

Eksamen THP203 2023-24

Seksjon 1 – Fysikk (70 poeng)

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

Sensorveiledning

Workings should be shown but alternative approaches are permitted if they are correct, and steps can be skipped if the answer is correct.

If only the correct answer is presented with no workings, award 1 point

Diagrams can be used to give points if the other workings are not clear.

Students have been told to leave values to at least 3 decimal places until the final answer, at which point 2 decimal place is fine (depending on the variable). Slightly different values to those presented here are permitted where they arise from rounding differences.

Points are lost if:

- units are not presented or are incorrect [-1]
- errors in calculation – allow follow-through points [-1]
- if the direction is not stated or is incorrect when it is asked for [-1]

Oppgave 1

To utøvere kolliderer. Utøver 1 har en masse 67 kg og løper med en hastighet på $-5,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Utøver 2 har en masse 94 kg og løper med en hastighet på $3,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

a) Hva var den samlet hastigheten etter kollisjonen?

(6 poeng)

$$P_T = P_1 + P_2$$

$$P_T = (67 \cdot -5,4) + (94 \cdot 3,1) = -70,4$$

$$P_T = \text{samlet mass} \cdot \text{samlet hastighet}$$

$$\text{Samlet hastighet} = -70,4/(67+94) = -0,44 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

b) Hva er vekten til utøver 1 i Newtons?

(2 poeng)

$$F = ma$$

$$F = 67 \cdot 9.81 = 657.27 \text{ N}$$

c) Hvor stor kinetisk energi har utøver 2?

(2 poeng)

$$E_K = \frac{1}{2} mv^2$$

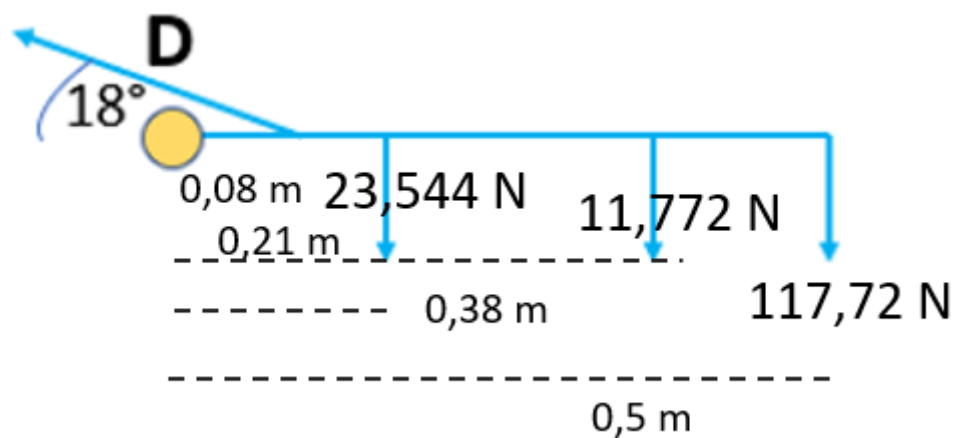
$$E_K = \frac{1}{2} 94 \cdot 3,1^2 = 451,67 \text{ J}$$

Oppgave 2

En utøver holder en manual på 12kg horisontalt med armen helt utstrakt. Manualens avstand fra skulderrotasjonsaksen er 0,5 meter. Avstand fra skulderaksen til massesenteret til overarmen og underarmen er henholdsvis 0,21 m og 0,38 m. Massen til overarmen og underarmen er henholdsvis 2,4 og 1,2 kg. Deltoidmuskelkraften (D) virker i en vinkel på 18 grader (vinkel angitt med klokken i forhold til horisontalen), som markert i figur 1, med en avstand på 0.08 meter fra skulderaksen.

a) Hvor stor kraft utvikler deltoidmuskelen i denne stillingen?

(10 poeng)



$$\Sigma \tau = 0$$

$$\Sigma \tau = (D \sin(18) \cdot 0,08) + (-23,544 \cdot 0,21) + (-11,772 \cdot 0,38) + (-117,72 \cdot 0,5) = 0$$

$$(D \sin(18) \cdot 0,08) = 68,278$$

$$D = 2761,887 \text{ N}$$

b) Hvor stor er de horisontale og vertikale reaksjonskreftene i skulderleddet, og hvilken retning har de?

(8 poeng)

$$\Sigma F_y = 0$$

$$\Sigma F_y = F_y + D \sin(18) - 23,544 - 11,772 - 117,72 = 0$$

$$F_y = -700,43 \text{ N (i.e. nedover)}$$

$$\Sigma F_x = 0$$

$$\Sigma F_x = F_x - D \cos(18) = 0$$

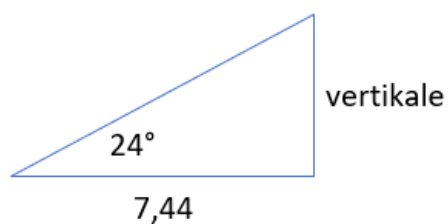
$$F_x = 2626,71 \text{ N (til høyre eller motsatt retning av den horisontale delen av D)}$$

Oppgave 3

En friidrettsutøver fullfører et lengdehopp med horisontal hastighet på $7,44 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ med en vinkel på 24 grader i forhold til horisontalen.

- a) Hvor stor var den vertikale utgangshastigheten?

(2 poeng)



$\tan(\theta) = \text{motstående/hosliggende}$

$\tan(24) = \text{vertikale}/7,44$

$7,44 \cdot \tan(24) = 3,31 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (3,313 når brukes videre)

- b) Hvor lang tid var utøveren i luften?

(4 poeng)

$$v = u + at$$

$$0 = 3,313 - 9.81t$$

$$t = 0,3377 \text{ s til maks høyde}$$

$$\text{tid i luften} = 0,675 \text{ s (eller 0,68s)}$$

- c) Hvor langt hoppet utøveren?

(4 poeng)

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

$$s = ut = 7,44 \cdot 0,675$$

$$s = 5,02 \text{ m}$$

Oppgave 4

En trampolineutøver med masse 55 kg er i luften og har et spinn på $13,4 \text{ kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$. Hen har en vinkelhastighet på $3,8 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$ i starten. Trampolineutøveren endrer kroppsposisjonen før landing slik at vinkelhastigheten ble redusert med $1,2 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$.

- a) Hvor stor var endringen i treghetsmoment?

(6 poeng)

$$H = I\omega$$

$$13,4 = I_1 \cdot 3,8$$

$$I_1 = 3,526$$

$$13,4 = l_2 \cdot (3,8 - 1,2)$$

$I_2 = 5,154$

Endringen = $I_2 - I_1 = \text{økt med } 1,63 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$

- b) Trampolineutøveren nådde et maksimum høyde av 3,4 meter over bakken. Hvor stor var den totale energien til trampolineutøveren i svevet?

(4 poeng)

$$E_T = E_K + E_P + E_S = 0 + E_P + 0$$

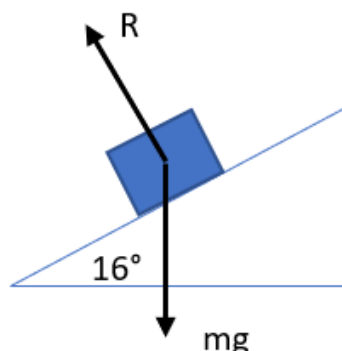
$$E_T = mgh = 55 \cdot 9,81 \cdot 3,4 = 1834,47 \text{ J}$$

Oppgave 5

En trener ønsker å estimere friksjonskraften mellom snøbrettet og underlaget når utøveren beveger seg nedover en bakke. Utøveren har masse på 63 kg og bakken har en helning på 16 grader i forhold til horisontalen. Friksjonskoeffisienten mellom bakken og snøbrettet er 0,12.

- a) Hvor stor er friksjonskraften?

(8 poeng)



$$F_F = \mu R$$

$$F_F = 0,12 \cdot (mg \cos(16)) = -71,29 \text{ N}$$

(kan få 8 poeng uten å skrive negativ retning ettersom det er forstått at det er en friksjonskraft)

Oppgave 6

En utøver løfter en stang med masse 50 kg fra bakken med konstant muskelkraft på 1100 N. Vertikal avstand stangen ble beveget var 0,43 meter og dette tok 0,17 sekunder.

- a) Hvor mye arbeid utførte gravitasjon?

(2 poeng)

$$W = Fd$$

$$W = 50 \cdot -9,81 \cdot 0,43 = -210,915 \text{ J}$$

- b) Hvor mye effekt genererte utøveren?

(2 poeng)

$$\text{Power} = W/t = 1100 \cdot 0,43 / 0,17 = 2782,35 \text{ W}$$

- c) Hvor mye var den gjennomsnittlige hastigheten til stangen under løftet?

(2 poeng)

$$\text{Velocity} = \text{change in position/time}$$

$$\text{Velocity} = 0,43 / 0,17 = 2,53 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

Oppgave 7

En tennisball blir slått med helt utstrakt arm. Skulderen roteres med hastighet på $7,3 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$. Den totale lengden på den forlengede armen fra skulderleddet til kontaktpunktet med ballen på racketen er 94 cm.

- a) Hva er den lineære hastigheten til ballen når den treffes?

(4 poeng)

$$v = r\omega$$

$$v = 0,94 \cdot 7,3 = 6,86 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \text{ (6,862 når brukes videre)}$$

- b) Hvor stor er den sentripetalakselerasjon av racketen (på punktet som er 94 cm fra skulderleddet) under bevegelsen?

(4 poeng)

$$a_z = v^2/r = 6,862^2/0,94 = 50,09 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$$

Seksjon 2 – Vevismekanikk (20 poeng)

Generelt

Definer Youngs modul, strain, stress, "ultimate strength" og "safety factor". Forklar hvordan "safety factor" er relatert til vevskade.

(3 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.

Bein

Nevn og forklar de åtte faktorene som påvirker de mekaniske egenskapene til beinvev.

(4 poeng)

Material composition, load type, bone location, load orientation, loading rate, sex, age, structural properties. 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).

Hvordan kan man sammenligne de materiale egenskapene til to knokler hvor man tar hensyn til dimensjon og form?

(2 poeng)

The force applied during the test and the deformation recorded should be normalised to the dimension of the bones to compare: force in function of cross-sectional area and deformation in function of initial length, giving stress and strain, respectively.

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.

Sene

Hvordan kan man måle stivhet av patellarsenen med ultralyd og et 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.

Muskel

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)

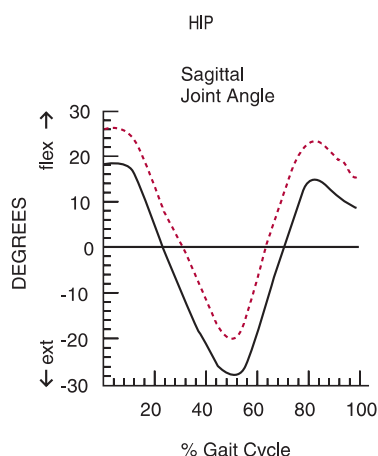
1. Teknikk og analyse

- a) Hvorfor er det hensiktsmessig å dele bevegelser eller teknikker inn i ulike faser (Gi eksempler og begrunn svaret)?

(2 poeng)

Dette er for å kunne beskrive, analysere, kommunisere og forstå bevegelser/teknikker. Kriterier for å dele inn i faser kan være basert på eksempelvis kinematikk, kinetikk, posisjon og hastighet. Eksempler er gange- og løpssykluser hvor man eksempelvis bruker isett av fot. På et større nivå som en 100 m sprint kan man dele den inn i eksempelvis akselerasjon og konstant fart fasen. Et hopp kan deles inn i en bremse- og akselerasjonsfase. Videre kan en retningsforandring deles inn i en akselerasjons, deselerasjon og re-akselerasjonsfase. Bevegelser som slag og kast deles gjerne inn i cocking/ladning, akselerasjon og deselerasjonsfase.

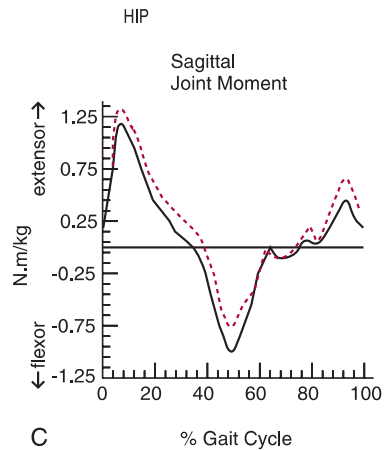
2. Gange og løp



- a) Figuren ovenfor viser posisjon i hoftelrådet gjennom en gangesyklus (100%). Hvilken bevegelse og i hvilken posisjon er hoftelrådet i fra 0 til ca. 50% av gangesyklusen?

(2 poeng)

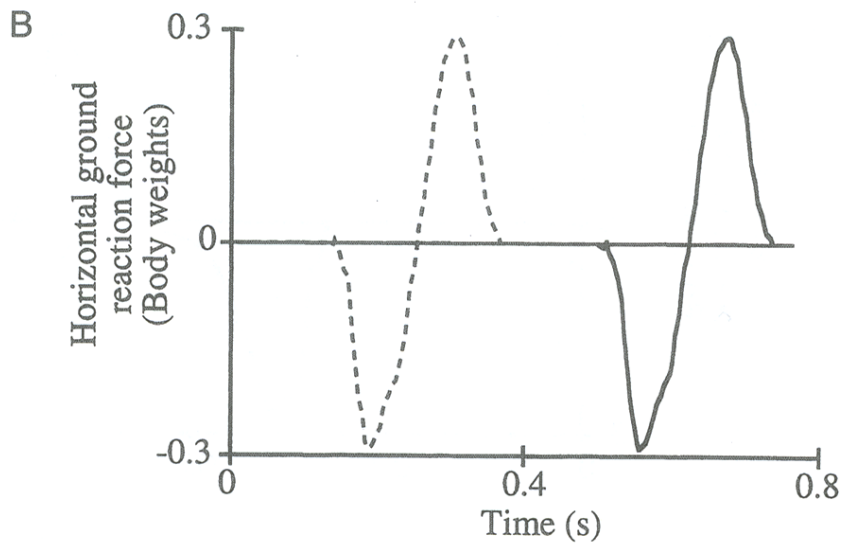
Innledningsvis fra 0 til ca. 10% er hoftelrådet flektert, men siden stigningstallet er minimalt positivt skjer det en liten fleksjon. Dersom du bedømmer stigningstallet til å være null, noe som kan forsvares, vil det bety at det ikke er noen bevegelse som finner sted. Fra 0 til ca. 25% (når grafen krysser 0 linjen) vil hoftelrådet være flektert. Fra ca. 10 til 50% er stigningstallet negativt, noe som betyr at en ekstensjon finner sted. Når grafen krysser 0 linjen (ved ca. 25%) til 50% vil hoftelrådet være ekstendert.



- b) Figuren ovenfor viser det indre leddmomentet over hoftelddet gjennom en gangesyklus (100%). Hvilke leddmoment har vi fra 0 til ca. 35% og fra 35 til ca. 60% av gangesyklusen?

(2 poeng)

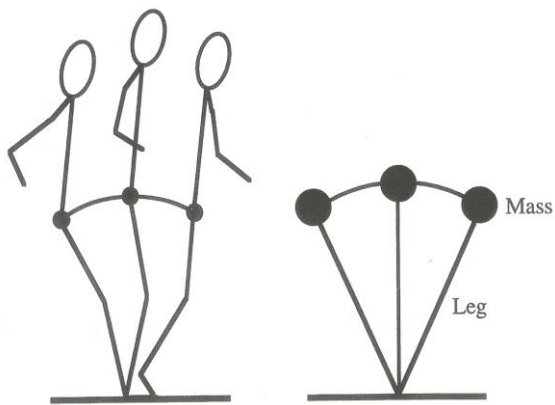
Det indre leddmoment fra 0 til ca. 35% er positivt (over 0 linjen), det vil si at det indre leddmomentet som skapes er ekstensjon. Etter at grafen krysser 0 linjen er momentet negativt og det er definert som et indre fleksjonsmoment (se y-akse).



- c) Figuren ovenfor viser horisontalkraften i et løpesteget. Positiv retning på kraften i løpsretningen forover. Den stiplede 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 dele 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

- d) Bildet ovenfor viser invertert pendel modellen som brukes for å beskrive bevaring av mekanisk energi i gange. Forklar bakgrunnen for denne modellen og hvilken konsekvens den har?

(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.