

Vi besøker Tusenfryd

Elevhefte for barnetrinnet

Tømmerstupet	1	2	3	4	SpaceShot
SuperSplash					Loopen
SkyCoaster	5		6	7	ThunderCoaster
SpeedMonster					Sverre-husken
Blekkspruten	8	9	10	11	Finkarusellen

Hva er hva? Sett strek.

Til læreren

Heftet inneholder tre deler:

- Til læreren - lærerens sider
- Før besøket - forslag til hvordan et besøk på TusenFryd kan forberedes
- Under besøket - oppgaver som følger opp forberedelsene

Lærerens sider gir en oversikt over hvilke fysiske lover som gjelder på TusenFryd. Vi vil gå gjennom noen sentrale begreper som tyngde og akselerasjon, ta for oss Newtons lover om bevegelse og komme inn på sentripetalakselerasjon.

Før besøket bør klassen ha tenkt på hva de kan lære av et besøk på TusenFryd. Hvilke attraksjoner er aktuelle for klassen? De fleste attraksjonene på TusenFryd har høydebegrensning. For noen av de største og mest oppsiktsvekkende attraksjonene må man av sikkerhetsgrunner være minst 140 cm lang. For andre fartsfylte opplevelser er kravet satt til 120 cm. Selv for de yngste og minste elevene er det likevel mulig å ha en lærerik og morsom dag på TusenFryd. Slå opp de attraksjonene du tror klassen din vil ha glede av på <http://www.tusenfryd.no> og finn ut om de har noen begrensninger. Noen av attraksjonene krever at man har en voksen med.

Tenk på hvordan det blir å komme til TusenFryd! Mens man står i kø for å komme inn, hører man høye frydefulle skrik fra ThunderCoaster, det lukter popkorn, og man kjenner hvordan hele kroppen blir glad, utålmodig og forventningsfull. Da blir det kanskje ikke så lett å konsentrere seg om oppgavene? Jo mer barna har forberedt besøket, jo lettere vil det bli å gjøre undersøkelser på stedet.

Vi gjør oppmerksom på at noen av oppgavene krever at man får ha med seg et beger med vann eller et trappetroll i attraksjonene. Dette tillater TusenFryd bare unntaksvis og på helt spesielle dager.



Utarbeidet av...

Dette heftet, revidert i 2006, ble laget i 2005 i anledning Verdens Fysikkår. Det er utarbeidet av Torunn Aanesland Strømme og Jun Toutain ved Naturfagsenteret. Naturfagsenteret er et nasjonalt senter for naturfag i opplæringen, se www.naturfagsenteret.no.

Takk til...

Vi vil rette en stor takk til Ann-Marie Pendrill som har erfaring med elever og fysikkforsøk på Liseberg. Hun har bidratt med forslag til oppgaver og gitt konstruktive innspill til dette heftet. For mer informasjon, se <http://fy.chalmers.se/LISEBERG> og <http://homepage.mac.com/cbakken/pqa>

En stor takk rettes også til Ella Walle og de andre ansatte ved TusenFryd som på alle mulige måter har vært behjelpelig med informasjon og bilder til dette heftet og til lærerkursene som ble holdt 9. mai 2005 og 5. mai 2006.

Om Isaac Newton.



Isaac Newton 1642-1727

Dette avsnittet om Isaac Newton er sakset fra tre artikler av Harald Aastorp, journalist i forskning.no. Hvis du vil lese mer om Isaac Newton, hans liv og vitenskapelige karriere, kan du lese disse artiklene på www.forskning.no.

Sir Isaac Newton (1642–1727) var en engelsk matematiker og fysiker som gjorde banebrytende arbeider i matematikk, fysikk og astronomi.

Isaac var sønn av en bonde som rett nok var ganske velstående, men Isaac senior manglet utdanning og kunne ikke engang skrive sitt eget navn. I tillegg døde han tre måneder før sønnen ble født. Isaac var for tidlig født, og så liten og svak at han ble levnet små muligheter til å overleve.

Imidlertid gikk det mer enn 84 år før han døde, og da som en rik, berømt og feiret mann.

Isaac Newton oppdaget og formulerte gravitasjonsloven, formulerte de tre grunnleggende lovene for bevegelse, utviklet infinitesimalregningen og binomialformelen, analyserte hvitt lys og kom med bidrag til forståelsen av lysets natur.

I 1687 kom Principia (*Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*), som til vanlig bare kalles Principia, på trykk. Det er inndelt i tre "bøker", hvor den første omhandler mekanikken og hvorfor objekter beveger seg som de gjør i vakuum. Del to omhandler objekters bevegelse i omgivelser som byr på motstand, som vann eller luft. I del tre bruker han de foregående delene og anvender dette på hvordan planetene i solsystemet beveger seg og er organisert.

I Principia bruker han ordet gravitasjon om den kraften som finnes mellom objekter med masse. Han definerer hva masse er, og viser at jo større masse et objekt har, jo vanskeligere er det å sette i bevegelse. Dobbelt så stor masse krever dobbelt kraft.

Newton benytter gravitasjonen til å beskrive bevegelsene til Jupiter, Saturn og Jordens måne. Han beskriver prosjektilers baner, pendlers bevegelser og fritt fall nær Jorden. Han klarer også å vise hvordan en kan beregne Solen og planetenes masse ut fra Jordens masse. Han forklarer flo og fjære, og Solens gravitasjonskraft på kometer.

Principia betraktes ofte som det menneskelige intellekts største triumf gjennom tidene. Tross verkets omfang og hvor vanskelig tilgjengelig det var, ble Newton likevel umiddelbart berømt og voldsomt respektert som fysiker, matematiker og forsker. Til tross for dette tok det 50 år før hans modell av solsystemet ble akseptert på skoler og universiteter.

Newton's 1. lov

Hvis det ikke virker noen krefter på en gjenstand, eller summen av kreftene som virker på den er null, så vil:

- Gjenstanden forbli i ro eller bevege seg i en rett linje med konstant fart

Newton's 2. lov

Summen av kreftene som virker på en gjenstand, er lik produktet av gjenstandens masse og dens akselerasjon, og akselerasjonen har samme retning som summen av kreftene.

- $F=ma$

Newton's 3. lov

Hvis en gjenstand virker med en kraft på en annen gjenstand, så virker den andre gjenstanden tilbake på den første med en like stor og motsatt rettet kraft.

- Kraft er lik motkraft
- Eksempel: Månen og Jorden trekker i hverandre (gravitasjon) med like store og motsatt rettede krefter

Noen sentrale begreper

Fart, v

- Måles i m/s eller km/h
- $1 \text{ km/h} = 1000 \text{ m}/3600 \text{ s} = 0,28 \text{ m/s}$
- $1 \text{ m/s} = 3,6 \text{ km/h}$

Akselerasjon – forandring av fart

- Måles i m/s^2
- Tyngdeakselerasjonen, g , er 10 m/s^2 (ved havnivå).
- En gjenstand som bare påvirkes av Jordens gravitasjonskraft, faller fritt. Farten forandrer seg med 10 m/s per s. Dvs. etter 5 s har farten økt med 50 m/s eller ca. 180 km/h . Her har vi sett bort fra luftmotstand.
- En bil som klarer 0-100 km/h på 10 s har hatt en gjennomsnittlig akselerasjon på $2,8 \text{ m/s}^2$.

Sentripetalakselerasjon

Sverre-husken på TusenFryd er en slenghuske. Huskene er festet i et roterende tak. Etter hvert som karusellen går rundt blir stolene slengt utover. Dette kan forklares ved noe vi kaller **sentripetalkraften**.

Sentripetalkraften er summen av to krefter: Snordraget (S) og tyngdekraften (G). Snordraget holder på husken du sitter i og er rettet langs snorene som holder husken. Tyngdekraften virker i vertikal retning. Nettokraften er summen av disse to kreftene og virker i radiell retning innover mot midten av karusellen.

Når vi sitter i husken, er det vanskelig å forestille seg denne kraften fordi vi føler at vi blir dratt utover. Dette kan forklares ved å tenke på at farten som husken har, fører deg framover, samtidig som stolen du sitter ikke kan gå rett fram fordi den er festet til snorene. Stolen dytter deg derfor innover. Dette presset fører til at du føler det som om du blir dratt utover.

Masse, m

- Badevekt og tyngde. Badevekten viser hvor sterkt du blir trukket mot Jorda. Dette er tyngden, mg .
- Tyngde er en kraft, $G=mg$. Se også Newtons 2. lov.
- Massen m måles i kg. Badevekten er kalibrert slik at den viser massen din når du er i ro og bare påvirkes av tyngdekraften ved havnivå.
- Massen til en gjenstand er alltid den samme, men tyngden vil avhenge av hvor gjenstanden er. Flytter du deg til toppen av Mount Everest er massen din fremdeles den samme, men tyngden din har forandret seg fordi g ikke er den samme. Du "veier" mindre på toppen av Mount Everest.

Du har samme masse om du er her på Jorda eller på Månen. Tyngden er forskjellig, hvorfor?

Svar: Månens gravitasjonskraft på overflaten er bare 1/6 av Jordens.

$$G_{\text{måne}} = 1/6 G_{\text{jord}}$$

Før besøket - Forberedelser

Akselerasjon er noe som alle opplever hver eneste dag. Vi kjører bil, vi hopper og sklir. På TusenFryd får vi oppleve ekstreme akselerasjoner, som bare astronauter får oppleve utenfor en fornøylespark. Kroppen kjenner godt hvordan akselerasjonen virker når vi går opp og ned og rundt og rundt i fart. Du får føle Newtons lover på kroppen og lærebøkenes tankeeksperimenter blir "Reality". TusenFryd er full av naturvitenskapelige prinsipper. Her får du oppdage dem fra forskjellige synsvinkler, og du får en ny dimensjon på fartsopplevelsen.

Mange av dere har en mening om hva det vil si å være vektløs. Men hvordan kan man bli vektløs? Dette og mer som har med vektløshet å gjøre vil du få anledning til å diskutere på de neste sidene.

Fartsøkning kaller vi for akselerasjon. Det er noe vi kjenner på kroppen i det bilen starter opp og kjører av gårde. Vi kjenner at vi blir presset mot bilsetet. Har du reist med fly har du kjent dette ekstra godt i det flyet setter opp farten på rullebanen før det letter. Du skal også bli bedre kjent med akselerasjon i dette heftet.

Vektløshet og fritt fall

1. Skriv hva du tenker om vektløshet.



En astronaut ute på romvandring.
Kilde: NASA



SpaceShot

Visste du at...
Astronauten er i
fritt fall og dermed
vektløs?

2. I SpaceShot vil du oppleve "fritt fall". Skriv om hvordan du tror det føles å være i fritt fall.

Akselerasjon

3. I SpaceShot sitter du godt fastspent i en gondol mens du skytes opp fra bakken. Tenk deg at du får lov til å holde et beger med litt vann. 67 meter over bakken stopper gondolen og faller derfra fritt ned. Det kiler i magen, men det er ikke farlig.

- a) Hva tror du skjer med vannet mens du er på vei opp? Sett et kryss ved det alternativet du tror er riktig.

- Vannet skvulper over kanten
 Vannet blir i begeret



- b) Hva tror du skjer med vannet når du stanser på toppen? Sett et kryss ved det alternativet du tror er riktig.

- Det er ikke mer vann igjen i begeret
 Vannet skvulper over og faller ned
 Vannet holder seg i begeret
 Vannet fortsetter oppover

NB! Det er vanligvis ikke lov å ha med seg løse gjenstander i attraksjonene på TusenFryd.

- c) Skriv hva du tror skjer med vannet mens du faller nedover.



4. Når vi sier om en bil at den gjør 0 til 100 km/h på 10 s, snakker vi om hvor stor akselerasjonen er. På TusenFryd kommer kroppen din til å merke **akselerasjon**. I hvilke av disse situasjonene tror du at du merker akselerasjon? Du kan sette mer enn ett kryss.

Jeg merker akselerasjon når

- ... vognen jeg sitter i dras med konstant fart opp til toppen av ThunderCoaster
- ... vognen jeg sitter i setter utfor den første bakken i ThunderCoaster
- ... jeg blir skutt opp i SpaceShot



Visste du at...

Hvis du mister en gjenstand du holder i hånden, vil den falle med en akselerasjon på ca. 10 meter per sekund per sekund? Det betyr at farten til gjenstanden øker med 10 m/s hvert sekund, når vi ser bort fra luftmotstanden. Denne akselerasjonen kaller vi tyngde-akselerasjonen g .

ThunderCoaster

Mer om Akselerasjon



Visste du at...

- Når en heis begynner å gå oppover, kan du kjenne at bena dine trykkes ned mot gulvet, som om tyngdekraften har økt. Når heisen starter og går nedover, føler du deg lettere. Dette skjer på grunn av det vi kaller akselerasjon. Heisen akselereres oppover eller nedover.
- Når du for eksempel tar SpaceShot eller ThunderCoaster, vil du noen ganger føle deg mye tyngre og noen ganger lettere enn vanlig. Dette skjer fordi du blir akselerert!!
- I SpaceShot kan du bli utsatt for en akselerasjon på 4 g. Det betyr at akselerasjonen er 4 ganger så stor som tyngdens akselerasjon (1 g).

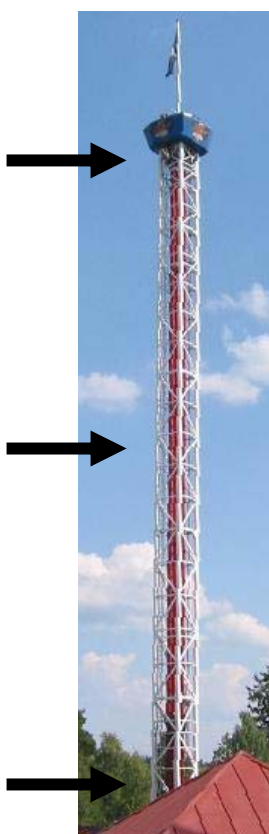
6. Det går an å gjøre et enkelt eksperiment for å måle hvor stor vertikal akselerasjon man blir utsatt for i SpaceShot. Du kan måle akselerasjon **med et trappetroll**.

NB! Det er vanligvis ikke lov å ha med seg løse gjenstander i attraksjonene på TusenFryd.



Hvis du holder et kanintrappetroll i hånden mens du skytes til værs i SpaceShot, vil du se at trappetrollet strekkes ut og at det presses sammen flere ganger.

Sett kryss for det du tror er riktig svar.



a) Hvor i SpaceShot tror du at du befinner deg når kanintrappetrollet er presset sammen som vist under?

- nederst, like etter start
- på midten, på vei oppover
- øverst, i det du faller nedover



b) Hvor i SpaceShot tror du at du befinner deg når kanintrappetrollet er strukket lengst ut som vist under?

- nederst, like etter start
- på midten, på vei oppover
- øverst, i det du faller nedover



c) Skriv hvordan du tenkte da du bestemte deg for hva du skulle svare i a) og b).

Lengden på trappetrollet forandrer seg i takt med akselerasjonen. Jo lenger trappetrollet strekker seg ut, jo større er akselerasjonen. Jo større akselerasjon, desto større kraft.

Sentripetalakselerasjon



Sverre-husken på TusenFryd er en slenghuske. Huskene er festet i et tak. Når stolene går rundt, blir de slengt utover. Dette kan forklares ved **sentripetalakselerasjon**. Når husken går i sirkel forandres retningen hele tiden. Det virker hele tiden en kraft som trekker husken innover (sentripetalkraft), mens vi *føler* at vi blir trukket utover. Det føles slik fordi husken og kroppen vår egentlig vil gå rett fram. Fordi husken er festet til taket virker det en kraft innover som trekker i husken slik at det blir en sirkel.

Hva ville skje hvis festet til husken du satt i røk? Sett et kryss ved det du tror er riktig svar.

- Jeg ville falle rett ned på bakken.
- Jeg ville fare rett fram og falle ned et sted lenger bort.
- Jeg ville følge retningen til de andre huskene og så falle ned.

7. Når Sverre-husken er kommet opp i en bestemt fart, vil husken din ha en bestemt vinkel i forhold til hvordan den var når den sto stille (loddrett).

Denne vinkelen kan du forsøke å måle med en gradskive når du besøker TusenFryd. (Se egen side for hvordan du kan lage en slik gradskive selv.)

a) Hva tror du tyngden har å si for hvor stor vinkelen blir?

- En tom stol får større vinkel enn en stol som noen sitter i.
- En stol som noen sitter i får større vinkel enn en tom stol.
- Det har ikke noe å si for vinkelen om m noen sitter i stolen eller ikke.

b) Hvor stor tror du vinkelen blir når du sitter i husken?

- mindre enn 10°
- mellom 10° og 30°
- mellom 30 og 50°
- mer enn 50°

Visste du at...

Sentripetalakselerasjon har å gjøre med ting eller gjenstander som beveger seg i sirkelbuer?

En sving kan sammenliknes med en liten del av en sirkel. Når du sitter i en bil som kjører i en sving, føles det som om du blir presset utover mot siden i bilen. Egentlig vil kroppen din fortsette rett fram, men fordi bilen svinger, må bilsiden presse deg innover. Dette føler du som et press utover.



Slik lager du en gradskive til å måle horisontal akselerasjon

Dette er en oppskrift på hvordan du kan lage en gradskive (se kopieringsoriginal s. 17). Den skal brukes som et måleinstrument for å si noe om akselerasjonen til ulike aktiviteter på TusenFryd.

Dette trenger du:

- kopi av gradskiven på side 17
- papp
- farget hyssing
- kronestykke
- gummistrikk
- saks
- lim

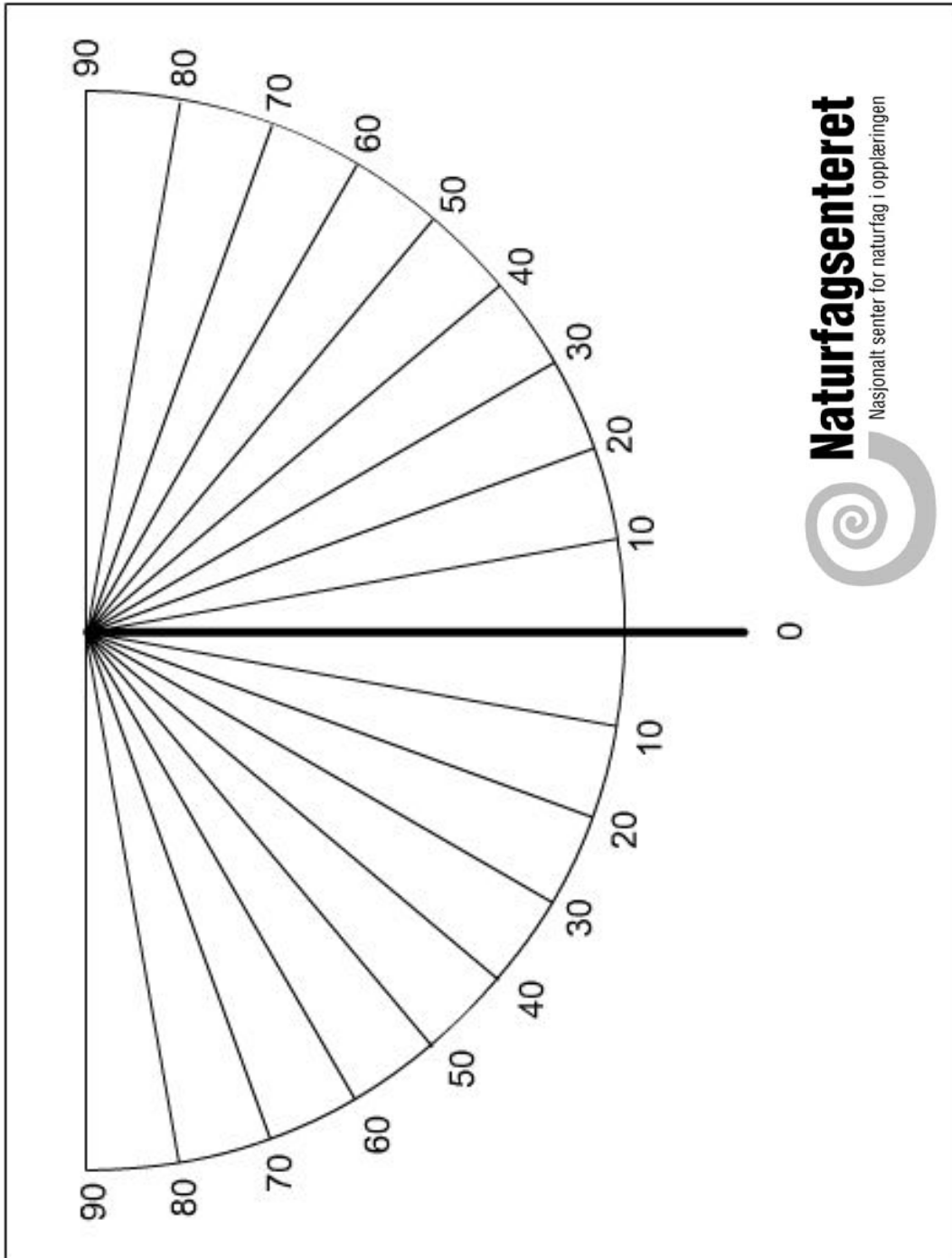


Slik gjør du:

1. Kopier gradskiven fra kopieringsoriginalen.
2. Klipp ut firkanten med bilde av gradskiven og lim den på en papplade.
3. Lag et hull i midtpunktet til gradskiven og fest en bit hyssing i dette hullet. Det er viktig at selve festet til hyssingen er nøyaktig i midtpunktet til gradskiven.
4. Fest et kronestykke i den andre enden av hyssingen.
5. Lag et hull nederst i høyre hjørne og fest en gummistrikk i dette hullet. Det er viktig å feste gummistrikken til hånden når du er i Sverre-husken eller andre aktiviteter på TusenFryd, slik at ikke du mister gradskiven under turen.

Lag din egen gradskive

Kopieringsoriginal

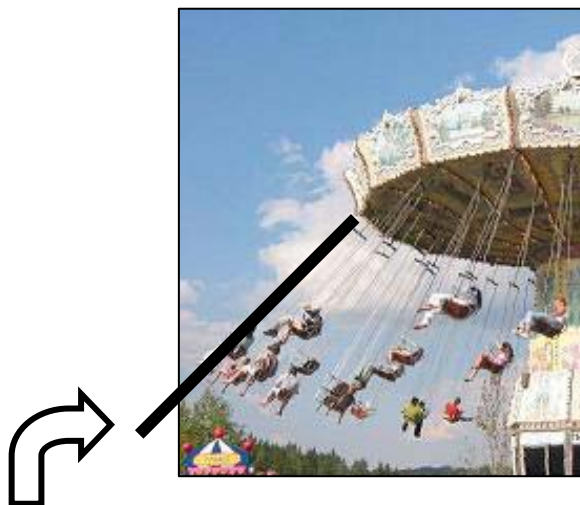


Slik bruker du gradskiven til å måle

sentripetalakselerasjon

Bruk gradskiven til å måle vinkelen mellom Sverre-huskene og loddrett:

- Stå et stykke unna Sverre-husken.
- Fest blikket ditt på de snorene i Sverre-husken som er ytterst på den ene siden.
- Hold gradskiven foran deg og siht med det ene øyet slik at den korte kanten på gradskiven faller sammen med snorene i Sverre-husken.
- Observer hvor mange grader vinkelmåleren viser.
- Jo større fart slenghusken har, jo større blir vinkelen. Eller: Jo større fart slenghusken har, jo større blir **sentripetalakselerasjonen**.



Fest blikket ditt på snorene som er ytterst på den ene siden.

Under besøket

Når du besøker TusenFryd, bør du ha med deg denne delen av heftet. Her finner du en del spørsmål som du skal forsøke å besvare mens du er i parken. Les gjennom alle oppgavene **før** du kjører attraksjonen, slik at du vet hva du skal kjenne etter mens du for eksempel kjører opp og ned i ThunderCoaster eller Loopen.

Disse aktivitetene er det knyttet oppgaver til:

- Radiobiler
- ThunderCoaster (berg- og dalbane)
- Dragen
- Sverre-husken (slenghuske)
- SpaceShot
- Froskehoppet
- Finkarusellen
- Loopen

1. Radiobiler



Se på de som kjører radiobil. Se på biler som støter sammen. Hvordan tror du den som kjører på en annen bil opplever det?

- Den som kjører på en annen bil merker ingenting.
- Den som kjører på en annen bil blir slengt framover.
- Den som kjører på en annen bil blir slengt bakover.

Hvordan tror du den som blir kjørt på bakfra opplever det?

- Den som blir kjørt på bakfra merker ingenting.
- Den som blir kjørt på bakfra blir slengt framover.
- Den som blir kjørt på bakfra blir slengt bakover.

Kjør radiobil selv. Hvordan føltet det å kjøre på en annen bil?

- Jeg merket ingenting.
- Jeg kjente at jeg ble slengt framover.
- Jeg kjente at jeg ble slengt bakover.

Kjør radiobil selv. Hvordan føltet det å bli kjørt på av en annen bil bakfra?

- Jeg merket ingenting.
- Jeg kjente at jeg ble slengt framover.
- Jeg kjente at jeg ble slengt bakover.

Skriv om **hvorfor** du tror at det kjennes på den måten å kjøre på og bli kjørt på av en annen radiobil.

2. ThunderCoaster

Hvor vil du helst sitte:

- Foran
- Bak
- På midten

Hvor fikk du plass:

- Foran
- Bak
- På midten



Mange ønsker å sitte helt først. Hva kan grunnen være til det, tror du?

- Man ser bedre
- Når man sitter foran blir man ikke så lett kvalm
- I den første vognen i toget er fartsopplevelsen størst
- I den første vognen i toget er fartsopplevelsen minst

Hvor mange ganger følte du deg vektløs i ThunderCoaster?

- Jeg følte meg aldri vektløs
- 5 ganger
- 8 ganger
- 12 ganger
- mer enn 12 ganger

3. Dragen

Hvor vil du helst sitte:

- Foran
- Bak
- På midten

Hvor fikk du plass:

- Foran
- Bak
- På midten



Mange ønsker å sitte helt først. Hva kan grunnen være til det, tror du?

- Man ser bedre
- Når man sitter foran blir man ikke så lett kvalm
- I den første vognen i toget er fartsopplevelsen størst
- I den første vognen i toget er fartsopplevelsen minst

Det er vanligvis ikke lov å ha med løse gjenstander i attraksjonene på TusenFryd. Denne oppgaven kan du bare gjøre hvis og når det er lov å ta med et trappetroll i Dragen.

Ta med trappetrollet når du kjører Dragen. Se hvordan lengden til trappetrollet endrer seg. Skriv om hvordan trappetrollet ditt var når du følte deg tung og om hvordan det var når du følte deg lett.

4. Sverre-husken



Stå på bakken og se på alle som sitter i Sverre-husken.

Er det noen husker som er tomme?

- Ja
 Nei

Ser det ut til at det har noe å si om man er lett eller tung for hvor mye huskene blir slengt utover?

- En som er lett (tom huske) blir slengt mer utover enn en som er tung
 En som er tung blir slengt mer ut enn en som er lett (tom huske)
 Tyngden har ikke noe å si for hvor mye man blir slengt utover.

Bruk gradskiven du laget og mål vinkelen som snorene i Sverre-husken danner med loddrett. (Se side 18 for hvilken vinkel som skal måles og hvordan dette gjøres.) Hva er denne vinkelen på det meste?

5. SpaceShot

Det er vanligvis ikke lov å ha med løse gjenstander i attraksjonene på TusenFryd. **Trappetrolleksperimentet** og **vanneksperimentet** kan du bare gjøre hvis og når det er lov å ta med et trappetroll eller et beger med vann i SpaceShot.

Trappetrolleksperiment: I oppgave 6 (side 13) svarte du på hva du **trodde** svarene på denne oppgaven kom til å være. **Nå** skal du undersøke hva svaret faktisk er. Se på de andre som tar SpaceShot eller ta med deg trappetrollet og undersøk selv lengden til trappetrollet under hele turen.

Hvor befinner man seg når kanintrappetrollet er presset sammen som vist under?

- nederst, like etter start
- på midten, på vei oppover
- øverst, i det man faller nedover



Hvor i SpaceShot befinner man seg når kanintrappetrollet er strukket lengst ut som vist under?

- nederst, like etter start
- på midten, på vei oppover
- øverst, i det man faller nedover



Vanneksperiment.

Skriv hva som skjedde med vannet i det du ble skutt opp med SpaceShot.



Skriv hva som skjedde med vannet når du kom til toppen og gondolen stanset.

6. Froskehoppet



Hvis det skal være med en voksen, hvor må han eller hun sitte?

- Froskehoppet er bare for barn
- En voksen kan sitte hvor han eller hun vil
- En voksen må sitte i midten

I Froskehoppet spretter man opp og ned mange ganger.

I Froskehoppet føler man seg lett:

- Når man faller nedover
- Når man spretter oppover

I Froskehoppet føler man seg tung:

- Når man faller nedover
- Når man spretter oppover

7. Finkarusellen

Slik gjør du:

- Hold pendelen i den ene hånden.
- Trekk loddet til siden og pass på at snoren er stram.
- Slipp loddet slik at pendelen får fart.
- Undersøk hvordan pendelen svinger.

En pendel er en snor med et lodd nederst. Til dette forsøket kan loddet gjerne bestå av en femkrone, og lengden på snoren kan være ca 20 cm.

Sett pendelen i svingninger når finkarusellen settes i bevegelse. Hva skjer med pendelen når karusellen går rundt?



- Pendelen sluttet å svinge nesten med en gang
- Pendelen svingte i samme retning hele tiden
- Pendelen tegnet en stjerne i luften



8. Loopen



Hvor mange ganger henger man med hodet ned i Loopen?

- 1 gang
- 2 ganger
- 3 ganger

Hvor mange ganger følte du deg vektløs?

- 1 gang
- 2 ganger
- 3 ganger

Beskriv hvor i Loopen du var når du følte deg tyngst.