

Eksamen THP 203 2021-22 (totalt 100 poeng)

Dere vil få formelark utlevert. Skriv alle utregninger på papir, skriv kandidatnummer på toppen av hver ark og lever dem fysisk til eksamensvakt.

Seksjon 1 – Fysikk (70 poeng)

Oppgave 1. Lengdehopp (20 poeng)

En utøver med massen 65 kg gjør et lengdehopp. Utøveren forlater planken med en horisontal hastighet på $7,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ og svevet varer 0,57 sekund.

- 1) Hvor langt hopper utøveren? (6 poeng)

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2$$
$$s = 4,33 \text{ m}$$

- 2) Dersom den vertikale hastigheten var $2,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, hva var vinkelen mellom banen til utøveren og bakken i det han/hun forlater underlaget? (4 poeng)

$$\tan \vartheta = 2,8 / 7,6$$
$$\vartheta = 20,22 \text{ grader}$$

- 3) Utøveren forbedrer sin teknikk og tar av med en vertikale hastighet på $3,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ i det andre hoppet. Hvor mye lenger hopper han/hun enn det første hoppet? (8 poeng)

finn tid til høyest

$$v = u + at$$
$$t \text{ (total)} = 0,714 \text{ s}$$
$$s = ut + \frac{1}{2}at^2$$
$$s = 5,42 \text{ m}, 1,09 \text{ m lenger enn hopp 1}$$

- 4) Hva er tyngden til utøveren i Newton? (2 poeng)

$$F = mg$$
$$F = 637,65 \text{ N}$$

Oppgave 2. Håndball (15 poeng)

- 1) I en håndballkamp så redder keeperen et skudd. Ballen treffer keeperen sin hånd med en kraft på 3000 N og har kontakt i 0,2 sekunder. Hva er impulsen til ballen? (3 poeng)

$$\text{Impulse} = Ft = 600 \text{ N}\cdot\text{s}$$

2) Dersom ballen har massen 0,45 kg, hva er akselerasjonen til ballen? (2 poeng)

$$F = ma$$

$$a = 6666,67 \text{ m.s}^{-2}$$

3) I den sammen kampen så kolliderer to spillere. Spiller 1 har massen 68 kg og løper med en hastighet på $4,6 \text{ m.s}^{-1}$. Spiller 2 har massen 78 kg og løper mot spiller 1 med en hastighet på $-3,8 \text{ m.s}^{-1}$. Hva er bevegelsesmengden til spiller 1 og spiller 2? (6 poeng)

$$P = mv$$

$$P_1 = 312,8 \text{ kg.m.s}^{-1}$$

$$P_2 = -296,4 \text{ kg.m.s}^{-1}$$

4) Hva er hastigheten til spillerne rett etter sammenstøtet? (4 poeng)

Total P = Total mass • Total velocity

$$\text{vel} = 0.11 \text{ m.s}^{-1}$$

Oppgave 3. Sleggekast (7 poeng)

En kvinnelig sleggekaster roterer sleggen for å kaste den. Fra den siste rotasjonen rundt sin egen akse bruker han 0,25 s. Radiusen fra massen til rotasjonsentrum er 1.8 m. Vi antar at hele massen til sleggen er plassert i sentrum av kulen som er 1.5m bort fra rotasjonsaksen. Sleggens masse er 4 kg



1) Hvor stor er den gjennomsnittlige vinkelhastigheten til sleggen i den siste rotasjonen? (2p)

2) Hvor stor er den gjennomsnittlige sentripetale akselerasjonen til sleggen i den siste rotasjonen? (3p)

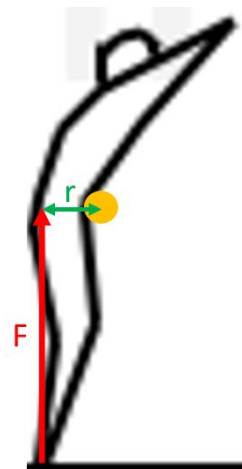
(om du ikke klarte å løse oppgave 1, så anta at vinkelhastighet var 20 rad/s)

3) Hvor stor er den gjennomsnittlige kraften utøveren må holde sleggen med i den siste rotasjonen? (2p)

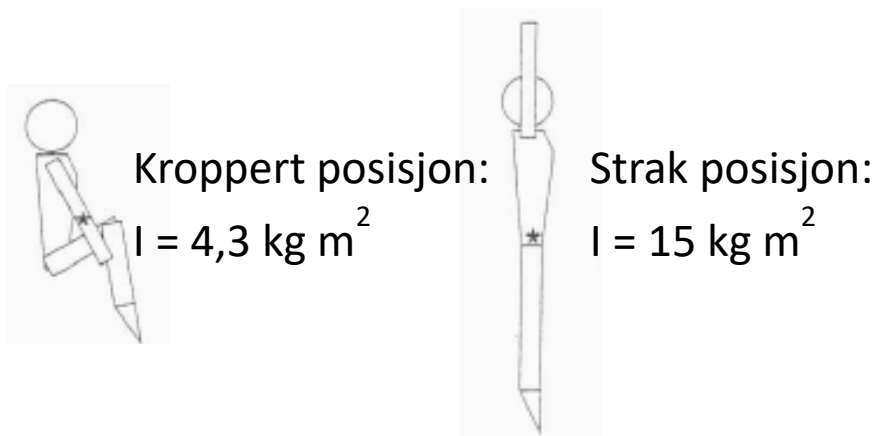
(om du ikke klarte å løse oppgave 2, så anta at akselerasjonen var $10 \text{ [SI-enhet akselerasjon]}$)

Oppgave 4. Turn (28 poeng)

En turner (60 kg) hopper på en trampoline som står horisontal. Han trener på å gjøre salto i ulike posisjoner. I satsen (= tid fra utøveren står i ro til han forlater trampolinen) virker en gjennomsnittlig kraft (F) på 1200 N på turneren, i en retning som er 25 cm bak turnerens tyngdepunkt [center of mass] og skaper en dreiemoment arm (r) på 25 cm. Tyngdepunkt er tegnet in med gul punkt.



- 1) Hvor stort dreiemoment [torque] skapes i satsen? (3p)
(Hvis du ikke har klart å regne ut dreiemomentet, kan du i senere oppgaver benytte 250 {SI-enhet}.)
- 2) I starten av satsen har utøveren ikke noe spinn [angular momentum]. Tid fra utøveren står i ro til han forlater trampolinen varer i 0,3 s. Hvor stort spinn har utøveren når satsen er ferdig, det vil si når han mister kontakt med trampolinen? (4p)
(Hvis du ikke har klart å regne ut spinnet, kan du i senere oppgaver benytte 95 {SI-enhet}.)



- 3) Idet utøveren mister kontakt med trampolinen, inntar han kroppert posisjon. I kroppert posisjon har turneren et treghetsmoment [moment of inertia] på $4,3 \text{ kg m}^2$. Hvor stor blir vinkelhastigheten [angular velocity] i kroppert salto? (4p)
(Hvis du ikke har klart å regne ut vinkelhastigheten, kan du i senere oppgaver benytte 12,8 {SI-enhet}.)
- 4) Idet utøveren mister kontakt med trampolinen, inntar han strak posisjon. I strak posisjon har turneren et treghetsmoment [moment of inertia] på 15 kg m^2 . Hvor stor blir vinkelhastigheten [angular velocity] i strak salto? (4p)

(Hvis du ikke har klart å regne ut vinkelhastigheten, kan du i senere oppgaver benytte 5,4 {SI-enhet}.)

- 5) Turnereren er 1,65 m lang. Når han gjør salto i strak posisjon, kan vi anta at tyngdepunktet [center of mass] ligger midt i kroppens lengde. Hvor stor blir den tangentielle hastigheten [tangential velocity] til føttene? (5p)
- 6) Svevtiden [flight time] er 2,2 s. For hver av situasjonene (kroppert salto og strak salto): Beregn hvor mye utøveren roterer (antall rotasjoner i salto) (4p)
- 7) Anta at vi har beregnet en vinkelhastighet [angular velocity] som er litt for høy til at turneren kan lande på beina: Hvilke justeringer kunne turneren gjort for å lande bedre? Ta utgangspunkt i formelen for spinn [angular momentum]. Formuler med ord. (4p)

Seksjon 2 – Vevsmekanikk (20 poeng)

Oppgave 1. Generelt (6 poeng)

- 5) Definer hysteresese for en viskoelastisk vev (1 poeng)

The loss of energy during cyclic loading of the tissue. Is represented by the area within the load-deformation loop.

- 6) Definer stress, strain og Youngs modul (elastisitetsmodul). Forklar hvorfor Youngs modul er nødvendig for å sammenligne forskjellige vev. (4 poeng)

Force/CSA - deformation/slack length - $\frac{\Delta \text{stress}}{\Delta \text{strain}}$ - Y modulus enables to take the dimension of the different tissues into account (unlike mechanical stiffness)

- 7) Definer sikkerhetsfaktor for bindevev (1 poeng)

Ultimate strength/daily average load

Oppgave 2. Beinvev (8 poeng)

- 1) Forklar hvorfor det er viktig at bein er stive, fleksible, sterke og lette. (4 poeng)

Bone should be stiff to support body weight and provide an anchor to the muscles. Bone should be flexible enough because strain is important to maintain fluid flow and a healthy tissue. Strain also decrease the rate of energy absorption and limit damage. Bone should be strong enough to maintain the safety factor necessary for daily activities (their magnitude and rate). Bone should

be light, to limit energy consumption during locomotion. The answer does not have to be precisely worded in this way but should reflect the candidate's understanding of the importance of these properties.

2) Nevn og beskriv 4 typer belastning som gjelder for bein. (4 poeng)

Se tabellen «Bone Loading» i forelesning. Compression, tension, shear, bending, eller torsion, pluss kort definisjon

Oppgave 3. Muskelvev (6 poeng)

1) En treningsfysiolog ønsker å måle kraften som produseres av quadriceps-musklene i en gruppe pasienter.

Pasientene sitter i en stol med kneet i 90 grader og ankelen koblet til en sensor som registrerer kraft. Elektromyografiske elektroder registrerer aktiviteten til hamstringsmusklene. Avstanden mellom festet til kraftsensoren og knerotasjonsaksen måles. Kneleddets indremomentarm måles.

Pasientene blir bedt om å utføre en isometrisk maksimal kontraksjon av kneekstensormusklene og en isometrisk maksimal kontraksjon av knebøyemusklene.

Forklar hvordan fysiologen kan: 1. beregne leddmomentet, 2. estimere bidrag fra hamstrings til leddmoment, 3. beregne leddmomentet korrigert for samaktivering, ved bruk av momentbidrag fra hamstrings, og 4. beregne quadriceps kraften (6 poeng)

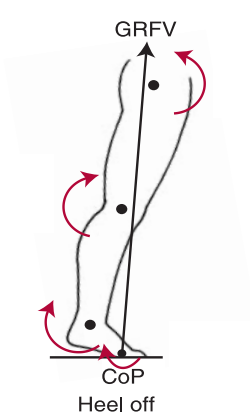
The different steps to estimate muscle force from torque are explained in various slides of the course.

1. *knee torque = forcesensor x external moment arm*
2. *hamstring torque contribution = torqueisometric flexion x hamstrings EMGantagonist / hamstrings EMGagonist*
3. *knee torque corrected for co-activation = knee torque + hamstring torque contribution*
4. *Quadriceps force = knee torque corrected for co-activation / internal moment arm*

Seksjon 3 – Anvendt biomekanikk (10 poeng)

Oppgave 1. Gange (7 poeng)

Figuren nedenfor viser heel off i belastningsfasen i gange. Den sorte pilen viser reaksjonskraften fra underlaget i sagittalplanet.



- 1) Hvilke ytre leddmomenter skapes av reaksjonskraften fra underlaget i sagittalplanet i ankel-, kne- og hoftelddet (3 poeng)

Ankel: Dorsifleksjon

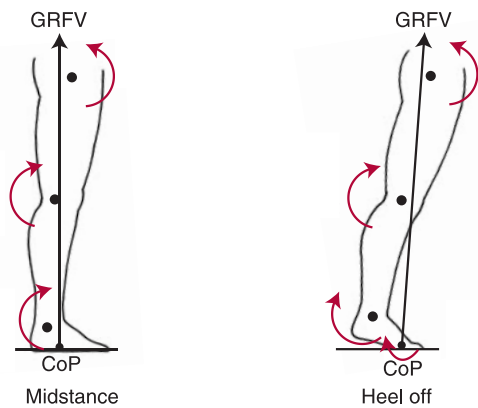
Kne: ekstensjon

Hofte: ekstensjon

- 2) Bevegelsen som finner sted (observert) i hoftelddet i denne delen av belastningsfasen er en ekstensjon. Hva sier dette deg om det indre momentet og power (hint. absorption or generation)? (2 poeng)

Det ytre momentet er dorsifleksjon, men dersom en plantarfleksjon finner sted vil det si at det indre momentet som skaper en plantarfleksjon av ankelleddet er større. Man kan betrakte muskelarbeidet som konsentrisk og det vil derfor være power generasjon/generation

- 3) Hvordan endrer det ytre momentet seg over ankelleddet fra midstance til heel off (se figur nedenfor)? Begrunn svaret (2 poeng)



Avstanden fra omdreiningpunkt i ankelen øker. Siden den ytre kraften har en lik størrelse (noe endring i retning) vil det ytre momentet over ankelleddet øke.

Oppgave 2. Sprint (3 poeng)



1

2

3

4

5

6

1) Hvilke bevegelser finner sted i venstre ankel, kne og hofte i sagittalplanet fra bilde 1 til 6 i bildesekvensen ovenfor? (3 poeng)

Ankel:

- 1-2: Min endring i posisjon
- 2-3: Min endring i posisjon
- 3-4: Min endring i posisjon
- 4-5: Min dorsifleksjon
- 5-6: Plantarfleksjon

Kne

- 1-2: Ekstensjon
- 2-3: Ekstensjon
- 3-4: Ekstensjon
- 4-5: Min endring i posisjon evt min fleksjon

- 5-6: Min endring i posisjon evt min ekstensjon

-

Hofte

- 1-2: Ekstensjon
- 2-3: Ekstensjon
- 3-4: Ekstensjon
- 4-5: Ekstensjon
- 5-6: Ekstensjon