

Høsten 2019

FYS100 Fysikk: Hand-in X

To be handed in at the latest **Friday 25th October 2019, at 23.59**.

You **must** hand it in by scanning your handwritten solution or compiling your electronic documents into **a single .pdf** file, and uploading it to Canvas in "Week Ten Exercises". Bad mobile phone pictures are not acceptable (there are apps that work OK), nor are any other file formats than a single .pdf.

You **must**:

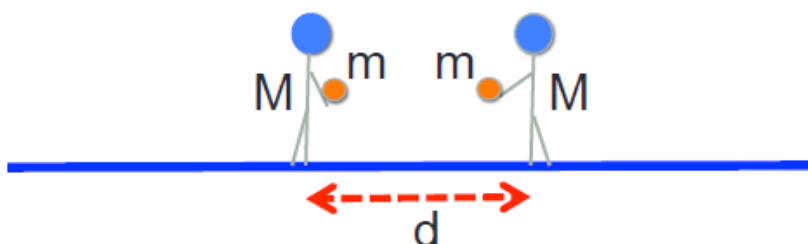
- Put your name and student number on each page.
- Make sketches for all problems, where it makes sense.
- Write in a readable, well-structured way.

Pass is 40% correct (including partial credit). There is no grade. There is **no option** to correct and resubmit.

Good luck!

Give one mark per part, except part 3a which carries two marks. Total marks 10, 4 needed for approval.

Problem 1: Conservation of momentum (Konte-exam 2016)



Two men, each of mass $M = 75.0$ kg, find themselves standing on an icy lake, a distance $d = 5.00$ m apart. They each happen to carry a basketball, weighing $m = 0.600$ kg. In order to move, they get the clever idea of throwing the balls to each other. They throw with the same speed $v = 10.0$ m/s, at the same angle with horizontal, θ , and at the same time. We also assume that they somehow manage for the balls to not hit each other in mid-air, and that they throw and catch the balls at the same height above the ground. There is gravity, $g = 9.80$ m/s².

- With what angle θ should they throw, in order to hit the other guy? Is there more than one solution?
- How far are the two guys apart, when they receive the balls?
- What is their speeds *after* they receive the balls?

For each question, provide an algebraic expression, a sketch and a numerical result.

Problem 2: Krafter og akselerasjon

En rektangulær blokk som er 0.6m bred, 0.6m lang og 1.2m høy, står på et horisontalt lasteplan på en bil. Blokken har uniform massefordeling og totalmassen er 80kg. Blokken er orientert med sidene parallelt med lasteplanet. Den statiske friksjonskoeffisienten mellom blokken og lasteplanet er 0.6. Bilen kjører med en fart på 60 km/h idet føreren oppdager et faresignal og bremses kraftig, men jevnt opp.

a) Tegn et bilde av situasjonen og angi retningen av de relevante kreftene når bilen bremses.

Løsning: (Der skal tegnes et bilde.) Bilen blir bremseset. Der er friksjon mellom lasteplanet og blokken. Friksjonen på blokken peker i den samme retning som akselerasjonen på bilen, i den modsatte retning av farten. Blokken har en vekt som peker nedad fra massesentret og en normal kraft mellom lasteplanet og blokken som peker oppad.

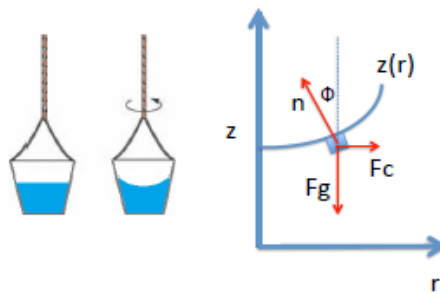
b) Hva er den korteste stopptiden bilen kan ha uten blokken glir på lasteplanet?

Løsning: Akselerasjonen kan ikke overgå den max statisk friksjon mellom blokken og lasteplanet som er $f_s/m = \mu_s g = 0.6g$. Stopptiden er så $t = u/a = (60 * 1000/3600)/(0.6 * 9.82) = 2.8s$ (2 sig. fig.)

c) Hva er den korteste stopptiden bilen kan ha uten blokken velter på lasteplanet?

Løsning: Blokken kan kun velte hvis der en netto dreiemoment omkring en akse igennem blokken. Det er der ikke når blokken står stille på grund av normal kraften. Når blokken står til at velte omkring en av hjørnene, er normalkraften konsentrert der, og dreiemomentene består av vekten og en fiktive akselerasjon på grund av bremsing. I så fald er dreiemomentene $ma_{\max} \sin \theta - mg \cos \theta = 0$ hvor θ er vinkelen mellom lasteplanet og linjen fra hjørnet til massesentret. Så få vi $a_{\max} = g/\tan \theta = gx/y = g0.6/1.2 = 0.5g$. Stopptiden er nå $t = u/a_{\max} = (60 * 1000/3600)/(0.5 * 9.82) = 3.4s$. Det er en lengere tid (mindre max akselerasjon) enn den fra del (b).

Problem 3: Centrifugal force (Exam 2017)



Consider a bucket of water spinning with constant angular speed ω . We are interested in finding the shape of the water's surface, $z(r)$. We do this by first noting that in the rotating frame of the bucket, a small water element of mass m on the surface of the water is in static equilibrium. The figure shows the three forces acting on the water element: Centrifugal force F_c , gravity F_g and the normal force \mathbf{n} of the rest of the water on the water element.

a) Find the angle ϕ as a function of r , the distance from the axis of rotation.

We are interested in the curve describing the water surface height, $z(r)$.

b) Given that the normal force is perpendicular to the surface, express the slope dz/dr in terms of ϕ .

c) Combine the results of a) and b) to find $z(r)$. Does it make sense, and why?