

Eksamen THP 203 2021-22

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. Lineær kinematikk (15 poeng)

- 1) En målvakt løper 10 meter på 2,1 sekunder i tilløpet for å sparke ut en fotball. Hva er den gjennomsnittlige hastigheten? (1 poeng)
- 2) Målvakten sparker ballen fra bakkenivå med en horisontal hastighet på $29,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, og en vertikal hastighet på $12,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Hvor langt sparket målvakten ballen? (6 poeng)
- 3) Hva var vinkelen mellom underlaget og banen til ballen i det den ble sparket? (4 poeng)
- 4) Hvor mye lenger sparker målvakten ballen dersom den vertikale hastigheten er det samme som ovenfor, men den horisontale hastigheten øker til $31,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$? (4 poeng)

1) $10 \text{ m} / 2,1 \text{ s} = \mathbf{4,76 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}}$

2) Finn t : $v = u + at$

$$0 = 12,4 - 9,81t$$

$$t = 1,264 \cdot 2 = 2,528 \text{ s}$$

Finn s horisontalt: $s = ut + \frac{1}{2}at^2$

$$s = \mathbf{73,82 \text{ m}}$$

3) $\tan^{-1}(12,4/29,2) = \mathbf{23,01 \text{ degrees}}$

4) $s = 31,0 \cdot 2,528$

$$78,37 - 73,82 = \mathbf{4,55 \text{ m further}}$$

Oppgave 2. Lineær kinetikk (14 poeng)

En utøver med massen 74 kg skal gjennomføre ulike øvelser.

- 1) Hva er tyngden til utøveren i Newton? (2 poeng)
- 2) Utøveren gjennomfører først et countermovement hopp (hopp med motbevegelse) som har en take-off impuls på 193 Ns. Hva er hastigheten ved take-off? (4 poeng)
- 3) Deretter holder utøveren en vekt/manual med massen 8 kg i statisk likevekt som vist på figuren nedenfor (Figur 1). Hvor stor kraft må musklene skape for å holde denne posisjonen? (8 poeng)

1) $74 \cdot 9,81 = 725,94 \text{ N}$

2) $Ft = m (v_f - v_i)$

$$193 = 74 (v_f - 0)$$

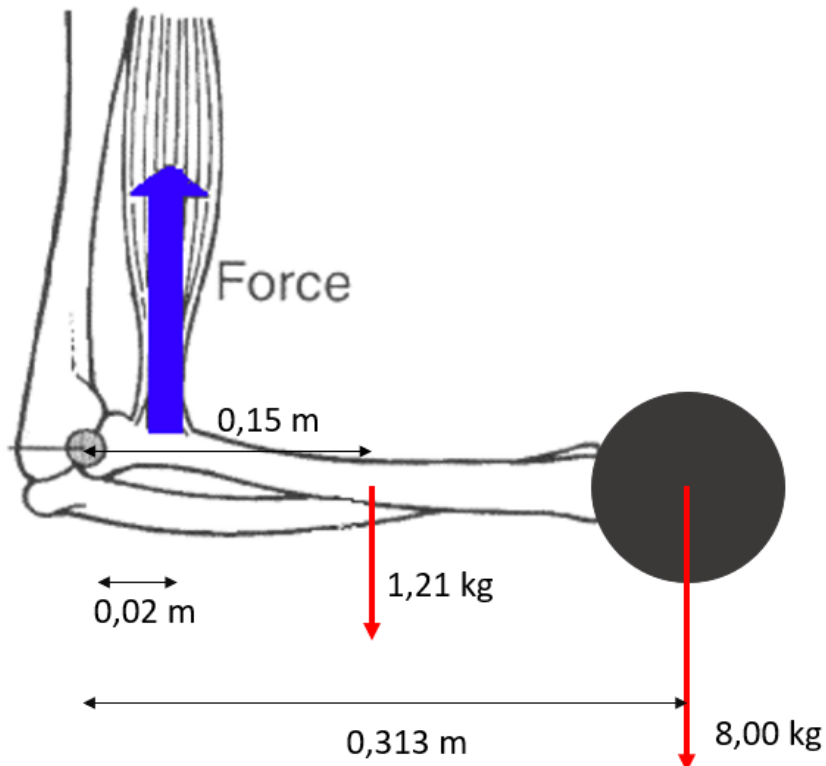
$$v_f = \mathbf{2,61 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}}$$

$$3) \Sigma \tau = 0$$

$$0,02 \cdot F_M - (1,21 \cdot 9,81 \cdot 0,15) - (8 \cdot 9,81 \cdot 0,313) = 0$$

$$0,02 \cdot F_M = 26,3448$$

$$F_M = 1317,24 \text{ N}$$



Figur 1. Muskelkraft (blå pil oppover) og tyngdekrefter (underarm og manual) som virker på underarmen i det man statisk holder en vekt/manual med massen 8 kg. Den vinkelrette avstanden fra omdreiningssaksen i albuen til muskelkraften er 0,02 m, til massesenter i underarmen 0,15 m, og til massesenter i vekten/manualen 0,313 m.

Oppgave 3. Linear Kinetikk (6 poeng)

- 1) To håndballspillere kolliderer. Den ene spilleren har massen 64 kg og løper med en hastighet på $3,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Den andre spilleren har massen 70 kg og løper med en hastighet på $-3,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Hva er hastigheten til spillerne rett etter kollisjonen/sammenstøtet?

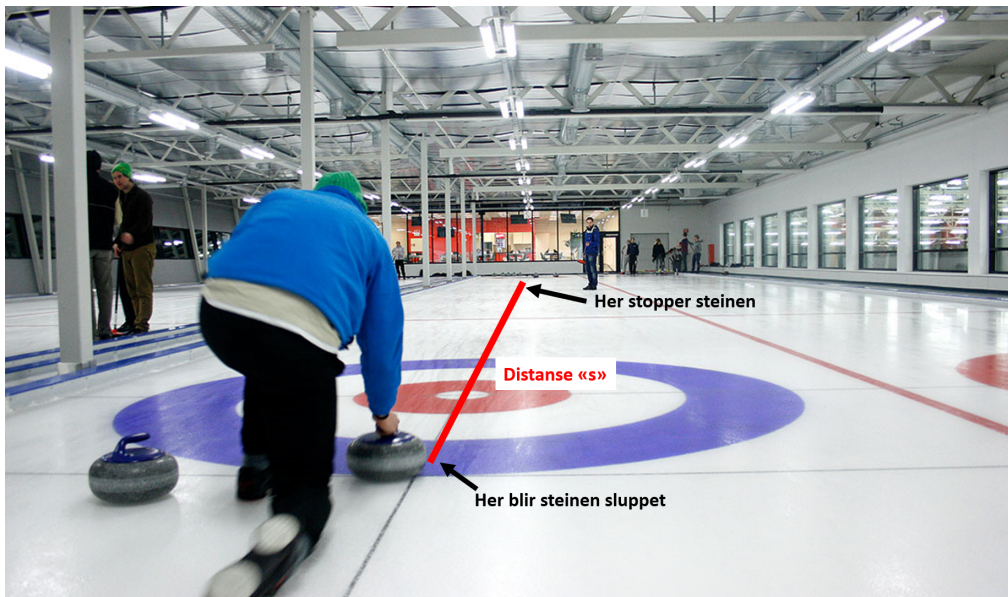
$$\text{Momentum} = mv$$

$$\text{Total Momentum} = (64 \cdot 3,8) + (70 \cdot -3,3) = 122 \text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$$

$$\text{Total Momentum} / \text{Total Mass} = \text{Total Velocity}$$

$$\text{Total Velocity} = 12,2 / (64 + 70) = 0,09 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

Oppgave 4. Kinematikk, kinetikk, arbeid, energi (10 poeng)



Curling. En utøver skyver steinen ut på isen for å treffe senter av sirkelen. Hun slipper steinen ut av hånden med en fart på 10.0 km/h. Friksjonskoeffisienten mellom stein og is er på 0.01. Massen til steinen er 19.1 kg. Anta at friksjonskoeffisienten er konstant gjennom hele skliprosessen.

1. Hvor stor er friksjonskraften mellom stein og is? (2 poeng)
2. Hvor lang distanse «s» (se bilde) sklir curling steinen fra den blir sluppet ut av hånden til utøveren til den stopper opp i meter? Om du ikke klarte å løse forrige del – oppgave, anta at friksjonskraften mellom stein og is er på 5 N. (4 poeng)
3. Det viser seg at curling steinen sklir for kort (distansen «s» er for kort) for å treffe midten av sirkelen. Derfor øker utøveren hastighet til steinen i neste forsøk. Hvor stor må hastigheten være i det steinen forlater hånden til utøveren for at den stopper akkurat etter 45.0 m? Steinen slippes akkurat samme sted fra hånden til utøveren som i forrige forsøk. (4 poeng)

$$\underline{4.1} \quad \bar{F}_{FR} = m \cdot g \cdot \mu = 19.1 \text{ kg} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0.01 = 1.87 \text{ N} \quad 2$$

$$4.2 \quad E_{kin_{End}} = E_{kin_0} - W \quad | + W$$

\nearrow istarken \nearrow \nearrow friktionsarbeid = dissipativ

$$W = E_{kin_0}$$

$$F_{FR} \cdot s = \frac{m v^2}{2}$$

$$m \cdot g \cdot \mu \cdot s = \frac{m v^2}{2} \quad | : g \cdot \mu$$

$$s = \frac{v^2}{2 g \mu} =$$

$$\frac{(2.77 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0.01} = 35.33 \text{ m} \quad 4$$

Omregning 10 km/h \rightarrow m/s
 $\frac{10 \text{ km/h}}{3.6} = 2.77 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$$4.3 \quad F_{FR} \cdot s = \frac{m v^2}{2}$$

$$m \cdot g \cdot \mu \cdot s = \frac{m v^2}{2}$$

$$g \mu \cdot s = \frac{v^2}{2} \quad | \cdot 2 \quad | \sqrt{\quad}$$

$$2 g \mu \cdot s = v^2$$

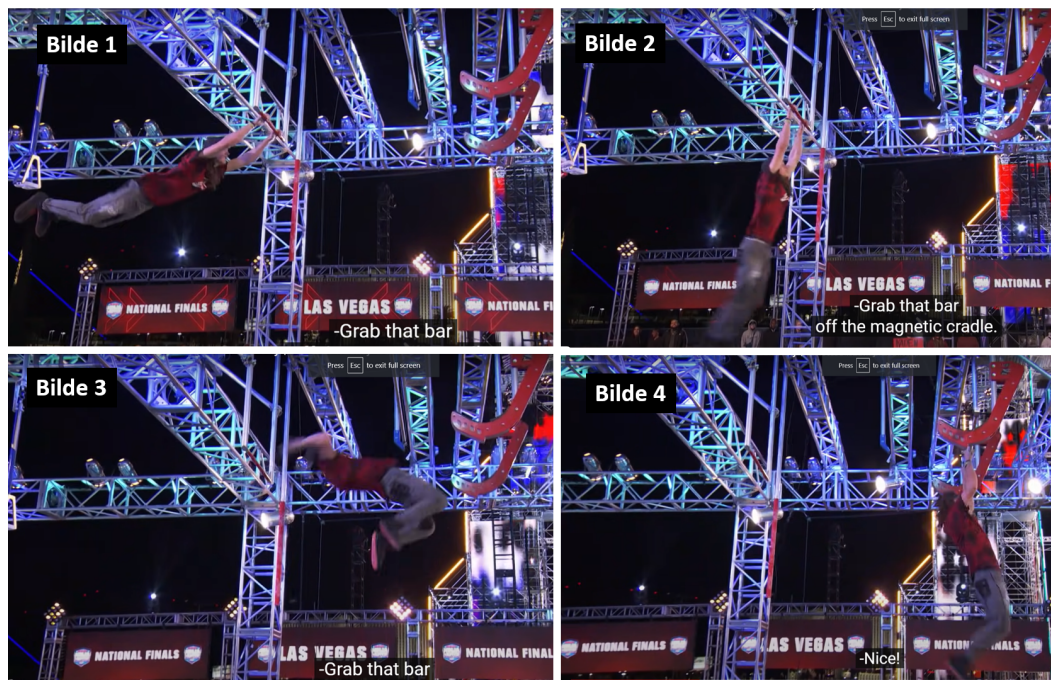
$$v = \sqrt{2 \cdot g \mu \cdot s}$$

$$v = \sqrt{2 \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0.01 \cdot 45 \text{ m}} = 2.97 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

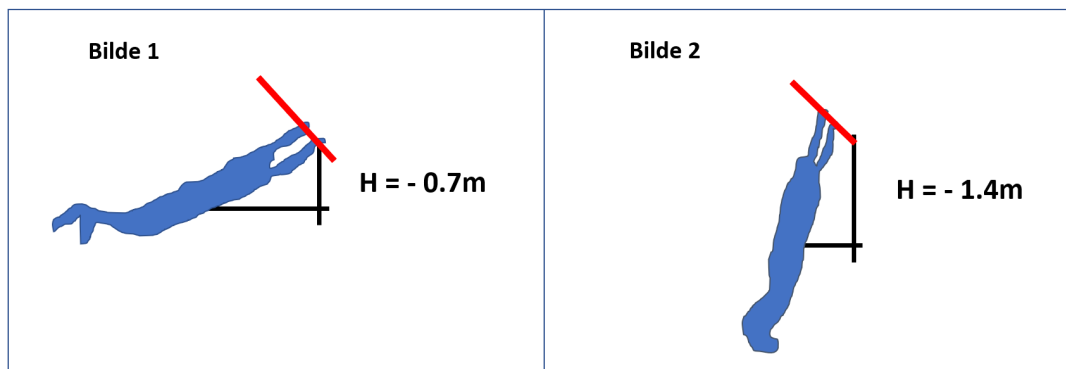
$$v [\text{km/h}] = 2.97 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 3.6 = 10.70 \text{ km/h} \quad 4$$

Oppgave 5. energi, arbeid, kinetikk, kinematikk, rotasjon (8 poeng)

En American Ninja warrior utøver svinger seg fra en svingstang (bilde 1 -3) til neste svingstang (bilde 4).



Skisse av bilde 1 og 2 (bruk den til å svare på spørsmål)



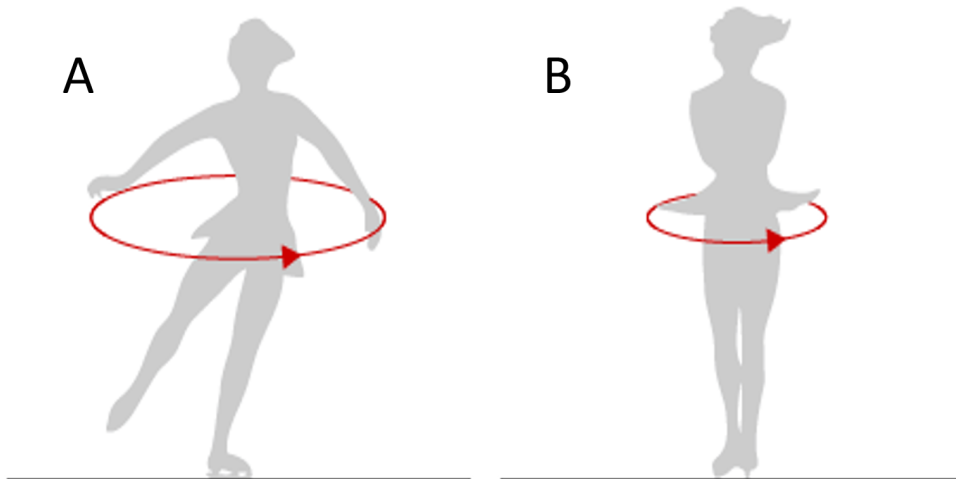
Massen til utøveren er 80 kg. Mens utøveren er i kontakt med svingstangen er avstand mellom masse senter / tyngdepunkt til utøveren og svingstangen konstant på 1,4 m. Vi antar at det er ingen friksjon mellom hendene og svingstangen og ingen luftmotstand.

På det høyeste punktet er masse senter / tyngdepunkt til utøveren 0,7 m lavere enn rotasjonspunktet (bilde 1). På det laveste punktet er masse senter / tyngdepunkt til utøveren 1.4 m lavere enn rotasjonsaksen (bilde 2).

1. Hvor stor er farten til utøveren på det laveste punkt (i bilde 2) i km/h? (2 poeng)

2. Hvor stor er sentripetalkraften på det laveste punkt (i bilde 2)? Om du ikke klarte å løse forrige oppgave, anta at farten på det laveste punkt var $6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. (3 poeng)
3. Hvor stor er den totale kraften som trekker utøveren nedover på det laveste punkt (i bilde 2)? Om du ikke klarte å løse forrige oppgave, anta at sentripetalkraft på det laveste punkt var 600 N. (3 poeng)

Oppgave 6. Rotasjon (5 poeng)



I situasjon A roterer en skøyteløper 2 ganger rundt sin egen akse per sekund. I situasjon B roterer den samme skøyteløperen 3 ganger rundt sin egen akse per sekund. Vi antar at hverken friksjon mellom skøyte og isen eller luftmotstand bremser rotasjonen.

1. Hvor stor er vinkelhastigheten i radian per sekund i situasjon A og B? (2 poeng)
2. Spinn er den samme i situasjon A og B. Hvor mange ganger større eller mindre er treghetsmoment i situasjon A kontra situasjon B? (3 poeng)

5.1

$$E_{\text{pot}} = E_{\text{kin}}$$

$$\Delta h = 1,4 \text{ m} - 0,7 \text{ m} \\ = 0,7 \text{ m}$$

$$mgh = \frac{mv^2}{2} \quad | \cdot 2 \quad | \sqrt{\quad}$$

$$\sqrt{2gh} = v$$

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 0,7 \text{ m}}$$

$$v = 3,71 \text{ m/s}$$

5.2

$$F_z = \frac{mv^2}{r} = \frac{80 \text{ kg} \cdot (3,71 \text{ m/s})^2}{1,4 \text{ m}} = 786,5 \text{ N}$$

5.3

$$F_z + F_g = F_{\text{Total}}$$

↑
Sentrifugalkraft

↑
Gravitation

$$\frac{mv^2}{r} + mg = F_{\text{Total}}$$

$$m \left(\frac{v^2}{r} + g \right) = F_{\text{Total}}$$

$$80 \text{ kg} \cdot \left(\frac{(3,71 \text{ m/s})^2}{1,4 \text{ m}} + 9,81 \text{ m/s}^2 \right) = F_{\text{Total}} = 1571,3 \text{ N}$$

$$\underline{6.1} \quad \omega_A = \frac{\Delta\theta}{t} = \frac{2 \cdot 2 \cdot \pi}{1s}$$

$$\omega_B = \frac{\Delta\theta}{t} = \frac{3 \cdot 2\pi}{1s} \quad 2$$

$$\underline{6.2} \quad H = I \cdot \omega$$

$$H_A = H_B$$

$$I_A \cdot \omega_A = I_B \cdot \omega_B \quad | : \omega_A$$

$$I_A = \frac{I_B \cdot \omega_B}{\omega_A} = \frac{I_B \cdot \frac{3 \cdot 2\pi}{1s}}{\frac{2 \cdot 2\pi}{1s}}$$

$$I_A = \frac{I_B \cdot 3}{2} =$$

$$I_A = 1.5 \cdot I_B \quad 3$$

Oppgave 7. Arbeid – energi – effekt - kinematikk (12 poeng)



En utøver er festet med en kabel til en treningsmaskin som bremser utøveren med en konstant kraft på 200 N gjennom et sprintløp, der utøveren akselererer fra stillestående til maks fart. Vi ser bort fra arbeidet utøveren gjør for å sette sin egen kroppsmasse i bevegelse, vi ser kun på arbeid og effekt utøveren har i forhold til de 200 N bremsende kraften fra maskinen. Vi ser også bort fra luftmotstand og friksjon mot underlaget.

1. Hvor stor er effekten utøveren yter mot den bremsende kraften (200 N) i akkurat det tidspunktet han har oppnådd en fart på $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$? (3 poeng)
2. Den gjennomsnittlige farten til utøveren over hele strekket han løp fra start til mål var 7 m/s . Hvor stor var den gjennomsnittlige effekt til utøveren mot de 200 N bremsende kraft? (3 poeng)
3. Om hele sprinten varte i 10 s, hvor stor er den totale arbeid utøveren utøvde på maskinen som bremses han med konstant 200 N? Om du ikke klarte å løse forrige oppgave, anta at den gjennomsnittlige effekten var på 1000 W. (3 poeng)
4. Om den bremsende, kraft var 200 N, hele sprinten varte i 10s og den gjennomsnittlige farten lå på $7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Hvor lang strekke i meter kom utøveren i de 10 s? Om du ikke klarte å løse forrige oppgave så anta at arbeidet var 1000 Nm (3 poeng)

7.1

$$P = F \cdot v$$

$$P = 200 \text{ N} \cdot 5 \text{ m/s} = 1000 \text{ W}$$

7.2

$$\bar{P} = F \cdot v = 200 \text{ N} \cdot 7 \text{ m/s} = 1400 \text{ W}$$

7.3

$$\bar{P} = \frac{W}{t} \quad | \cdot t$$

$$\bar{P} \cdot t = W$$

$$W = P \cdot t = 1400 \text{ W} \cdot 10 \text{ s} = 14'000 \text{ Nm}$$

7.4

$$W = F \cdot s$$

$$\bar{P} \cdot t = F \cdot s \quad | : F$$

$$s = \frac{\bar{P} \cdot t}{F} = \frac{1400 \text{ W} \cdot 10 \text{ s}}{200 \text{ N}} = 70 \text{ m}$$

Seksjon 2 – Vevsmekanikk (20 poeng)

Oppgave 1. Generelt (3 poeng)

- 1) Definer stivhet og Youngs modul (elastisitetsmodul). Forklar hvorfor Youngs modul er nødvendig for å sammenligne forskjellige vev. (3 poeng)

Definitions of stiffness and Young's modulus + importance of tissue dimensions is taken into account with Y's modulus whereas it is not with stiffness.

Oppgave 2. Beinvev (7 poeng)

- 1) Nevn og forklar 5 av de 8 faktorer 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 forklar de 2 typene av beinbrudd. (2 poeng)

Traumatic and stress (or fatigue) fracture. One or two sentences should specify the frequency and intensity of stress that causes and optionally in which situation they can happen.

Oppgave 4. Muskelvev (10 poeng)

- 1) En studie har som mål å måle effekten av en treningsintervensjon på quadriceps maksimal kraft. Maksimalt kneekstensjonsmoment, maksimalt knefleksjonsmoment, kne (intern) momentarm og elektromyografi aktivitet til hamstringsmusklene samles inn. Forklar hvordan disse dataene brukes til å estimere quadriceps kraft. (8 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.

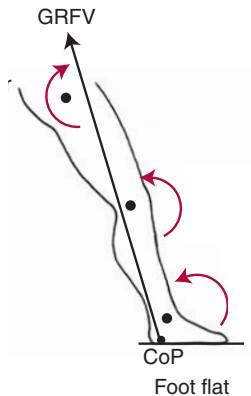
- 2) I tillegg ble MR- og ultralydskanninger samlet inn for å beregne det fysiologiske tverrsnittsarealet ("PCSA" på engelsk) til hver muskel i quadriceps. Hvordan skal denne informasjonen brukes til å estimere kraften til vastus lateralis alene? (2 poeng)

Here the candidate should explain how the fractional contribution to PCSA is close to the potential force contribution.

Seksjon 3 – Anvendt biomekanikk (10 poeng)

Oppgave 1. Gange og løp (6 poeng)

Figuren nedenfor viser foot flat 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/fot: plantarfleksjon

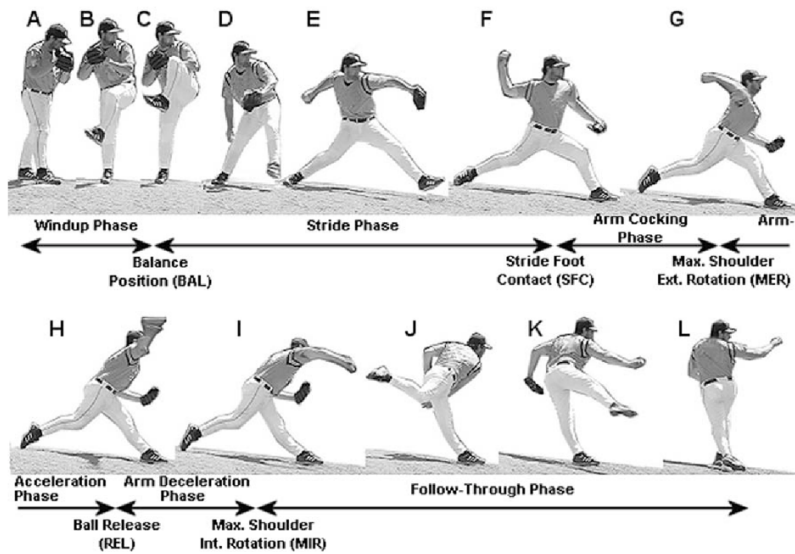
Kne: fleksjon

Hofte: fleksjon

- 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)? (3 poeng)

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

Oppgave 2. Kast (4 poeng)



1) Hvilke bevegelser finner sted i høyre hofta fra bilde C til G? (1 poeng)

I bilde C er hofteløddet primært innoverrotert samt relativt nøytralt i sagittalplanet. Til bilde G vil det derfor skje en utoverrotasjon samt ekstensjon. Frontalplanet fra blidesekvensen gjør det vanskelig med betraktninger her.

2) Hvilke bevegelser finner sted i virvelsøylen (lumbal og thorakal) fra bilde C til J? (1 poeng)

Forskjellen in posisjon fra bilde C til J er at i bilde C er virvelsøylen relativt nøytral i forhold til bekken. Deretter er det en tydelig rotasjon til venstre. Videre det være litt fleksjon, men det er rotasjonen som er tydeligst. Frontalplanet fra blidesekvensen gjør det vanskelig med betraktninger her.

3) Hvilke bevegelser finner sted i scapulathorakal forbindelsen fra bilde E til J? (1 poeng)

I bilde E vil skulderbuen være retrahert med bakgrunn i posisjon til skulder (overarm). Til bilde J vil det derfor skje primært en protraksjon

4) Hvilke bevegelser finner sted i skulderleddet fra bilde E til J? (1 poeng)

I bilde E er skulderleddet horisontalt abduert og innoverrotert samt ekstendert. Til bilde F blir det er tydelig utoverrotasjon som fortsetter til bilde G. Deretter blir det en tydelig innoverrotasjon samt horisontal adduksjon.

English version

Exam THP 203 2021-22

Section 1 – Physics (70 points)

Exercise 1. Linear Kinematics (15 points)

- 1) A goalkeeper runs up to kick a football. They run 10 metres in 2,1 seconds. What was their average speed? (1 point)
- 2) The goalkeeper then kicks the football into the air from the ground with a horizontal velocity of $29,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, and a vertical velocity of $12,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. How far was the ball kicked? (6 points)
- 3) What was the angle between the path of the ball and the ground when the ball was kicked? (4 points)
- 4) If the vertical velocity remains the same, but the horizontal velocity is increased to $31,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, how much further will the ball be kicked? (4 points)

Note: I recommend that you draw a diagram to help you to solve these.

Exercise 2. Linear Kinetics (14 points)

An athlete with a mass of 74 kg completes some different exercises.

- 1) What is the weight of the athlete in Newtons? (2 points)
- 2) Firstly, the athlete does a countermovement jump with a take-off impulse of 193 Ns. What is their take-off velocity? (4 points)
- 3) Secondly, the athlete holds an 8 kg dumbbell in equilibrium as shown in Figure 1 below. What is the force required by the muscle to hold this dumbbell in equilibrium? (8 points)

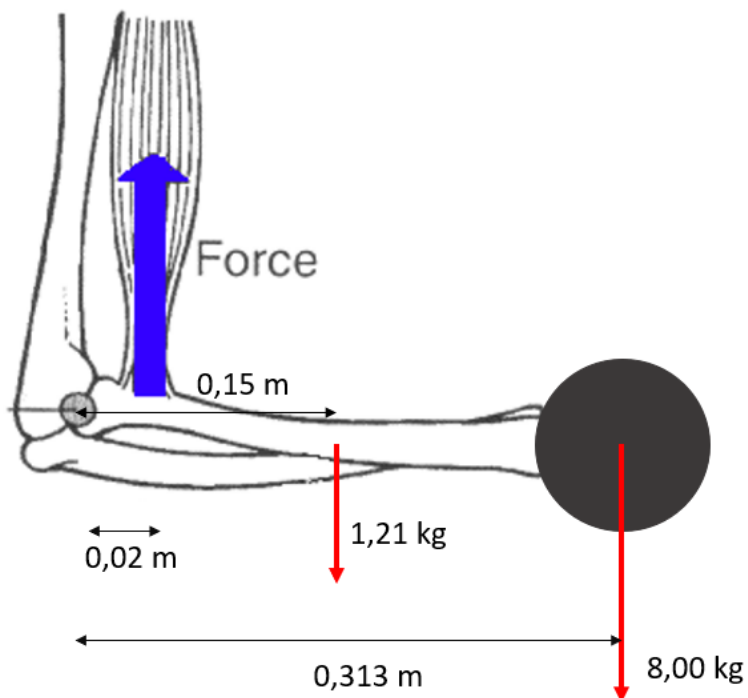


Figure 1. muscular force (blue upwards arrow) and opposing forces acting on the forearm when holding an 8 kg dumbbell in equilibrium. The perpendicular distance from the elbow joint to the muscular force is 0,02 m; to the forearm centre of mass is 0,15 m and to the dumbbell is 0,313 m.

Exercise 3. Linear Kinetics (6 points)

- 2) Two handball players collide. One player has a mass of 64 kg and is running with a velocity of $3,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. The other player has a mass of 70 kg and is running with a velocity of $-3,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. What is the velocity of the players immediately after they collided?