

Eksamen THP 203 2020-21

Seksjon 1 – Fysikk (60 poeng)

Oppgave 1. En mosjonist trener motbakkeløp (24 poeng)



- Høydeforskjellen fra bunnen av bakken til toppen er 100m.
 - Massen til utøveren (inkl. klær og sko) er 80kg.
 - Vi ser bort fra friksjon mot underlag, luftmotstand og arbeid som må til for å bevege segmentene.
- 1) Hvor stort er arbeidet han gjør mot gravitasjon når han flytter seg én gang fra bunnen av bakken til toppen (3 poeng)
 - 2) Om han bruker 3 min til å løpe fra bunnen av bakken til toppen. Hvor stor gjennomsnittlig effekt løper han med? Om du ikke klarte å løse oppgave 1, anta at svaret var 50'000 [enhet arbeid] (3 poeng)

Han deltar i Erasmus sitt studentutvekslingsprogram og flytter til Nederland. Han vil trene med den samme motstanden som han har i motbakken i Norge, men siden Nederland mangler bakker sleper han istedenfor bildekk bak seg (Vi antar i denne oppgaven at veiene han trener i Nederland er helt flate). I motbakken jobber han mot gravitasjon, i Nederland jobber han mot friksjonskraft mellom dekk og asfalt.



- Friksjonskoeffisienten mellom bildekk og asfalt er 0.7
 - Massen til hvert bildekk er 7kg
- 3) Hvor stor er friksjonskraften mellom et dekk og asfalten? (4 poeng)
 - 4) Han tenkte å dra 3 dekk bak seg, hva blir da den totale friksjonskraften han jobber mot? Om du ikke klarte løse oppgave 3, anta at resultatet er 200 [enhet kraft] (1 poeng)
 - 5) Hvor stor distanse må han slepe dekkene langs en flat vei for å gjøre samme arbeid som han gjør når han klatrer 100 høydemeter i motbakke i Norge? Om du ikke klarte å løse oppgave 1, anta at resultatet var 50'000 [enhet arbeid] (3 poeng)
 - 6) Hvilken fart må han holde når han går med dekkene på slep for å gå med samme effekt som i motbakken (der han klatret 100 høydemeter på 3 minutter / resultat av oppgave 2). Om du ikke klarte å løse oppgave 2, anta at resultatet var 300 [enhet effekt]. (3 poeng)
 - 7) Han trener mye og før han reiser hjem til Norge klarer han å gå distansen du fant i oppgave 5 med 1m/s større fart en farten du fant i oppgave 6. Med hvilken effekt går han nå? Om du ikke klarte oppgave 5, anta at distansen var 1000m. Om du ikke klarte oppgave 6 anta at farten var 5 [enhet for fart]. (3 poeng)
 - 8) Når han er tilbake i Norge løper han den samme motbakken som i oppgave 1 og 2 (uten dekk bak seg) med samme effekt som i oppgave 7. Hvor lang tid bruker han til å løpe opp motbakken? Om du ikke klarte oppgave 7, anta at effekten var 800 [enhet effekt] (4 poeng)

Training

$$1) W = E_{\text{end}} - E_0 = 0$$

$$W = E_{\text{end}} = m \cdot g \cdot h = 80 \text{ kg} \cdot 100 \text{ m} \cdot 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$W = 78480 \text{ J}$$

$$2) P = \frac{W}{t} = \frac{78480 \text{ J}}{3 \cdot 60 \text{ s}} = 436 \text{ W}$$

$$3) F_f = m \cdot g \cdot \mu = 7 \text{ kg} \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 \cdot 0.7$$
$$= 48 \text{ N}$$

$$4) 3 \cdot 48 \text{ N} = 144 \text{ N}$$

$$5) W = F \cdot s$$

$$\frac{W}{F} = s = \frac{78480 \text{ J}}{144 \text{ N}} = 545 \text{ m}$$

$$6) P = F \cdot v = \text{~~144~~ N}$$

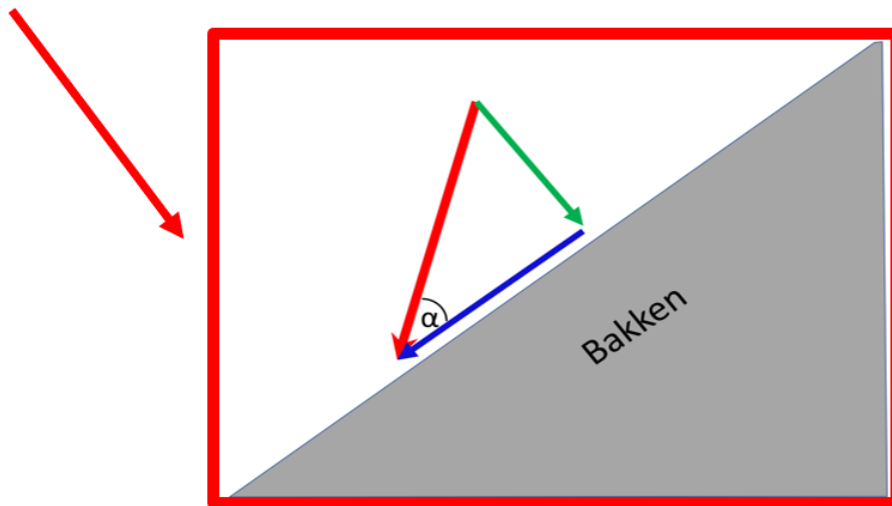
$$v = \frac{P}{F} = \frac{436 \text{ W}}{144 \text{ N}} = 3.0 \text{ m/s}$$

$$7) P = F \cdot v = 144 \text{ N} \cdot 4 \text{ m/s} = 576 \text{ W}$$

$$8) P = \frac{W}{t}$$

$$t = \frac{W}{P} = \frac{78480 \text{ J}}{576 \text{ W}} = 136 \text{ s} = 2 \text{ min } 16 \text{ s}$$

Oppgave 2. Big Air (22 poeng)



Dette er det største big air hoppet verden har sett. NIH har vært med og målt flykurven som posisjon - tidsdata og målt in bakkens hellning i landingsområdet.

- Rød pil er hastighetsvektoren til utøverer rett før han treffer bakken med skiene. Hastigheten (rød pil) er 82 km/t.
- α er vinkel mellom hastighetsvektoren og bakken. Den er 29 grader.
- Grønn pil er hastighetskomponenten som står 90 grader på bakkens overflate.
- Svart pil er hastighetskomponenten som ligger parallell med bakkens overflate.
- Utøver inkludert alt utstyr veier 90kg.

- 1) Hvor stor er hastighetskomponenten som står 90 grader på bakkens overflate (grønn pil) i enhet m/s? (6 poeng)
- 2) Kraftene i landingen er så store at han ikke klarer å stå på beina og faller med hele kroppen i bakken. Oppbremsingsprosessen starter når skiene først berører bakken og slutter når han slår hele kroppen

i bakken. Oppbremsingsprosessen varer i 0.05s. Deretter sklir han langs bakkens overflate nedover, noe som betyr at hastighet i retningen til grønn pil er 0 m/s.

Hvor stor er den gjennomsnittlige kraften som virker i oppbremsingsprosessen langs retning grønn pil? Om du ikke klarte å løse oppgave 1 anta at resultatet var 10 [enhet fart]. (8 poeng)

3) Det er vanskelig å forstå hvor stor påkjenning det er å krasje i bakken med farten du fant i oppgave 1 (eller anta at den var 10 [enhet fart] om du ikke klarte å løse oppgave 1). Den samme impact'en ville man også fått om man stod på en kasse og hoppet rett ned på et horisontalt underlag (som illustrert i bildet til høyre).

Fra hvilken høyde må en hoppe for at hastigheten (90 grader mot underlaget) «før han treffer bakken» og kreftene i «landing» blir de samme som i oppgave 1 og 2? Massen er fortsatt 90kg." (8 poeng)



Oppgave 3. Stup (14 poeng)



Stuping

$$1) \quad H = I \cdot \omega$$

$$\omega = \frac{H}{I} = \frac{20 \text{ kg m}^2/\text{s}}{0.8 \text{ kg m}^2} = 25 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$2) \quad \frac{25 \text{ rad/s}}{2\pi} = 3.98 \text{ rotations/s}$$

$$\frac{1}{3.98 \text{ rotations/s}} = 0.25 \text{ s/rotation}$$

$$3) \quad H = I \cdot \omega$$

$$\omega = \frac{H}{I}$$

- H (spinn) er konstant (fordi at vi er borte fra luftmodstand)

- I er større fordi at massen er fordelt i større afstand fra rotationsaksen

- når I blir større må ω være mindre for at H kan være konstant.

Big Air

600

1) $\frac{G}{H} = \sin \alpha$

$G = H \cdot \sin \alpha$

$g_{\text{Gruppe}} = r_{\text{Rad}} \cdot \sin \alpha$

$v_{\text{Go}} = v \cdot \sin \alpha$

$v = 82 \text{ km/h} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 22,7 \text{ m/s}$

$v_{\text{Go}} = 22,7 \text{ m/s} \cdot \sin 29^\circ$

$29^\circ \cdot \frac{2\pi}{360} = 0,506 \text{ rad}$

$v_{\text{Go}} = 22,7 \text{ m/s} \cdot \sin 0,506 \text{ rad}$

$v_{\text{Go}} = 11,04 \text{ m/s}$

2) $Ft = m \Delta v$

$F = \frac{m \cdot \Delta v}{t} = \frac{90 \text{ kg} (0 - 10,7 \text{ m/s})}{0,05 \text{ s}}$

$= 19' 260 \text{ N}$

3) $mgh = \frac{mv^2}{2} \quad | :g$

$h = \frac{v^2}{2g} = \frac{(10,7 \text{ m/s})^2}{2 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2} = 5,83 \text{ m}$

- Vi ser bort fra luftmotstand.
 - Utøveren får med seg en spinn på $H = 20 \text{ kg m}^2 / \text{s}$.
 - I bilde 1 har han et treghetsmoment på $I = 0.8 \text{ kg m}^2$
- 1) Hvor stor er vinkelhastigheten i bilde 1? (6 poeng)
 - 2) Hvor lang tid hadde det tatt å ta en full 360 grader rotasjon med vinkelhastigheten fra oppgave 1? Om du ikke klarte oppgave 1, anta at vinkelhastigheten var 20 [enhet vinkelhastighet] (6 poeng)
 - 3) Er vinkelhastighet i bilde 2 større eller mindre enn i bilde 1, og hvorfor? (2 poeng)

Seksjon 2 – Vevsmekanikk (20 poeng)

Oppgave 1. Generelt (2,5 poeng)

- 1) Definer Youngs modul, strain, stress, "ultimate strength" og "safety factor". Forklar hvordan "safety factor" er relatert til vevskade. (2,5 poeng)

The definitions were given in the first slides of the course. They are generic properties used to test different materials. The safety factor is the ratio of ultimate strength (or stress) over operating (daily) force (or stress). The tissue is injured when the safety factor is too low.

Oppgave 2. Beinvev (10 poeng)

- 1) 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).

- 2) Nevn og beskriv 5 typer belastning som gjelder for bein. Hvilken type belastning opprettholdes best av benstrukturen? (2,5 poeng)

Compression, tension, shear, bending and torsion. A brief description can be found in slide on bone loading.

- 3) Med eksemplet på gluteus medius (festet til trochanter major), forklar hvordan sterke, aktive muskler kan redusere risikoen for beinbrudd. (2,5 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.

Oppgave 3. Leddbånd og sene (2,5 poeng)

- 1) Leddbånd har lavere strain enn sener. Kan du tenke deg den funksjonelle forklaringen på denne forskjellen? (2,5 poeng)

This is because the main function of ligaments is to maintain joints integrity, tendons are placed in series with the muscle, where most of the time they benefit muscle function with a large strain.

Oppgave 4. Muskelveg (5 poeng)

- 1) Definer muskel dreimoment ("moment"). Forklar hvordan man kan beregne kraften som produseres av quadriceps-muskelen etter måling av det isometriske kneekstensjonsmomentet. (obs! vi antar ingen co-aktivering) (2,5 poeng)

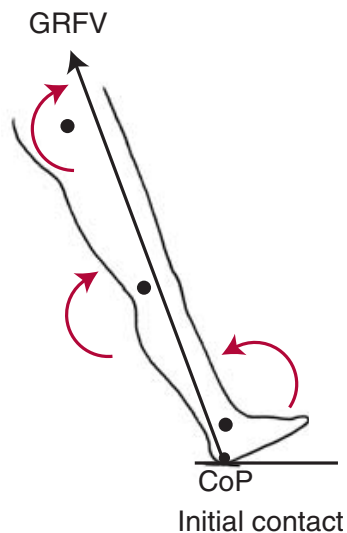
Force x internal moment arm. The force is calculated as the moment divided by the MA length.

- 2) Forklar hva elektromyografisk (EMG) aktivitet kan brukes til. Kan EMG brukes til å sammenligne trente og utrente personer (forklar kort svaret). (2.5 poeng)

To determine the muscle active state (on/off), level of activity (between repetitions or muscles) and patterns of activity (motor pattern). EMG can't be used to compare different populations because it depends on many factors (eg muscle size, fibre type composition, subcutaneous fat) it should be normalised to.

Seksjon 3 – Anvendt biomekanikk (20 poeng)

Oppgave 1. Gange og løp (9 poeng)



Figuren ovenfor viser isett (heel strike) i gange. Den sorte pilen viser reaksjonskraften fra underlaget i sagittalplanet. De røde pilene representerer indre leddmomenter.

- 1) Hvorfor har de indre leddmomentene den retningen de har? Begrunn svaret mekanisk (2 poeng)

Den ytre kraften faller bak den mediolaterale aksen i ankel og skaper dermed et ytre plantarfleksjonsmoment. Dersom dette skal kontrolleres/motvirkes må det skapes et indre dorsifleksjonsmoment. Den ytre kraften faller anterior for den mediolaterale aksen i kneleddet og skaper et ytre kneekstensjonsmoment. Dersom dette skal kontrolleres/motvirkes må det skapes et indre knefleksjonsmoment. Den ytre kraften faller foran den mediolaterale aksen i hoftelddet og skaper dermed et ytre fleksjonsmoment. Dersom dette skal kontrolleres/motvirkes må det skapes et indre hofteekstensjonsmoment.

- 2) Med tanke på bevegelsen som finner sted i frontalplanet i subtalarleddet i den første delen av belastningsfasen hvor forventer du at reaksjonskraften faller med tanke rotasjonsaksen? Begrunn svaret (2 poeng)

Bevegelsen som finner sted i subtalarleddet er en eversjon (sammen med dorsifleksjon og abduksjon). Denne bevegelsen skapes av reaksjonskraften fra underlaget og dermed på denne virke lateralt og vertikalt med tanke på rotasjonsaksen i leddet



Figuren ovenfor viser hvordan trykksenteret (center of pressure) forflytter seg under foten gjennom en belastningsfase i gange.

- 3) Hvilken betydning har dette for krav til indre moment i plantarfleksorene gjennom belastningsfasen? (2 poeng)

Den ytre kraftarmen øker siden trykksenteret beskriver kontaktpunkt for reaksjonskraften fra underlaget. Dermed vil det ytre momentet øke, noe som fører med seg at det indre momentet også må øke. Dette under forutsetning at reaksjonskraften har en vertikal komponent, noe den har i gange og løp.

Invertert pendel og masse-fjær modellen brukes for å beskrive henholdsvis gange og løp.

- 4) Hvorfor to modeller og ikke en? (3 poeng)

Massesenteret har to ulike baner med tanke på vertikal posisjon gjennom belastningsfasen i gange og løp. I gange vil det ha sitt høyeste punkt midt i belastningsfasen, mens ved løp vil det ha sin laveste posisjon midt i belastningsfasen. Invertert pendel vil kunne forklare opptil 70% av bevaringen av mekanisk energi ved gange, men siden massesenteret er på sitt laveste punkt i den midtre delen av belastningsfasen i løp vil denne modellen ikke kunne forklare mer en 5% av bevaringen av mekanisk energi. Derfor er det behov for masse-fjær modellen som kan forklare posisjoneringen til massesenteret samt oppbevaring/frigjøring av, i dette tilfelle, elastisk energi.

Oppgave 2. Tennis (7 poeng)



Se bildesekvens for en eksemplarisk utførelse av tennisserven.

- 1) Basert på følgende faser: 1) preparation, 2) acceleration og 3) follow-through phase beskriv hvilke bevegelser som finner sted i hofte, virvelsøyte, skulderbue, skulderledd, albue og håndledd? (5 poeng)

1. *Preparation*

- *Hofte: Bilat fleksjon, hø abduksjon, ve min adduksjon*
- *Virvelsøyte: Hø lat fleksjon, noe ekstensjon, min rotasjon hø*
- *Skulderbue: Hø: depresjon, retraksjon, (posterior tilt), rotasjon nedover; Ve: elevasjon, rotasjon oppover*
- *Skulderledd: Hø: abduksjon, horisontal abduksjon, utvoerrotasjon; Ve: abduksjon*
- *Albue: Hø: fleksjon, pronasjon; Ve: ekstensjon*
- *Håndledd: nøytral*

2. *Acceleration*

- *Hofte: Hø: ekstensjon, (utoverrotasjon); Ve: ekstensjon, (innoverrotasjon)*
- *Virvelsøyte: fleksjon, ve lat fleksjon, rotasjon ve*
- *Skulderbue: Hø: elevasjon, ant tilt, rotasjon oppover, protraksjon; Ve: depresjon, post tilt, retraksjon, nedoverrotasjon*
- *Skulderledd: Hø: horisontal adduksjon, innoverrotasjon, fleksjon; Ve: ekstensjon*
- *Albue: Hø: ekstensjon, supinasjon; Ve: fleksjon*
- *Håndledd: nøytral*

3. *Follow-through*

- *Hofte: Ve: fleksjon, innoverrotasjon; Hø: i luften fra ekstensjon til fleksjon*
- *Virvelsøyte: Fleksjon, rotasjon ve*
- *Skulderbue: Hø: protraksjon; Ve: retraksjon*
- *Skulderledd: Hø: horisontal adduksjon, innoverrotasjon, ekstensjon; Ve: ekstensjon*
- *Albue: Hø: fleksjon, (supinasjon); Ve: fleksjon til ekstensjon*
- *Håndledd: nøytral*

- 2) I en bevegelse som tennisserven skjer bevegelsen av ulike ledd og regioner gjerne i en proksimal til distal sekvens. Hvorfor er dette viktig og hvilke konsekvenser har dette på hastigheten hånd/racket? (2 poeng)

Sekvens fra proksimalt til distalt kan man lagre elastisk energi mellom ulike segmenter for så å skape energi mellom disse som så overføres videre i den kinematiske/kinetiske kjeden. Videre, større masse med relativt sett lavere rotasjonshastighet vil gi en mindre masse større rotasjonshastighet. Videre, summen av disse bidragene overføres som gjør det mulig med større hastighet enn det et enkelt ledd klarer å skape alene (ref. Skulder).

Oppgave 3. Anatomi for viderekommende (4 poeng)

- 1) Det finnes flere knestrekere en m. quadriceps dersom aktiviteten er i en lukket kinematisk kjede. Hvem er de og hvorfor er det slik. Begrunn svaret (4 poeng)

Plantarfleksorer: eksempel m. soleus vil skape en plantarfleksjon av ankel. Dersom foten er fiksert i underlagt vil leggen rotere posterior på foten som dermed vil skape en ekstensjon av kneleddet.

Hoftestrekere: eksempel m. gluteus maximus vil dra femur posterior. Distal ende av femur vil følge med siden foten er i bakken ikke kan bevege seg i rom. Resultat er ekstensjon av kneledd.