

Eksamenstermin: December 2021 ordinær eksamen

Prøve i: M3DYN1/MH3DYN1

Dato: 20.12.2021

Varighed: 09:00 – 13:00 - 4 TIMER (forlænget 14:00)

Underviser: Martin Heide Jørgensen/Morten Fogtmann Kristiansen/Peter Frank Tehrani

Praktiske informationer

Digital eksamen:

Opgaven tilgås og afleveres gennem den digitale eksamensportal.

Håndskrevne dele af opgavebesvarelsen skal digitaliseres og afleveres i den digitale eksamensportal. **Opgavebesvarelsen skal afleveres i PDF-format.**

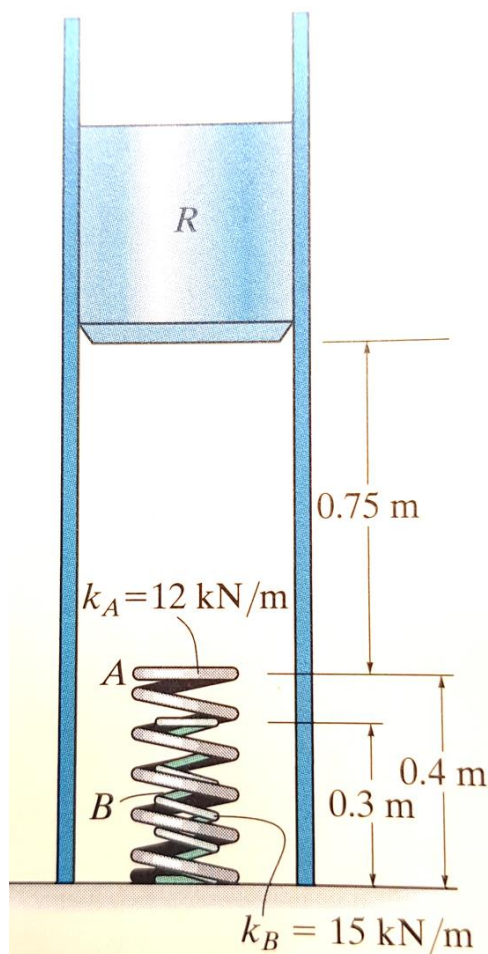
Husk at uploade og aflevere i Digital eksamen til tiden. Du vil modtage en elektronisk afleveringskvittering, straks du har afleveret.

Husk at aflevere til tiden, da der ellers skal indsendes dispensationsansøgning.

Husk angivelse af navn og studienummer på alle sider samt i dokumenttitel/filnavn.

Alle hjælpemidler må benyttes, herunder internettet som opslagsværktøj, men det er **IKKE** tilladt at kommunikere med andre.

Særlige bemærkninger: Det er kun muligt at aflevere elektronisk via Digital Eksamen portalen.

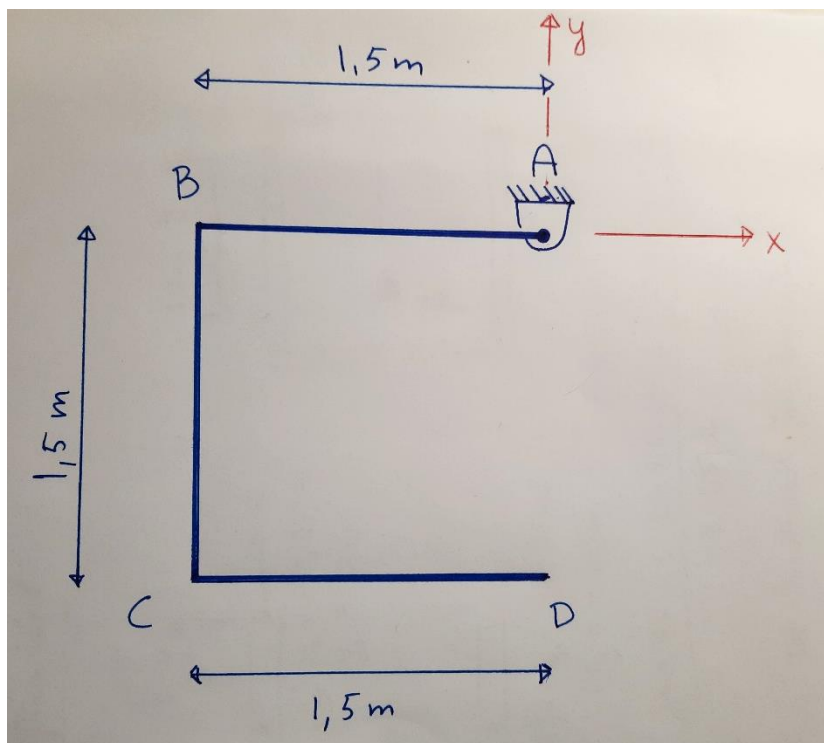
Opgave 1 (35 %)

Figur 1

Figur 1 viser et lod med massen, $m_L = 100$ kg. Loddet frigøres fra hvile i den viste position. Loddets bevægelse foregår i det viste plan. Loddet falder friktionsfrit til det først kommer i kontakt med fjeder A, og dernæst også i kontakt med fjeder B. Fjedrenes udeformede længder fremgår af figuren. Stivheden for fjeder A er $k_A = 12$ kN/m, og for fjeder B $k_B = 15$ kN/m. Tyngdeaccelerationen sættes til $g = 9,81$ m/s².

Følgende ønskes beregnet:

- Tiden fra loddet frigøres til det opnår kontakt med fjeder A
- Loddets hastighed ved kontakt med fjeder A
- Loddets kinetiske energi, når loddet opnår kontakt med fjeder A
- Loddets bevægelsesmængde (linear momentum) når loddet opnår kontakt med fjeder A
- Den maksimale sammentrykning af fjeder A, når loddet igen kommer i hvile

Opgave 2 (35 %)

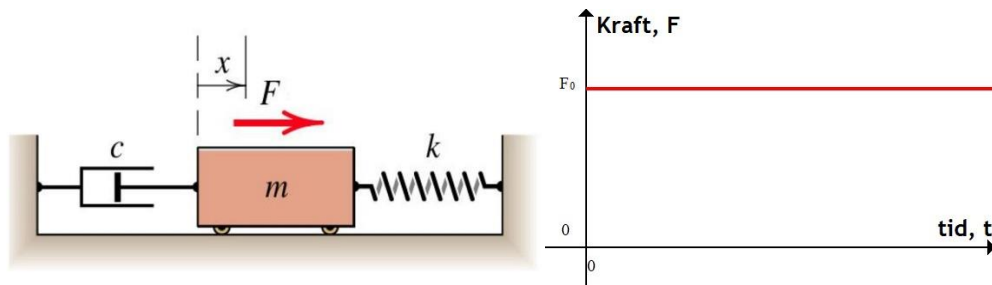
Figur 2

Figur 2 viser en stiv plan ramme ABCD, der kan rotere om A i det lodrette x-y plan. Rammen er hængslet friktionsfrit i punkt A. Rammens elementer betragtes som slanke, med en masse per løbende meter på 2 kg/m. Rammen frigøres fra hvile i den viste position. Antag at tyngdeaccelerationen, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ i den negative y-retning.

Følgende ønskes beregnet i den viste position:

- Rammens masse
- Tyngdepunktets position, samt en skitse som illustrerer tyngdepunktets placering
- Masseinertimomentet om A
- Frit legeme diagram og kinetisk diagram
- Vinkelaccelerationen
- Tyngdepunktets acceleration i x- og y-retningerne, samt en skitse som illustrerer de to accelerationer
- Reaktionerne A_x og A_y

Opgave 3 (30 %)



Figur 3

I lodret plan viser figur 3 en partikel med massen m , som kan bevæge sig friktionsfrit på underlaget. Partiklen påvirkes af kræfter fra en viskos dæmper med dæmpningskonstanten c , og en lineær elastisk fjeder med fjederkonstanten k , samt kraften F . Kraften F påføres pludseligt til tiden $t = 0$ og er herefter konstant $F = F_0$ som vist i figuren. Forskydningen x og hastigheden af partiklen er begge nul til tiden $t = 0$.

Data:

$$c = 10 \text{ Ns/m}$$

$$k = 20 \text{ N/m}$$

$$m = 10 \text{ kg}$$

$$F_0 = 100 \text{ N}$$

Følgende ønskes beregnet:

- Den normerede bevægelsesligning, ligningen ønskes opskrevet symbolsk
- Egenfrekvensen ω_n
- Dæmpningsforholdet ζ og afgør typen af dæmpning (overdæmpet, kritisk dæmpet eller underdæmpet)
- Den dæmpede egenfrekvens ω_d
- Vis at $x_p(t) = F_0/k$ er en partikulær løsning til bevægelsesligningen
- Forskydningen $x(t)$
(Hint: anvend ligning (8/11) i lærebogen for bestemmelse af den fuldstændige løsning til den homogene bevægelsesligning)
- Plot forskydningen $x(t)$ for $0 \leq t \leq 10$ s. I samme plot ønskes den statiske forskydning F_0/k indtegnet