a)-c)?
- How does the length  $L$  of the bar affect the period time in the simulations?
- What effect has a change of the mass  $m$  on the period time in the simulations?
- Try to explain differences and similarities in the results d)-f). Is the *mathematical pendulum* a good model for the pendulums in a)-c)? What about the pendulums d)-f)?
- For case f) add damping to the simulation model. What is the effect of damping on the period time and the amplitude of the motion?

# Datorlab, Exercise 2

## COMPUTER EXERCISE

A simple mass-spring-damper system according to Figure 2.1 is to be simulated. The system consists of a rigid body with the possibility of a translational motion in the vertical direction. The body is connected by a spring-damper system to the foundation. This is modelled by using a linear spring and linear viscous damper. The system is given the following data:  $m = 1000\text{kg}$ ,  $k = 1.0 \cdot 10^6\text{N/m}$ ,  $c = 6500\text{Ns/m}$  and  $F_0 = 1 \cdot 10^5\text{N}$ , which are the same as those given in the preparations ( $F_0 = 0$ ).

Initially, the system is given an **initial translational velocity** and no outer force is applied to the system. We will answer the following questions.

- What is the frequency of the simulated free damped vibration? Calculate it by using the ADAMS plot of the motion!
- What is the *damping ratio*  $\zeta$  of this vibration? Calculate it by using the ADAMS plot of the motion and the so-called *logarithmic decrement* (see “DYNAMICS”, chapter 8/2 and the Lecture Notes)!

Furthermore a **constant force** applied in the translational direction then replaces the initial velocity.

- What is the frequency of the simulated vibration?
- What is the final displacement of the body?

Finally, the system will be subjected to an external **harmonic force**  $F(t) = F_0 \sin \omega t$ , with  $\omega = 10\text{rad/s}$ .

- What is the frequency of the forced damped vibration?
- What is the amplitude of this vibration?

The external force  $F$  is then changed so that  $\omega = 10\text{rad/s}$  is replaced by  $\omega = 30\text{rad/s}$ .

- What happens to the amplitude? Explain the reason for this behaviour.
- What is the frequency of the forced damped vibration?

Another change from  $\omega = 30\text{rad/s}$  to  $\omega = 90\text{rad/s}$  is performed.

- What happens to the amplitude? Explain the reason for this behaviour.
- What is the frequency of the forced damped vibration?

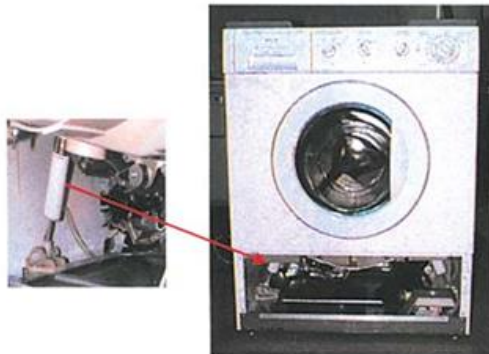
# Projektspecifikation

Mekanik - Dynamik för M (FMEA30) 2016

## Project: Vibration Damping

Project team: \_\_\_\_\_

Name:	Personal id-number:

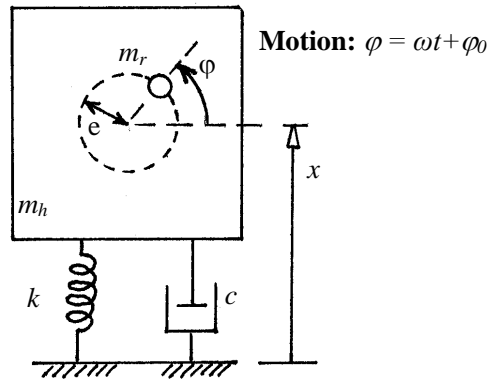


Mekanik  
www.mek.lth.se

[Länk](#)

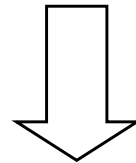
# Projektuppgift

The undamped machine

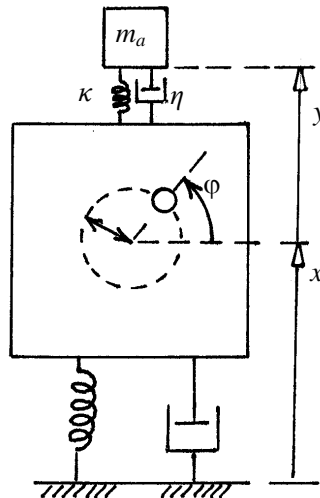


Givet en maskin med inre roterande massa

$$\varphi = \varphi(t) = \omega t + \varphi_0$$



The damped machine



Bestäm  $m_a, \kappa, \eta$  så att rörelsen

$$x = x(t)$$

blir så liten som möjligt

# Rapport

## Appendix 3: Anvisningar för skriftlig rapport

Rapport ska skrivas på ett sådant sätt att en kurskamrat som inte har utfört samma projektuppgift har möjlighet att sätta sig in i frågeställningen, utförandet och resultatet för att därefter själv kunna bilda sig en uppfattning om projektuppgiftens resultat. Rapporten kan skrivas på svenska eller engelska. Den skriftliga rapporten ska granskas av en lärare vid avdelningen för Mekanik. För att underlätta diskussion av rapporten ska *både ekvationerna och sidorna numreras*.

Följande **rubriker skall** ingå i rapporten:

1. The motion of the un-damped machine.
2. The motion of the damped machine.
3. The optimal design.
4. Conclusions and discussion.

Utfomningen av rapporten i detalj bestäms av projektgruppen men där skall ingå

### **Problembeskrivning**

Beskrivning av vad uppgiften gick ut på.

### **Metod**

Beskriv kortfattat vilka hjälpmedel som använts vid analysen. Vilka antaganden och vilka approximationer har gjorts? Vilken teori har använts?

### **Utförande**

Berätta hur undersökningen har genomförts. Organisera eventuellt resultatet i tabellform. Diagram ritas med hjälp av dator. Varje diagram ska numreras och förses med beskrivande text. Diagram placeras sist i redogörelsen och refereras till med hjälp av diagramnumret. Inga icke refererade diagram får infogas i rapporten.

### **Resultat**

Ange vilka resultat som erhöles i form av beräknade värden och kvalitativa resultat. Resultatpresentation i form av tabeller och diagram. Resultaten kan inordnas under respektive rubrik enligt ovan.

### **Diskussion**

Stämmer resultatet med den teori som har antagits? Hur kan eventuella avvikelser förklaras? Finns det skäl att tro att den verkliga problemställningen inte är så idealiserad som teorin förutsätter?