

Et kompendium i Fysik B

”Ildens Vogtere”

Narrative opgaver

Betingelser for anvendelse

Husk Copy-dan aftalen

Hvis du anvender kompendiet på en uddannelsesinstitution,

så skal brugen indberettes efter almindelige regler.

Dog tilføjes det at 100% af værket må kopieres.

Kompendiets forfatter er Bo Paivinen Ullersted

Udgives af Bo Paivinen Ullersted på siden BoPingvin.com

Første udgivelse i 2020.

Indhold per 21/12 2020

Giftige dybder: Eksperiment i opdrift

Udbrud fra Napoleons lejr: Øvelse i optik

Kanonernes sang: Spil med kinematiske beregninger

Napoleons belejring: Afsluttende repetition

Giftige dybder

ET EKSPERIMENT I OPDRIFT

Overblik

Varighed

1 modul i fysiklokalet + en opgave der skrives derhjemme (journal eller rapport).

Fagligt indhold

Eksperimentet omhandler opdrift, samt begreberne tyngdepunkt og stabil ligevægt.

Man kan med fordel gennemgå opdrift forud for modulet, og stabil ligevægt + tyngdepunkt beregning i starten af modulet.

Fortællingen

I vender tilbage til jeres koloni Vault 101 fra jeres rejse til Zootropolis, med ny viden om vandets kræfter.

Den skal anvendes til at bygge sikre både, som kan transportere personer og varer op ad den giftige flod nær byen. Hvis I klarer opgaven, har I bevist jeres værd som Ildens Vogtere – og kan få adgang til kolonierne bag floden.

Vejledning til eksperimentet

I skal fremstille 2-4 simple "fartøjer", bestående af forskellige beholdere og klodser, som kan flyde i vand. Desuden skal fartøjerne lastes med f.eks. sand, metalplader eller lodder.

Med disse fartøjer skal I teste hypotesen: "Et fartøj er i stabil ligevægt, hvis tyngdepunktet ligger under vandoverfladen".

I skal også teste hypotesen "Hvor højt et fartøj flyder kan beregnes ud fra dens masse og form samt formelen for opdrift".

Desuden skal I konkludere på det mest praktiske design, i forhold til at transportere personer og varer på en (giftig) flod.

Skriv en journal eller en rapport (spørg underviseren) – så har I den til eksamen.

Fremgangsmåde

Fartøjets masse og størrelse måles, herunder højde, bundareal og volumen.

Herefter placeres ballast i fartøjet, som også vejes. HUSK at være forsigtige med glasvarer! De går i stykker hvis metalloder eller sten falder ned i bunden.

Når fartøjet er klart, sættes det i vand, hvor det kan være nødvendigt at støttes det lidt så det ikke vælter. Mål hvor dybt fartøjet stikker under vand – eller hvor højt det stikker over.

Herefter kan I teste stabiliteten ved at skubbe til det med fingrene, og se om fartøjet vender sig. Bemærk at stabilitetstesten ikke ”gælder” hvis der kommer vand oven på eller ind i fartøjet.

Databehandling

Tegn en skitse af jeres fartøj. Analyser herefter om fartøjet er stabilt, brug samme fremgangsmåde som i ”Teori om stabilitet af både” dokumentet på ItsLearning.

Beregn hvor stor en del af fartøjet der burde stikke over vand, brug tyngdekraften og opdriftsformlen til dette. Når volumen over vand er beregnet, kan det omregnes til en højde over vand.

Lav beregninger og skitse-analyse for alle fartøjer. Husk, at det kun er nødvendigt at beskrive fremgangsmåden for den første beregning. Skriv resultaterne op i en tabel.

Konklusion

Er der overensstemmelse mellem de målte og beregnede størrelser?

Konkluder på hypoteserne. Nævn fejlkilder og usikkerheder.

Argumenter for hvilket fartøj, der har det mest praktiske design til sejlads på floden.

Udbrud fra Napoleons lejr

EN ØVELSE I OPTIK

Overblik

Varighed

Afvikles på 1 modul, og optager cirka 30 min. af modulet.

Fagligt indhold

Der arbejdes inden for feltet optik. Da det er en praktisk øvelse foretages ingen beregninger, men forståelse af begreber som refleksion, brydning, fokallængde, absorption og infrarød stråling vil hjælpe eleverne med at producere en løsning.

Fortællingen

I er taget til fange af Napoleons kaptajn, og ført til det store aflåste laboratorium, som også er våbenværksted og krudtkammer.

Som de andre tilfangetagne vismænd og lærlinge får I også mulighed for at udføre eksperimenter, dog under bevogtning af vagterne. Dette giver jer en mulighed for at slippe væk, ved at antænde krudtet og sprænge hul i muren.

Det er dog ikke en let opgave, for vagterne er blevet personligt instruerede af Napoleons kaptajn, som selv er krudtmager. Derfor vil de ikke lade jer arbejde med hverken selvantændelige kemikalier (f.eks. tændstikker) eller gnist-frembringere (f.eks. lightere).

Men vagterne har aldrig hørt om at man kan antænde krudt med lys...

Opgaven

Elevernes opgave er at skabe røg uden kemiske hjælpemidler, gnister osv.

Dette skal de gøre med en samling af redskaber, samt hvad der ligger i lokalet.

Når en gruppe forsøger sig med opstillingen, får de points hvis de har forbedret opstillingen i forhold til sidste gruppe inden dem.

Den første gruppe der opnår stabil røg fra papiret (ikke bare fordampende sprit) vinder – og får flest points.

Rækkefølge

Eleverne inddeles i grupper, der efter tur får lov at få 2 min. med opstillingen.

Gruppernes rækkefølge trækkes ud, og de andre grupper arbejder med andre opgaver når det ikke er deres tur (selvom de nok vil blive distraherede).

Man kan med fordel trække gruppenumre fra en hat eller tilsvarende, så man er sikker på at alle grupper får lov at prøve en gang inden der er nogle der får deres andet forsøg.

Når en ny gruppe overtager opstillingen, stiller næste gruppe i rækkefølgen sig ved siden af, så de kan følge med i ændringer i opstillingen, og være klar til at overtage.

Ideer til points

Hvis man anvender Classcraft, er det oplagt at give points som XP og/eller GP.

En anden metode er at uddele kort fra spillet Fysikkens Mestre (Fagets Mestre) som points, og så lade eleverne spille det i et efterfølgende modul med de vundne kort (alle grupper kan få 6 kort udover de optjente, så der er nok til at spille med).

Ellers kan man uddele karameller eller lignende snacks. Efter endt udfordring kan resten fordeles ligeligt mellem grupperne.

Den hemmelige del – vis ikke til eleverne

Forslag til redskaber

Halogen arbejdslampe, tusher, tyndt papir (f.eks. toiletpapir), små linser, kugleformet kolbe, sølvpapir, kraftig LED lampe, ståltråd, små spejle.

Hvor svær opgaven er at løse kommer meget an på de lamper der stilles til rådighed, ikke bare deres lysstyrke men også spredningsvinklen og størrelsen på filamentet (som der jo dannes et billede af i brændpunktet).

Bemærk at der ikke må være en oplagt løsning, f.eks. et forstørrelsesglas der er stort nok til at det alene kan sætte ild i papiret.

Det er vigtigt at afprøve opstillingen på forhånd, både for at teste at man kan skabe røg med de givne redskaber, og for at teste at linserne ikke er så store, at man kan skabe røg med en enkelt linse og lampe.

Forslag til løsninger

Den mest elegante løsning består i at forme sølvpapiret til et hulspejl med den kugleformede kolbe, placerer arbejdslampen under og så bruge ståltråden til at hæve et stykke sortfarvet papir op i brændpunktet. Herved udnyttes al den infrarøde stråling fra arbejdslampen, samtidig med at der holdes på den varme luft.

Det sker dog sjældent at eleverne når frem til dette uden ret kraftige hints.

En typisk løsning er at danne en "ovn" ved at dække en eller begge lamper til med sølvpapir, og så lægge sortfarvet papir derind.

Eleverne får også ofte en god ide, som dog er svær at få til at virke: at anvende den runde kolbe som brændglas. Problemet med dette er, at der dannes et billede af filamentet, og det ofte er langstrakt, derfor er det svært at

få tilstrækkelig intensitet på denne måde. Samtidigt reflekteres al varmemstrålingen af glasset, så et hulspejl er en meget bedre løsning.

Ellers kan eleverne med tålmodighed få dannet et system af linser (og/eller spejle) der indfanger og koncentrerer lyset nok til at få røg fra det sortfarvede papir.

Endeligt kan arbejdslampen efter lang tid tændt blive så varm, at alene kontakt med glasset er nok til at få papiret til at ryge.

Bedømmelse af elevernes løsninger

Idet eleverne skal bedømmes på om de har gjort fremskridt (ved anvendelse af pointsystem), er der her et par retningslinjer. Jeg bedømmer selv eleverne efter om de forbedrer opstillingen ved at afprøve en ny ide, der ikke bare er grebet ud af den blå luft.

Så forbedringer som at fylde vand i rundkolben og forsøge at bruge den som brændglas er en forbedring. At stille linser, spejle eller sølvpapir op i et forsøg på at få mere lys til at ramme papiret er en anden. At tænde anden lampe er en forbedring. At sætte papiret over lampen, så varmen "fanges" af det, er en forbedring. Og så videre.

Tips til stemning

For at få den rigtige bevogtnings-stemning kan det være en fordel at opgaven udføres i et mørkt kælderlokale. Eller bare i et andet lokale end elevernes normale undervisningslokale, f.eks. i laboratoriet.

Justering af tid

For det meste vil det tage mindst 10 minutter at løse opgaven for eleverne, oven i den tid der er brugt på at introducere den.

Eleverne kan naturligvis også sidde fast, så kan man med fordel give dem hints der leder dem i retningen af den løsning, man på forhånd har afprøvet.

Hvis eleverne har levet sig meget ind i situationen, vil de have en forventning om at "nu er vi sluppet ud" vil blive fulgt af en handling. Man kan være så heldig at modulet næsten er slut, og så give dem tidligt fri. Ellers kan man bevæge sig til et andet lokale (evt. kombineret med en kort pause) for at "slippe væk", og fortsætte undervisningen der.

Kanonernes sang

ET SPIL MED KINEMATIK BEREKNINGER

Overblik

Varighed

Tager 1 modul inklusive forberedende undervisning, elevernes forberedelse, spil og afrapportering.

Med et dygtigt hold, der behøver kortere forberedelse, kan det afvikles på mindre end et modul.

Fagligt indhold

Der arbejdes med beregninger på det skrå kast.

Kort beskrivelse

Kanonernes sang anvender Kanon kamp - et undervisningspil lavet i Unity, som handler om at ramme sine fjender med en kanon, før de skyder igen.

Det spilles som udgangspunkt af en hel klasse af gangen (inddelt i grupper), på projektor.

Det er også muligt at gennemføre "Kanonernes sang" uden software, så står underviseren selv for at kontrollere om elevernes beregnede skudvinkler rammer målet.

Fortællingen

Napoleons hær nærmer sig nu kolonien Dynamia, hvor I har forberedt jer ved at bygge simple kanoner, målt deres skudhastighed og øvet jer på skudbane beregninger.

For at komme igennem Dynamias tykke træmure, er Napoleon nødt til at nærme sig med sine kanoner, så de kan bombardere forsvarsværkerne.

Men I står klar til at forsvare jer.

Forberedende undervisning

Grundlæggende viden

Eleverne skal kende til grundlæggende kinematik, og specielt være introduceret til formlen

$x_{slut} = v_0^2 \cdot \frac{\sin(2 \cdot \alpha)}{g}$, eller tilsvarende formel der kobler skudlængde, vinkel og affyringshastighed sammen.

Bemærk at formlen giver to løsninger i intervallet 0° - 90° : en vinkel $\alpha_1 \leq 45^\circ$ og en vinkel $\alpha_2 \geq 45^\circ$, hvor det gælder at $\alpha_2 = 90^\circ - \alpha_1$.

Forberedende kalibrering

En forberedende opgave kunne være at beregne skudlængden ved de tre mulige hastigheder (43, 63 og 77 m/s) både ved 45 grader og 75 grader.

Så kan man kræve af eleverne, at alle deres vinkler skal ligge i intervallet 45 til 75 grader – og man slipper for at de konsekvent vælger den højeste affyringshastighed.

Bemærk at det er mere sikkert at vælge vinkler over 45 grader end under, både fordi at der kan være mure/bakker i vejen, og fordi at der skal justeres mindre for højdeforskellen.

Justering for mål i forskellige højder

Da den tidligere nævne formel kun gælder for mål i samme højde som affyringen, er følgende metode relevant:

Hvis et mål ligger i højden Δy over affyringen, så skal afstanden x_{slut} i formelen forøges fra $x_{vandret}$ til

$$x_{effektiv} = x_{vandret} + \Delta x, \quad \text{med } \Delta x = \frac{\Delta y}{\tan(\alpha)} \text{ hvor } \alpha \text{ affyringsvinkel.}$$

Vinklen α kan bestemmes som overslag ved først at lave beregningen uden hensyn til højden. Fra den fundne vinkel bestemmes Δx , og en ny affyringsvinkel α beregnes ud fra den justerede højde.

Tilsvarende gælder for mål under affyringshøjde, her bliver Δx blot negativ.

Praktiske informationer

Praktiske forberedelser

Eleverne i klassen skal inddeles i 5 grupper, som fysisk sætter sig sammen.

Sørg for at hente og afprøve spillet på forhånd, så du er sikker på at der ikke opstår tekniske problemer.

Hent spillet

Hent først zip-filen på

<https://drive.google.com/file/d/153o1VYDt7o-gyvk0G6Rt5BxU2-CggpnO/view>

Udpak mappen, og kørs herefter .exe filen.

Hvis spillet slet ikke virker, kan du selv opsætte mål til eleverne i forskellige afstande og højder. Kontroller så selv om deres vinkel-beregninger er korrekte.

Stemning

Det hjælper **meget** på oplevelsen hvis lyset slukkes og der sættes dramatisk baggrundsmusik på.

Jeg har selv anvendt https://youtu.be/M_qb89uGi0Y.

Efter sejr kan en passende musik spilles, f.eks. <https://youtu.be/IV6L92DA8nU?t=85>.

Sådan gør du

For hver gruppe vælges et mål. Det simpleste er at gruppe 1 starter med at skyde efter fjende 1 osv.

Du klikker så på gruppens nr. og fjendens nr. i spillet, og aflæser herefter vandret afstand og højde i venstre hjørne. Disse oplysninger skriver gruppen ned, og begynder at regne på dem.

Når de er klar med et resultat sørger du først for at den korrekte gruppe og fjende er valgt. Herefter vælger du skudhastigheden, og indtaster affyringsvinklen. *Bemærk* at der bruges "." som decimal-separator.

Der skal mindre end én grads afvigelse til at ramme forbi målet, så eleverne skal angive vinklerne med tiendedele graders præcision.

Regler i spillet

Indbyggede regler

Efter de første 10 min. skyder fjenden på eleverne. Herefter skyder fjenden hver 5 min. Der er 50% chance for at en af elevernes kanoner bliver ramt for hvert skud, hvorefter den ikke kan anvendes.

Hvis alle elevernes kanoner rammes, har de tabt spillet. Hvis alle fjendens kanoner rammes, har de vundet.

Regler, underviseren skal håndhæve

Man vil gerne undgå to ting i spillet:

- 1 at eleverne bare prøver sig frem, i stedet for at regne på det.
- 2 at den bedste gruppe skyder alle mål ned.

Derfor har hver gruppe en bestemt kanon, og underviseren håndhæver en "lade-periode" på 5 min. efter hvert skud med kanonen (let version). Man kan også have en lade-periode på 10 min. (svær version).

Eleverne må ikke dele oplysninger elektronisk med de andre grupper.

Hvis en gruppe rammes af fjenden, så skal de efterlade deres computere og sprede sig til bordene med andre grupper (hvor de kan hjælpe til).

Hvis eleverne er fagligt stærke, kan man forbyde dem at bruge regneark og solve funktioner. I stedet må de kun bruge simple lommeregner funktioner (fire regnearter, potens og kvadratrodd).

Oversigt over regler til elever

- Hver gruppe har deres kanon. (5 i alt)
- I kan indstille starthastighed (45 m/s, 63 m/s og 77 m/s) og vinkel (45° til 75°)
- Det tager 5 min. fra et skud, til kanonen er klar igen
- *Ingen* deling af filer uden for grupperne!
- Hver kanon har et mål – I må kun skyde efter det

- I må gerne forlade jeres kanon for at hjælpe andre grupper – *uden at medbringe computere eller delte filer!*
- Hvis jeres kanon rammes af fjenden tager I skade, og må forlade kanonen
- Når I mister en kanon, må de tilbageværende kanoner skyde efter dens mål

Afsluttende aktivitet

Det kan være svært på forhånd at vide hvor lang tid spillet tager. Spillerne taber mellem 45 min. og 65 min. efter start, men forhåbentligt har de vundet inden da.

Derfor kan man have en aktivitet i baghånden til at fordrive den resterende tid.

Jeg har selv bedt eleverne om at skrive en historie om deres kamp, hvori de også dokumenterer deres beregninger.

Napoleons belejring

REPETITION AF KERNESTOF

Overblik

Napoleons belejring er et repetitions-forløb, der varer 2 moduler.

Ideen er at eleverne forbereder sig på at besvare spørgsmål inden for et givet emne, givet en række oplysninger. Men de kender ikke selve spørgsmålene på forhånd, og skal derfor forberede sig på at forklare en hvilken som helst beregning man kunne forestille sig at foretage med de givne oplysninger.

Forløbet er afslutningen på fortællingen om Napoleon, den vigtigste figur der nævnes i historien på 2. årgang.

Del 1

Ramme

Varighed

1 modul af 90 minutter.

Heraf er der 10 min. opstart (fraværsregistrering og diverse), 10 minutters præsentation af konceptet, 35 min. elevforberedelse til spørgsmålene, 5 minutters pause, 30 min. med spørgsmålene.

Fagligt indhold

Repetition af emnerne gasser, tryk, arbejde (inkl. gassers arbejde), og mekanisk energi.

Det bør stilles som lektie at eleverne skal læse op på disse emner.

Opgaven i del 1

Fortsættes på næste side

Tekst til forberedelse

Forbered jer på at kunne besvare ethvert fysisk spørgsmål, som kan beregnes ud fra de oplysninger I får nedenfor. Der vil blive trukket tilfældige personer fra jeres teams til at besvare disse ukendte spørgsmål. Skade ved manglende svar! Det er OK kun at kunne forklare hvordan beregningen foregår, man behøver ikke at give et tal som svar. Hint: Se hvilke emner I skulle læse som lektie.

I bygger nogle få kanon-rør til krudt, som skal nedskyde Napoleons kanoner.

Projektillet er 1,00m nede i røret. Kuglen vejer 2 kg. Den er lavet af jern, densitet $7,78 \text{ g/cm}^3$.

Rørets inde diameter (og kuglens diameter) er 8 cm.

Der er et hulrum på længere nede end kuglen, hvor krudtet befinder sig. Det har volumen 0,25 liter.

Ved afbrænding stiger krudtet (og gassens) temperatur til ca. 430°C , samtidigt med at krudtet omdannes til 0,030 mol gas.

Luften i omgivelserne (og i kanonen inden affyring) har alm. Tryk, temperatur 20°C .

Trykket på kuglen ved affyring er 243 kPa

Affyringshastigheden for kuglen er 59,8 m/s

De hemmelige spørgsmål

Må ikke ses af eleverne på forhånd!

Note: Ved hvert korrekte svar gives en kommentar som "der fik I ram på endnu en kanon". "I snittede kanonen, men det var nok til at den væltede og ikke kan bruges".

Ved hvert forkerte svar gives en kommentar som "der eksploderer en kanonkugle tæt på dig. Du bliver ramt af en splint fra eksplosionen". "I får hældt for meget krudt i kanonen, og løbet rykker sig fri af rammen. Den kan ikke anvendes mere".

- Hvilken kraft udsættes kanonkuglen for af eksplosionen ved affyring?
- Hvilket volumen har kanonkuglen?
- Trykket på kuglen fra eksplosionen er kendt, men hvilken formel kunne anvendes til at beregne trykket (hvis trykket var ukendt)?
- Hvor stort et arbejde udføres af gassen på kuglen (antag konstant tryk under affyring)?
- Hvor stor en kinetisk energi har kuglen ved affyring?
- Hvor højt kan kuglen nå op, hvis kanonen affyres lodret?

Del 2

Ramme

Varighed

1 modul af 90 minutter.

I løbet af modulet udføres to opgaver.

Der er 10 min. til opstart (fraværsregistrering og diverse), 15 min. elevforberedelse til første del, 20 min. med spørgsmål i første del, 20 min. elevforberedelse til anden del, 25 min. med spørgsmål til anden del.

Forberedelsestiden er kortere end i del 1, fordi eleverne nu har prøvet konceptet, og bedre kan forudsige hvilke spørgsmål der vil blive stillet dem. Samt at det er kortere tid siden de har arbejdet med disse emner.

Fagligt indhold

Repetition af emnerne dynamik, kinematik og mekanisk energi. Herunder kraftdiagrammer, fjederkræfter og det skrå kast.

Det bør stilles som lektie at eleverne skal læse op på disse emner.

Første opgave i del 2

Fortælling

Efter Napoleons kanoner er skudt i smadder, gør hans alliance sig klar til at storme imod borgen, og kaste spyd, sten, molotovcocktails og hjemmelavede granater over muren, inden de klatrer over den med stiger.

For at forsvare borgen imod angriberne, har I konstrueret en stor mængde fjederkanoner, som bliver anvendt af jeres alliance.

Tekst til forberedelse

Forbered jer på at kunne besvare ethvert fysisk spørgsmål, som kan beregnes ud fra de oplysninger I får nedenfor. Der vil blive trukket tilfældige personer fra jeres teams til at besvare disse ukendte spørgsmål. Skade ved manglende svar! Det er OK kun at kunne forklare hvordan beregningen foregår, man behøver ikke at give et tal som svar. Hint: Se hvilke emner I skulle læse som lektie.

Kanonen anvender projektiler af jern, som fylder $12,8 \text{ cm}^3$. Hastigheden af projektilet lige efter affyring er 35 m/s .

Skuddet affyres i vinkel 48° . Fjederkonstanten er 80000 N/m . Fjederkraften når fjederkanonen er ladet er på $22,5 \text{ kN}$.

I affyrer fjederkanonerne i samme højde som jeres fjender befinder sig i, på den anden side af muren.

De hemmelige spørgsmål

Må ikke ses af eleverne på forhånd!

Instruktioner til underviseren

Anvend 5 eller 6 af spørgsmålene. Du kan fravælge de lette eller svære spørgsmål, afhængigt af holdets faglige niveau.

Ved hvert korrekte svar gives en kommentar som "der fik I ram på endnu en spydkaster". "I granatkasteren i skulderen, men det var nok til at han tabte granaten, så den eksploderede".

Ved hvert forkerte svar gives en kommentar som "der eksploderer en granat tæt på dig. Du bliver ramt af en splint fra eksplosionen". Eller "du bliver ramt af et spyd i armen".

Hvor meget vejer projektilet? *let*

Hvilken radius har projektilet? *let*

Hvilken kinetisk energi har projektilet?

Hvor dybt skal fjederen skubbes sammen når den lades?

Hvor lang tid tager det fra projektilet affyres til det rammer jorden? *svært*

Hvilket arbejde udføres når fjederen affyres? *svært*

Hvor langt kan projektilet nå (vandret afstand)?

*svært hvis elever ikke kender formelen $x_{slut} = v_0^2 * \sin(2\alpha) / g$*

Hvilken start-hastighed har projektilet i lodret retning?

Anden opgave i del 2

Fortælling

Napoleons alliance har nu opgivet at kaste ting over muren, og går nu over til deres sidste mulighed for at erobre borgen: At klatre over murene med stiger, reb og angrebstårne.

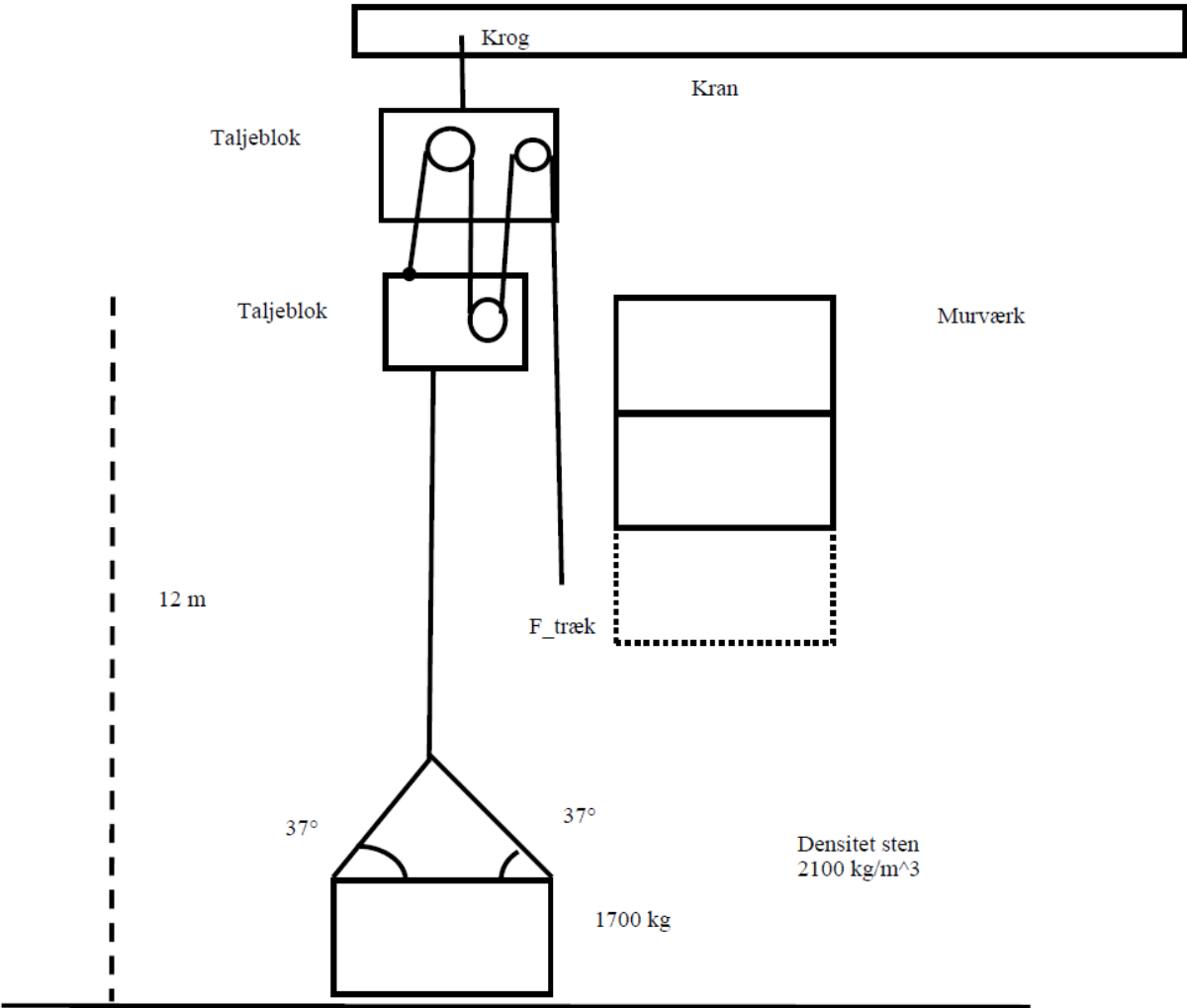
I gør jer klar til at forsvare de mure, I har opført.

Tekst til forberedelse

Forbered jer på at kunne besvare ethvert fysisk spørgsmål, som kan beregnes ud fra de oplysninger I får nedenfor. Der vil blive trukket tilfældige personer fra jeres teams til at besvare disse ukendte spørgsmål. Skade ved manglende svar! Det er OK kun at kunne forklare hvordan beregningen foregår, man behøver ikke at give et tal som svar. Hint: Se hvilke emner I skulle læse som lektie.

Alle oplysninger til opgaven kan ses på illustrationen nedenunder.

Forklaring: Stenene er fastgjort med snore i to sider. De to snore har vinklen 37° med vandret, og hænger i en enkelt snor. Denne snor er fastgjort til den nederste af to taljeblokke. Der er 12 m til toppen af muren. Den øverste taljeblok er fastgjort til en krog med et reb. Stenene vejer 1700 kg, og har densiteten 2100 kg/m^3 . Der trækkes lodret nedad i snoren til taljetrækket.



De hemmelige spørgsmål

Må ikke ses af eleverne på forhånd!

Instruktioner til underviseren

Anvend lige så mange spørgsmål som der er tid til. **Bemærk** at mange spørgsmål bygger på resultatet af tidligere spørgsmål. Du kan fravælge de lette eller svære spørgsmål, afhængigt af holdets faglige niveau.

Ved hvert korrekte svar gives en kommentar som "der fik I ram på endnu en spydkaster". "I granatkasteren i skulderen, men det var nok til at han tabte granaten, så den eksploderede".

Ved hvert forkerte svar gives en kommentar som "der eksploderer en granat tæt på dig. Du bliver ramt af en splint fra eksplosionen". Eller "du bliver ramt af et spyd i armen".

Hvor meget fylder en sten? *let*

Hvor meget energi kræver det at løfte en sten på plads?

Hvor stor skal snorkraften i taljetrækket være, når stenen hænger stille i luften? *svær*

Hvilken kraft påvirkes de vinklede snore med, når stenen hænger stille i luften? *svær*

Hvilken kraft påvirkes kranens krog med?

Hvor langt skal rebet trækkes tilbage for at løfte stenen i position? *let*

Hvis stenen falder ned fra muren, hvor meget kinetisk energi vil den have lige inden den rammer jorden?

Hvor stor skal trækraften på snoren være, når stenen løftes opad med konstant hastighed = $0,2 \text{ m/s}$?

Hvis stenen falder ned fra muren, hvilken hastighed rammer den jorden med?