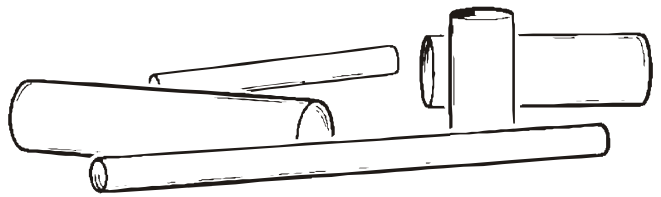


Fair test

Studér de udleverede rør.

“Fair testen” går ud på at du skal frembringe en tone i nogle forskellige rør og derved finde ud af hvad *tonens højde* (ikke lydens styrke) afhænger af.



Hvilke uafhængige variable er der tale om?:
- og hvilke værdier har de?:

Hvilke afhængige variable er der tale om?:

Anfør de variable i den øverste række i skemaet herunder - *de uafhængige variable først*.

Tag *to* rør (1. par). Kald det ene rør for **a** og det andet for **b**. Skriv de uafhængige variables værdier i skemaet. Prøv at frembringe en tone i rørene ved at slå dem én ad gangen mod håndfladen. Sammenlign tonerne fra de to rør. Nedskriv resultatet i skemaet.

Gentag herefter med ‘2. par’ - o.s.v.

Variable →					
1. par	a				
	b				
2. par	a				
	b				
3. par	a				
	b				
4. par	a				
	b				

Hvilken sammenhæng er der mellem de uafhængige variable og den afhængige variabel?

- hvordan påvirker diameteren/arealet tonehøjden?:
- hvilket eksperiment fortæller dig det?:
- hvordan påvirker længden tonehøjden?:
- hvilket eksperiment fortæller dig det?:
- hvordan påvirker materialet tonehøjden?:
- hvilket eksperiment fortæller dig det?:

Hvis ikke du mener at have forsøgt nok - eller de rigtige forsøg - til at drage en konklusion, så prøv med flere rørpar:

5. par	a				
	b				
6. par	a				
	b				

Hvis du møder en person, der er overbevist om at rør med stor diameter giver lavere toner end rør med lille diameter, hvilke to rør kan du så bede hende frembringe toner i for at afklare sagen?:

Tankeeksperiment: Hvis du møder en person, der er overbevist om at rør med tykkere vægge giver lavere toner end rør med tyndere vægge, hvilke slags rør vil du så bede hende frembringe toner i for at afklare sagen? (du har rådighed over alle de typer af rør du ønsker):

Hvor få rør kunne du egentligt have nøjes med at benytte i Fair test-eksperimentet? (begrund):

Beskriv en test der kan vise om tonehøjden afhænger af om den ene af et rørs ender er åben eller lukket:

På billedet ses en panfløjte.¹ Hvilket rør giver den højeste tone?:
Behøver rørene at være lavet af det samme materiale? (begrund):



Hvad har dette Fair test-eksperiment lært dig om *Variabelkontrol* som du kan bruge, når du fremover skal undersøge sammenhængen mellem andre variable?:

Når du fremover skal undersøge sammenhængen mellem andre variable, hvor mange uafhængige variable skal der så optræde, før du får behov for *Variabelkontrol*?

Frivillig ☺: Måske har du hørt talemåden: “Alt andet lige så”. Hvad tror du der menes med talemåden?:

Frivillig ☺: Hvad forventer du at der sker med tonehøjden hvis den ene af rørenes ender lukkes? Afprøv eventuelt din teori i praksis.

¹ I følge myten var det den græske skovgud Pan, der fandt på at lave en fløjte af sivrør som følge af kærestesorg til den lille nymfe, Syrinx, som ikke vidste af ham og derfor flygtede til bredden af en flod. Her var Pan tæt på at nå hende, da de endnu højere magter forbarmede sig over hende og forvandlede hende til et siv, der stod og vajede ved flodbredden. I sorg skar Pan sig en fløjte af sivet og prøvede gennem sit spil på den at glemme sin længsel.

Roller ball (1)

Når den øverste kugle slippes løs, løber den ned og rammer den nederste kugle, målkuglen. Den øverste kugle kan slippes løs fra de to højder, som er vist på figuren.



Din opgave er at studere forskellige eksperimenter og ud fra dem afgøre hvilke variable der bestemmer hvor langt målkuglen vil rulle efter at den er blevet ramt.

Målkuglen er den samme i alle forsøg. Som den øverste kugle kan du vælge mellem:

- 3 store kugler af hhv. bly, messing og stål
- 1 mellemstor kugle af stål
- 1 lille kugle af stål

Hvilke uafhængige variable er der tale om?:
- og hvilke værdier har de?:

Hvilke afhængige variable er der tale om?:
- og hvilke værdier har de?:

Roller ball (2)

Peter vil undersøge hvilken betydning **materialet** af den øverste kugle har for hvor langt målkuglen ruller. Han laver det viste eksperiment.



Messingkuglen får målkuglen til at rulle længst.

Hvad viser dette om materialets betydning for hvor langt målkuglen ruller?:

Forklar dit svar:

Roller ball (3)

Forestil dig at du skal undersøge hvilken betydning **starthøjden** af den øverste kugle har for hvor langt målkuglen ruller.



Hvilken kugle ville du slippe løs fra den høje position?:

Hvilken kugle ville du slippe løs fra den lave position?:

Forklar dit svar:

Roller ball (4)

I dette eksperiment får den store stål-kugle målkuglen til at løbe længst.

Hvad viser dette om betydningen af kuglens højde?:

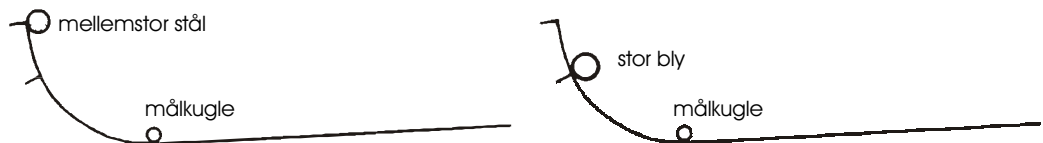
Forklar dit svar:

**Roller ball (5)**

I dette eksperiment vil man prøve at finde ud af betydningen af **massen** af den øverste kugle for hvor langt målkuglen ruller.

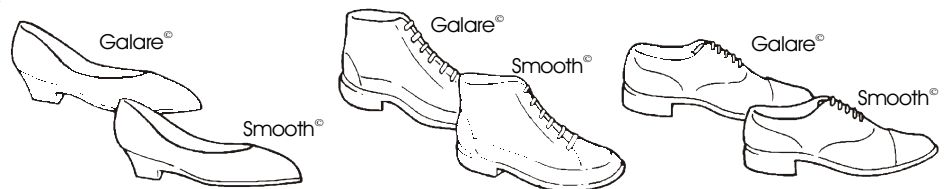
Stålkuglen får målkuglen til at løbe længst. Hvad viser dette om betydningen af kuglens masse?:

Forklar dit svar:

**Skopudsning**

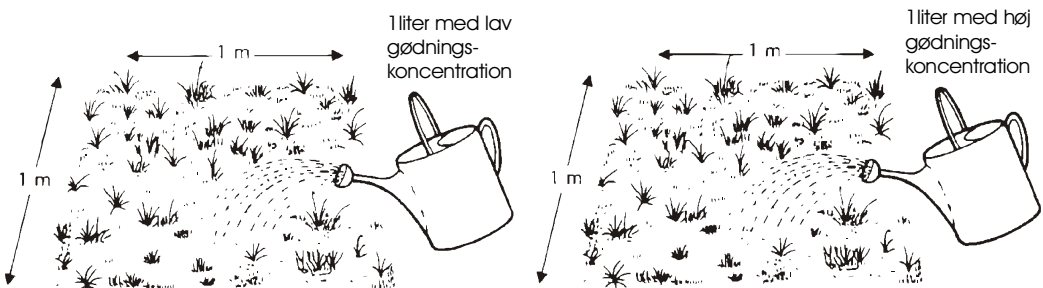
Kaj ønsker at undersøge hvilket af de to berømte skopudsemidler, Galare og Smooth, der er mest vandafvisende, og pudser sine tre par sko efter det princip som er vist på figuren.

Hvordan skal han behandle resultatet for at der er tale om *Variabelkontrol*? (begrund):

**Gødning**

Andrea plejer at gøde sin græsplæne med en lav gødnings-koncentration. Hun ønsker nu at undersøge om græsset gror bedre hvis hun øger koncentrationen af gødning i vandet, og gøder derfor to områder af plænen på den måde som er vist.

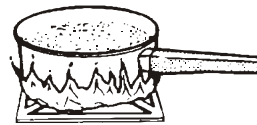
Er der tale om *Variabelkontrol*? (begrund):



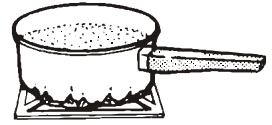
Gryder

Kaj ønsker at undersøge om vand kommer hurtigere i kog i aluminiumsgryder end i rustfrie stålgyder. Han hælder én liter vand i hver af de to slags gryder og sætter dem begge over gasblusset som vist.

Er tale om *Variabelkontrol*? (begrund):



Rustfrit stål



Aluminium

Tomatplanter

En bekendt fortæller dig: “Jeg havde mine tomatplanter indendørs i min vindueskarm. For nyligt har jeg udplantet dem i haven, men de klarer sig ikke så godt. Det må være temperaturændringen der har påvirket deres vækst.”

Kommenter konklusionen:



Roller ball (6)

Beskriv hvilke eksperimenter du ville udføre hvis du skulle undersøge hvilken betydning **størrelsen** af den øverste kugle har for hvor langt målkuglen ruller (du har rådighed over de kugler der er nævnt under “Roller ball (1)”):



Roller ball (7)

Beskriv hvilke eksperimenter du ville udføre hvis du skulle undersøge hvilken betydning **materialet** af den øverste kugle har for hvor langt målkuglen ruller (du har rådighed over de kugler der er nævnt under “Roller ball (1)”):



Fair test-eksperimentet - igen

Ved Fair test-eksperimentet lærte du dig forhåbentligt noget om antallet af uafhængige variable og behovet for *Variabelkontrol*. Når du fremover skal undersøge sammenhængen mellem andre variable, hvor mange *variable* skal der så optræde, før du får behov for *Variabelkontrol*?:

Lærervejledning

Introduktion

Mange eksperimenter og kritiske undersøgelser er - implicit eller eksplicit - forbundet med ideen om *kontrol af variable* - herunder udelukkelse af irrelevante variable.

I fx en simpel undersøgelse af et penduls svingningstid er loddets masse, pendulets længde og udsvingets størrelse let forståbare, nemme at måle og umiddelbart lige plausible faktorer m.h.t. at have indflydelse på svingningstidens størrelse.

Kun en del af gymnasiets 1.g-elever er i stand til til at svare korrekt på et spørgsmål af typen:

*Hvis du foran dig har et pendul med en **kort** snor, med et **tungt** lod og et **lille** udsving, hvilke andre kombinationer ville du så benytte for at undersøge hvilken virkning længden af snoren har på svingningstiden?*

Mange elever vil vælge at variere mere end én variabel, eller ændre to variable og så tilskrive begge variable effekten på svingningstiden.

Set med informationsbehandlingsbriller vil løsningen af dette problem kræve, at man på én gang mentalt

kan håndtere tre uafhængige variable og én afhængig variabel og betragte den mulige effekt af hver af de uafhængige variable på den afhængige variabel. En eventuel udelukkelse af irrelevante variable kræver identifikation - fra et givet sæt af måleresultater - af de variable som *ikke* har nogen effekt.

Betragtet på denne måde ses det, at det kræver betragtelig mental "arbejdshukommelse" og "processorkraft" og det bliver måske mindre overraskende, at det er umuligt for mange elever at løse sådanne opgaver uden at de har en "variabelkontrolstrategi" til rådighed.

Måske er det derfor, at der er en så stor tradition for at vi fysiklærerne på forhånd har designet eksperimenterne for eleverne i den forstand, at eleverne - ofte i form af øvelsesvejledninger - bliver fortalt hvilke variable de skal måle og sammenholde og dermed også hvilke variable der skal udelukkes? :-)

Afvikling

Fair test

Dette eksperiment inddrager tre uafhængige og én afhængig variabel.

Det er en pointe at "kontrol af variabel"-strategi *ikke* er beskrevet for eleverne på arket og den skal heller ikke foræres eleverne!

Eksperimentet har fået overskriften "Fair test" - hvilket gerne må vægtlægges - og det er så intentionen/håbet, at eleverne selv opdager behovet for at kontrollere de variable.

Indled fx med at udlevere rørene i tilfældig orden - fx en bunke rør foran hver gruppe elever - således at hver enkelt elev har mulighed for at iagttage og identificere alle de variable og deres værdier. Bed herefter eleverne om at studere rørene, tænke og diskutere sig frem til hvilke **variable** og **værdier** der er i spil og herefter nedskrive resultatet fx på en lap papir.

Når alle har gjort det kan man fx indlede med at omtale at eleverne skal arbejde med begrebet "Fair test" og spørge: "hvad er en fair test egentlig?" Vis eleverne at man kan fremkalde "én" tone i rørene ved at slå dem én ad gangen mod håndfladen¹ og forklar dem, at de nu skal foretage en fair test hvor de skal undersøge hvad en tones højde afhænger af.

Understreg at det gælder om at finde ud af hvad tonens højde (*ikke* lydens styrke) afhænger af. Da måske ikke alle elever er fortrolige med musikkens begreber kan det være på sin plads at have rådighed over to stemmegafler med hver sin frekvens og med dem indledningsvis demonstrere forskellen på frekvens/toner og styrke/amplitude.

Udlever **først nu** arkene til eleverne og bed eleverne om øverst på side 1 at indskrive navnene på variable og værdier som de nåede frem til tidligere samt hvilke af de variable der er hhv. **afhængige** og **uafhængige**. Bed dem også om at udfylde **den øverste række** i skemaet.

Bed herefter eleverne om at tage **hvert sit** sæt rør (det er der rør nok til) og arbejde i eget tempo. Opfordr dem til at tænke selv før de (gerne) diskuterer eller søger hjælp hos læreren eller kammerater.

Det er håbet at eleverne (efterhånden som eksperimentet skrider frem) indser at det sømmer sig at få styr på/have overblik over de variable og deres værdier.

Det er tanken/håbet at eleverne når frem til og udfylder variable og værdier i skemaet a la nedenstående (forslag/bud er fremhævet med **fed skrift**):

Variable →	Materiale	Længde	Diameter/areal	Tonehøjde
1. par	a			
	b			

værdier → (metal; plast) (lang; mellem; kort) (stor; mellem; lille) (samme tone; forskellig tone)
 eller (200; 170; 140 mm) (8; 10; 12 mm) eller
 (a samme tonehøjde som b; a højere end b; a lavere end b)

Det vil altså sige tre uafhængige og én afhængig variabel (tonehøjden).

Indtil nu er der tale om "konkret introduktion", hvor betingelserne for eksperimentet sættes op. Opgaven går nu ud på at finde ud af hvilke - hvis nogen overhovedet - af de uafhængige variable der har betydning for den afhængige variabel.

Understreg at eleverne skal undersøge rørene i par. Gå fx rundt blandt eleverne og tilvejebring "kognitiv konflikt" hos de elever der mener at kunne drage en konklusion ud fra et "forkert" rørpar (fx hvis eleven fremviser et rørpar hvor både længderne og diametrene er forskellige og derved påstår at længden har betydning for tonen) ved at spørge ind til problemet.

Ex på en dialog mellem en lærer og en elev:

- L: "Hvilke variable bestemmer tonens højde?"
 E: "Jo bredere rør jo lavere tone"
 L: "Vis mig dette"
 E: (frembringer toner i et bredt langt rør og i et smalt kort rør)
 L: "Hvordan ved du at bredden påvirker tonen?"
 E: "Det brede rør giver en lavere tone" (*Opfatter ikke konflikt*)
 L: "Hvordan ved du at det ikke er længden som påvirker tonen?" (*Konflikt etableret*)
 E: "Både længden og bredden påvirker tonen" (*Konflikten er løst tilfredsstillende for eleven*)
 L: "Hvordan kan du afgøre hvorvidt det er længden eller bredden eller begge?" (*Konflikt etableret*)

Når en elev har draget en konklusion ud fra ét rørpar, kan man også spørge til om ét rørpar et nok til at drage denne konklusion.

Under besvarelsen af spørgsmålet "Hvad har dette Fair test-eksperiment lært dig om Variabelkontrol som du kan bruge, når du fremover skal undersøge sammenhængen mellem andre variable?:" er der lagt op til metakognition - og svar a la "...holde alle (uafhængige) variable konstant, på nær den man varierer..." vil vel være fint.

Under besvarelsen af spørgsmålet "Når du fremover skal undersøge sammenhængen mellem andre variable, hvor mange uafhængige variable skal der så optræde, før du får behov for Variabelkontrol?" er det håbet at eleverne kan nå frem til svar a la "Hvis der er mere end én uafhængig variabel er der behov for Fair test/Variabelkontrol"

P.S. Vær evt. opmærksom på at nogle elever med musikerfaring vil have erfaret at variabelen materiale har betydning for musikinstrumenters *klang* - hvorimod de nok via Fair-test-eksperimentet vil erfare at variabelen materiale ikke har betydning.

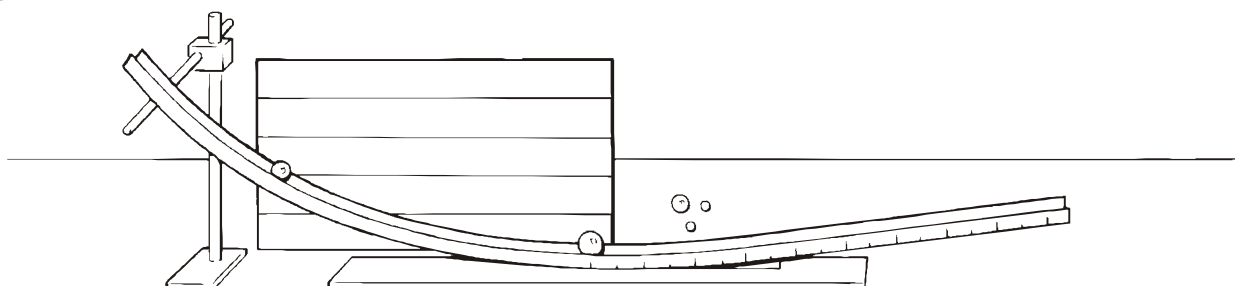
Udstyr

- 72 stk. rør af to forskellige materialer (metal/plast), i tre forskellige længder (lang/mellem/kort = 200mm/170mm/140 mm) og med tre forskellige diameter (stor/mellem/lille = 12mm/10mm/8 mm). 4 stk. af hver slags. (Udleveret af CND:

Opgaver med "Roller ball" m.m.

Opgaverne træner i Variabelkontrol og sammenhæng og ikke-sammenhæng.

Man kan evt. lave en introduktion til "Roller ball"-opgaverne ved at lave den viste opstilling (fx med en bøjet plast-gardinstang) eller vise dette billede til eleverne fx på OHP.



Opgaven "Fair test-eksperimentet - igen"

Under besvarelsen af spørgsmålet "Når du fremover skal undersøge sammenhængen mellem andre variable, hvor mange *variable* skal der så optræde, før du får behov for *Variabelkontrol*?" er det håbet at eleverne kan nå frem til svar a la "Hvis der er mere end to (tre eller flere) variable er der behov for *Fair test/Variabelkontrol*", og "...at man i mange tilfælde selv kan vælge, hvilke variable der er afhængige og hvilke der er uafhængige".

Forslag til brobygning

Lad eleverne selv prøve at designe et eksperiment/en øvelsesvejledning med 3 variable, hvor de skal beherske variabelkontrol - fx undersøgelse af en sammenhæng som:

$$P = R \cdot I^2$$

og siden hen selv designe eksperimenter med 4 variable, fx valg af afhængige og uafhængige variable i:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T.$$

Måske kan de siden hen selv designe mere indviklede undersøgelser som fx bølgeudbredelse ved stående snorbølger, hvor der på listig vis er 4-5 variable i spil:

$$v = f \cdot \lambda \quad v = \sqrt{\frac{F}{\rho}}$$

Dele af dette HOT-fysik-materiale er hentet fra copyright-beskyttet engelsk materiale. CND har fået lov til at benytte det i forsøgsøjemed. Materialet må derfor ikke distribueres udenfor kredsen af HOT-fysikdeltagere.

1. Alternativt kan man vælge at få eleverne til at fremkalde "én" tone ved at lægge læberne til et rør og puste svagt. Det vil nok være en god idé at understrege at eleverne ikke skal blæse hårdt. Blot en "hvislen" er fint nok og dermed er risikoen for overtoneforstyrrelser mindre, samtidigt med at det bliver vel mere tåleligt at være i lokalet, når alle elever er i gang. I så fald vil det nok være på sin plads med noget desinfektionsmiddel (fx 70-96% ethanol) stående passende steder i lokalet til hygiejnisering af rørene (i bægerglas og/eller på papirservietter). **Ulempen** ved at puste fremfor at slå på rørene er, at der herved kommer ekstra distraktorer/variable ind i billedet: hvordan læberne formes og placeres m.v.