

Utsatt eksamen THP203 2023-24

Seksjon 1 – Fysikk (70 poeng)

Obs: I denne seksjonen finnes det 7 oppgaver på både norsk og engelsk.

Oppgave 1

En utøver med masse 75kg gjør en pull-up øvelse med konstant muskelkraft på 1600 N. Under oppover fasen av pull-upen beveges kroppens tyngdepunkt 35 centimeter vertikalt, og det genereres en effekt på 1400 W.

- a) Hvor stort arbeid utførte utøveren?

(2 poeng)

$$\text{Arbeid} = F \cdot d = 1600 \cdot 0,35 = 560 \text{ J}$$

- b) Hvor stort arbeid utførte gravitasjon?

(2 poeng)

$$\text{Arbeid} = F \cdot d = 75 \cdot -9,81 \cdot 0,35 = -22,82 \text{ J}$$

- c) Hvor lang tid tok oppover fasen av pull-upen?

(4 poeng)

$$\text{Effekt} = \text{arbeid} / \text{tid}$$

$$1400 = 560/\text{tid}$$

$$\text{tid} = 560/1400 = 0,4 \text{ sekunder}$$

Oppgave 2

En gymnast hopper med en vertikal utgangshastighet på $5,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ og roterer deretter i luften med en vinkelhastighet på 168 grader per sekund med et treghetsmoment på $4,1 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$.

- a) Hvor stor er vinkelhastigheten i radianer per sekund?

(2 poeng)

$$\text{Pi rad} = 180 \text{ grader}$$

$$\text{Pi}/180 = 1 \text{ grader}$$

$$\text{Pi}/180 \cdot 168 = 2,93 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$$

- b) Hvor stor er spinnet?

(2 poeng)

$$H = I\omega$$

$$H = 2,93 \cdot 5,4 = 15,82 \text{ kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$$

- c) Hvor lang tid var gymnasten i luften?

(4 poeng)

$$v = u + at$$

$$0 = 5,4 - 9,81 t$$

$$t = 0,5505 \text{ s til maksimum høyde}$$

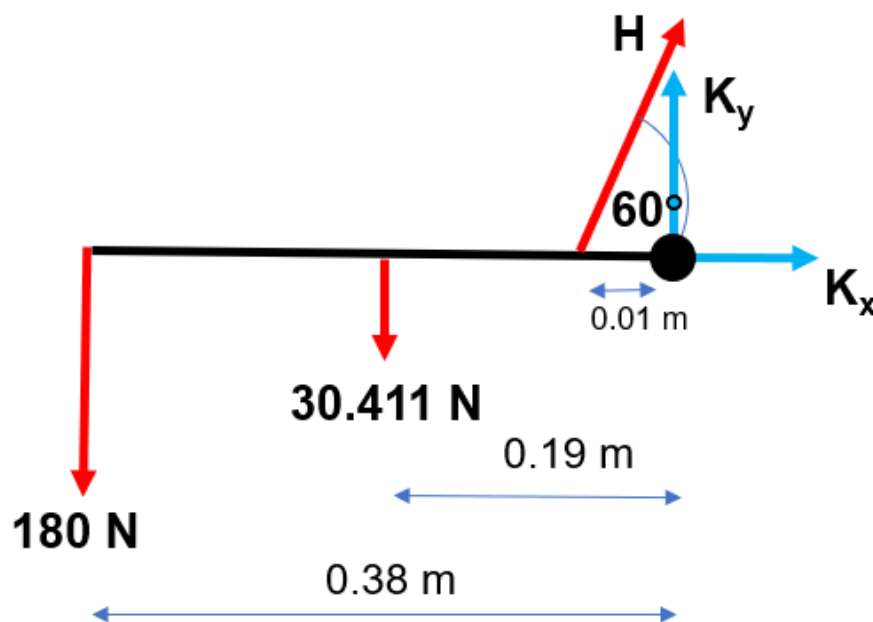
$$t = 1,10 \text{ s i luften}$$

Oppgave 3

En utøver holder kneet flektert mens en ytre kraft på 180 N virker nedover med en avstand på 0,38 meter fra knefleksjonsaksen (Se Figuren). Kneet støttes mot en kasse. Leggen holdes horisontal med kontraksjon av hamstringsmuskulaturen. Leggens masse er 3,1 kg og massesenteret er 0,19 meter fra knefleksjonsaksen. Muskelkraft (H) fra hamstrings virker med en vinkel på 60 grader i forhold til horisontalen, og med avstand 0,01m distalt fra knefleksjonsaksen.

a) Hvor stor kraft utvikler hamstrings for å holde denne stillingen?

(10 poeng)



$$\Sigma T = 0$$

$$\Sigma T = (-180 \cdot -0,38) + (-30,411 \cdot -0,19) + (H \cdot \sin(60) \cdot -0,01) = 0$$

$$74,178 = H \cdot \sin(60) \cdot 0,01$$

$$H = 8565,35 \text{ N (8565,348 N når brukes videre)}$$

b) Hvor stor er kreftene i kneleddet, og hvilken retning har de?

(8 poeng)

$$\Sigma F = 0$$

$$\Sigma F_Y = -180 - 30,411 + H \cdot \sin(60) + K_Y = 0$$

$$K_Y = -7207,40 \text{ N nedover}$$

$$\Sigma F_X = H \cdot \cos(60) + K_X = 0$$

$$K_X = -4282,67 \text{ N til venstre}$$

Oppgave 4

En stavhopper med masse 58 kg når maksimal høyde på 6,2 meter (etter staven ble sluppet). Utgangshastigheten var $6,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Hvor stor fjæreenergi har stavhopperen i hoppets utgangspunkt?

(12 poeng)

$$E_{\text{totalt}} = E_{\text{strain}} + E_{\text{potential}} + E_{\text{kinetic}}$$

$$E_{\text{totalt at maximum height}} = E_{\text{potential}} = mgh = 58 \cdot 9,81 \cdot 6,2 = 3527.676 \text{ J}$$

$$E_{\text{totalt at take-off}} = E_{\text{strain}} + E_{\text{kinetic}}$$

$$E_{\text{kinetic}} = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 58 \cdot 6,5^2 = 1225,25 \text{ J}$$

$$3527.676 = E_{\text{strain}} + 1225,25$$

$$E_{\text{strain}} = 2302,43 \text{ J}$$

Oppgave 5

En ball blir sparket med vinkel på 36 grader i forhold til horisontalen. Den vertikale hastigheten til ballen er $5,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Ballen lander på bakken i samme høyde som den ble sparket fra.

- a) Hvor stor var den horisontale hastigheten?

(2 poeng)

$$\tan(\theta) = \text{vertikal hastighet} / \text{horis hastighet}$$

$$\tan(36) = \text{vertikal hastighet} / 5,4$$

$$\text{vertikal hastighet} = 5,4 \cdot \tan(36) = 41,853 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

- b) Hvor høyt beveget ballen seg?

(4 poeng)

$$v^2 = u^2 + 2as$$

$$0 = 5,4^2 + 2 \cdot (-9,81)s$$

$$19,62 \text{ s} = 29,16$$

$$s = 1,49 \text{ m}$$

- c) Ballen ble sparket med en kraft på 1050 N, og har en masse 0,45 kg. Hvor stor var akselerasjonen til ballen?

(2 poeng)

$$F = ma$$

$$1050 = 0,45a$$

$$a = 2333,33 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$$

Oppgave 6

En sleggekaster roterer i 2,0 sekunder og slipper sleggen med lineær hastighet på $10,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Avstanden mellom sleggen og rotasjonsaksen er 1,7 meter.

- a) Hvor stor var vinkelhastigheten til sleggekasteren da sleggen ble sluppet?
(4 poeng)

$$v = r\omega$$

$$10,2 = 1,7 \cdot \omega$$

$$\omega = 6 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$$

- b) Hvis vinkelhastigheten i starten var $0 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$, hvor stor var den gjennomsnittlige vinkelakselerasjonen til sleggekasteren under kastet?

(3 poeng)

$$\text{akselerasjon} = \Delta \omega / \text{tid}$$

$$\alpha = 6/2 = 3,0 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-2}$$

Oppgave 7

En squash utøver med masse 69 kg utvikler en konstant kraft som er lik kroppsvekten mot underlaget mens hen spiller en retur. Friksjonskraften er 500,9 N.

- a) Hvor stor var friksjonskoeffisienten?

(3 poeng)

$$\begin{aligned}F_F &= \mu R \\500,9 &= \mu(69 \cdot 9,81) \\ \mu &= 0,74\end{aligned}$$

- b) Den samme utøveren gjennomfører en countermovement jump (motbevegelseshopp) under testing. Hen genererer en total impuls på 187 Ns under «take-off» fasen. Hvor stor var utgangshastigheten?

(4 poeng)

$$\begin{aligned}F_t &= m(v_f - v_i) \\187 &= 69 (v_f - 0) \\v_f &= 2,71 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}\end{aligned}$$

- c) Utøveren lander etter hoppet med en kraft på 3210 N. Hvor stor var denne kraften uttrykt som enheter kroppsvekt?

(2 points)

$$\begin{aligned}F &= ma \\ \text{Kroppsvekt} &= 69 \cdot 9,81 = 676,89 \text{ N} \\ 3210 \text{ N uttrykt som enheter kroppsvekt} &= 3210 / 676,89 = 4,74 \text{ kroppsvekt}\end{aligned}$$

Seksjon 2 – Vevismekanikk (20 poeng)

Generelt

- Definer stivhet.
- Hva er de 3 konstituerende delene av kraft-forlengelsesforholdet for et visko-elastisk materiale?
- Hvilken del bør brukes for å måle stivhet? Hvorfor kan de 2 andre delene ikke brukes?

(3 poeng)

The definitions were given in the first slides of the course. Stiffness is a mechanical property defining the material resistance to deformation when a force is applied. Toe region, linear region and plastic region. The linear region is the only that can be used because it reflects the true and non-permanent deformation of the material.

Bein

Nevn og forklar 5 av de 8 faktorene som påvirker bein mekaniske egenskaper.

(5 poeng)

Material composition, load type, bone location, load orientation, loading rate, sex, age, structural properties. Five of these factors should be mentioned with one sentence or two to explain why they are important (this information is found on diverse slides in the course).

Med eksemplet på gluteus medius (festet til trochanter major), forklar hvordan sterke, aktive muskler kan redusere risikoen for beinbrudd.

(3 poeng)

The example was given in the course, in a slide titled “compressive load”. The contraction of gluteus medius reduces the tensile stress on one side of the greater trochanter, while increasing compressive stress on the opposite side, which is better handled by bone structures.

Sene

Hvordan kan man måle stivheten i patellar-senen med ultralyd og en dynamometer?

(3 poeng)

The subject performs an isometric contraction on a dynamometer to estimate force. Ultrasound is used to record and measure the deformation of the tendon. The two outcome measures are combined to calculate stiffness.

Hvordan vurdere senematerialets egenskaper?

(2 poeng)

The length and the mean cross-sectional area should be measured to compute stress and strain, from which the Young's modulus can be calculated.

Muskel

En studie har som mål å måle effekten av en treningsintervensjon på quadriceps maksimal kraft. Maksimale kneekstensjonsmoment, maksimale knefleksjonsmoment, kne (intern) momentarm og elektromyografi aktivitet til hamstringsmusklene samles inn. Forklar hvordan disse dataene brukes til å estimere quadriceps kraft.

(4 poeng)

The different steps to estimate muscle force from torque are explained in various slides of the course. Briefly, the candidate should be able to explain that the agonist torque can be estimated from EMG data and torque data from the antagonist muscles, and that force is obtained from the ratio of torque by the internal moment arm.

Seksjon 3 – Anvendt biomekanikk (10 poeng)

1. Teknikk og analyse

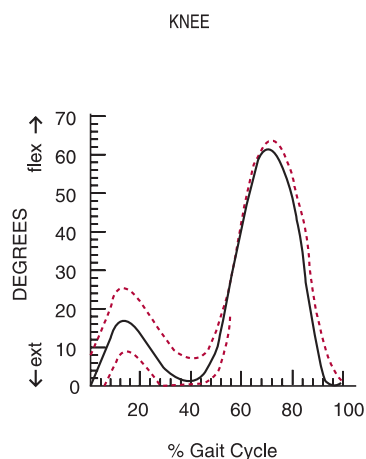


- a) En tennisserve er komplisert og sammensatt (bildesekvens ovenfor). Hvordan ville du gått frem for å analysere og beskrive en slik teknikk (begrunn svaret)?

(2 poeng)

For å kunne gi en beskrivelse av hva som skjer i de ulike leddene og regionene er lurt å dele bevegelsen inn i faser. Kriterier for å dele inn i faser kan være basert på eksempelvis kinematikk, kinetikk, posisjon og hastighet. I en tennis serve kan man dele den inn i tre eller flere faser. De tre enkleste fasene er preparation, acceleration og follow-through. Eksempel på konkret inndeling er preparation som finner sted fra første bevegelse til full utoverroasjon av skulder til den overekstremiteten som server (høyre). Her vil definisjoner av andre faser også kunne brukes. Dersom man ikke deler inn i faser vil det være vanskelig å beskrive, kommunisere hva som skjer med trener, utøver etc.

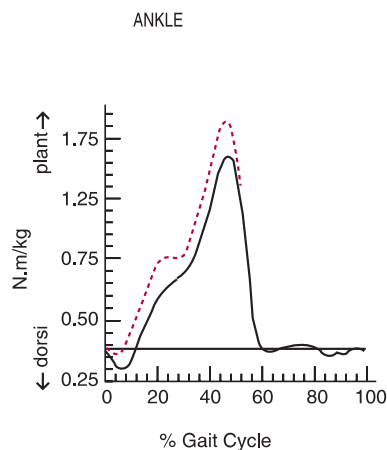
2. Gange og løp



- a) Figuren ovenfor viser posisjon i kneleddet gjennom en gangesyklus (100%). Hvilken bevegelse og i hvilken posisjon er kneleddet i fra 40 til ca. 70% av gangesyklusen?

(2 poeng)

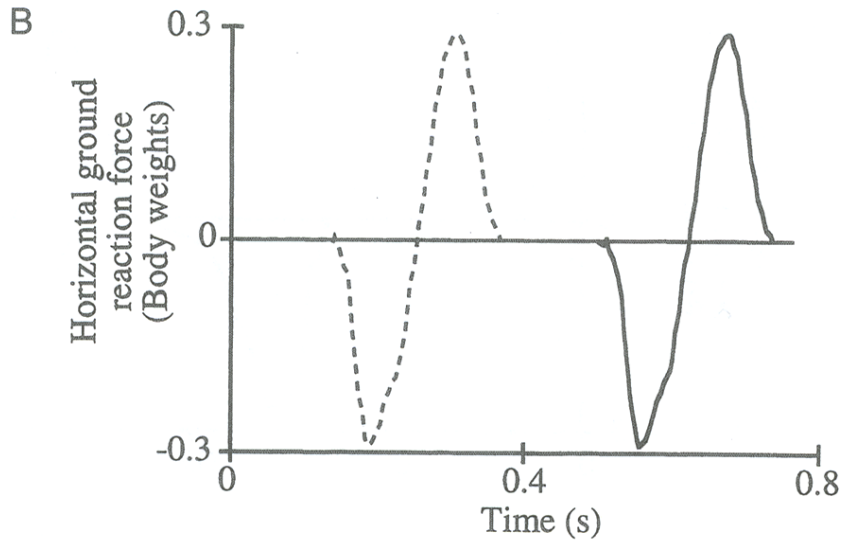
Ved 40% er kneleddet strekt ut og nesten nøytralt (dvs 0 grader). Fra 40 til 70% vil kneleddet gå gjennom en fleksjon i en flektert stilling.



- b) Figuren ovenfor viser det indre leddmomentet over ankelleddet gjennom en gangesyklus (100%). Hvilke leddmoment har vi fra 0 til ca 10% og fra ca 10 til ca. 45% av gangesyklusen?

(2 poeng)

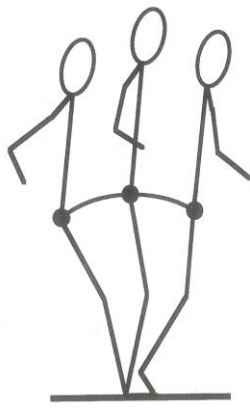
Fra 0 til 10% vil det være et indre dorifleksjonsmoment siden verdiene er under 0. I det man nærmer seg 10% av belastningsfasen er det indre momentet avtagende for så å krysse 0-linjen for så å bli et indre plantarfleksjonsmoment fra ca 10 til ca 45% av belastningsfasen, hvor det også har sin største verdi.



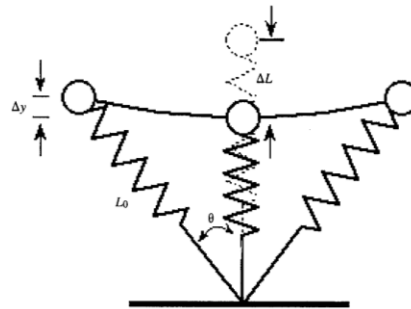
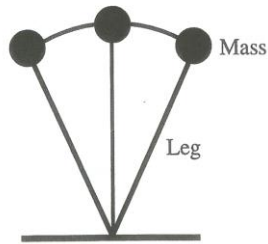
- c) Figuren ovenfor viser horisontalkraften i et løpesteg. Positiv retning på kraften er i løpsretningen forover. Den stiplete grafen viser ett steg, mens den heltrukne grafen viser påfølgende steg. Hvordan vil du tolke denne grafen og hvilke vurderinger gjør du deg med tanke på hastigheten til utøveren?

(2 poeng)

For begge stegene ser man at det er en negativ kraft som virker over en viss tid på utøveren i den første del av steget. Størrelsesorden og tiden denne kraften virker gir et negativt impuls (arealet under kurven). Man kan kalle dette et bremsende impuls. Når kraften skifter retning og blir positiv og den vil også virke en viss tid. Dette gir et positivt impuls (arealet under kurven). Man kan kalle dette et akselerasjons impuls. Dersom arealet av disse er like, og vi ser bort fra luftmotstand som er den eneste andre horisontale kraften som eventuelt virker på utøveren kan vi anta at han/hun løper med konstant fart.



Invertert pendel



masse-fjær

- d) Figurene ovenfor viser invertert pendel og masse-fjær modellene som brukes for å beskrive hvordan mennesker forflytter på to bein. Hvorfor bruker man to og ikke en modell? (begrunn svaret)

(2 poeng)

I gange er det en utveksling av potensiell og kinetisk energi. Ved isett/heel strike er massesenteret på sitt laveste, mens det er på sitt høyeste i den midtre delen av belastningsfasen. Ved isett observerer man størst kinetisk og lavest potensiell energi, mens i den midtre delen av belastningsfasen er det motsatt med størst potensiell og minst kinetisk energi. Det vil si at potensiell og kinetisk energi er ute av fase, og det er utveksling mellom dem. Vertikalt ser man derfor at det er en bevaring av 70% av den mekaniske energien fra steg til steg. Dette har den konsekvensen at man kan gjøre et mindre mekanisk arbeid som igjen fører med seg et mindre fysiologisk arbeid med tanke på vertikal forflytning av massesenteret. Ved løp kan man ikke bruke en Invertert pendel modell for å beskrive bevaringen av mekanisk energi siden potensiell og kinetisk energi er mer i fase. Derfor bruker man masse-fjær modellen for å beskrive oppbevaring og frigjøring av elastisk energi i løp.