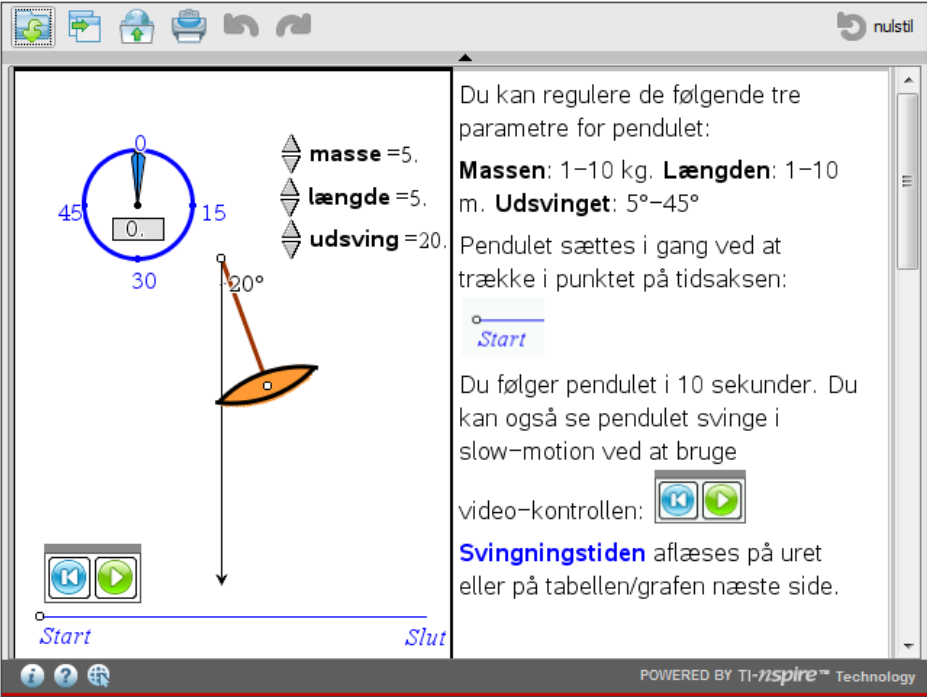


Svingningstiden for et pendul

Sæt pendulet i svingninger ved at trække i punktet foruden.
Mål pendulets svingningstid.



Du kan regulere de følgende tre parametre for pendulet:
Massen: 1–10 kg. **Længden:** 1–10 m. **Udsvinget:** 5°–45°
Pendulet sættes i gang ved at trække i punktet på tidsaksen:
Start
Du følger pendulet i 10 sekunder. Du kan også se pendulet svinge i slow-motion ved at bruge video-kontrollen:
Svingningstiden aflæses på uret eller på tabellen/grafen næste side.

Hvad afhænger svingningstiden af?
Kan du sige noget nærmere om sammenhængen?

Texas Instruments Education Technology

Dette er hvad eleven ser på sin skærm. Alle TI-Nspire appletterne vises i et vindue med 640×480 pixler. Det er en primitiv løsning, der skal sikre at de vises korrekt på alle skærme uafhængigt af skærmens størrelse og opløsning. Man kan fjerne menubjælken for oven ved at klikke på pilen foroven.

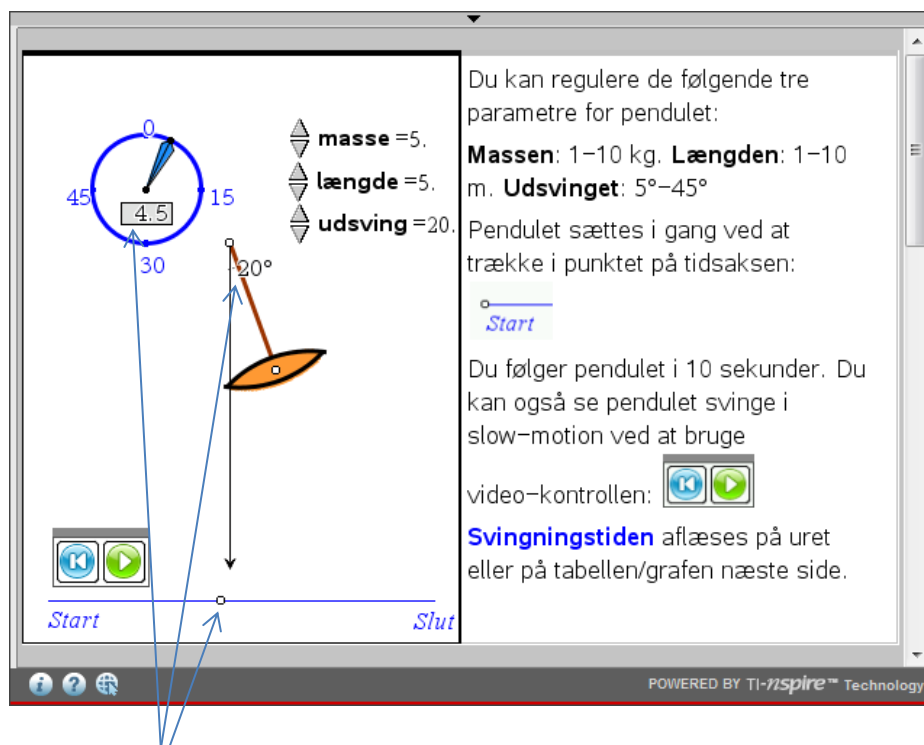
Dette er en standardopgave i variabelkontrol

Den simpleste mat C strategi er, at eleven fx vælger en lille, en mellem og en stor værdi for massen og ser hvad der sker. Det giver mulighed for en god **kvalitativ** analyse af sammenhængen: Er der overhovedet en sammenhæng, og hvis der er, er den så voksende aftagende eller noget helt tredje.

I matematiske studieretninger kan man anvende **fordoblingsstrategien**: Hvad sker der når du fordobler værdien af ...? Eleven kan så vælge masserne 1, 2, 4 og 8 kg for at se hvad der sker (i dette tilfælde sker der så ingenting!). Hvis der er en simpel sammenhæng vil den ofte være proportional, fx vil svingningstiden afhænge af pendullængden og her følge en kvadratrodsproportionalitet.

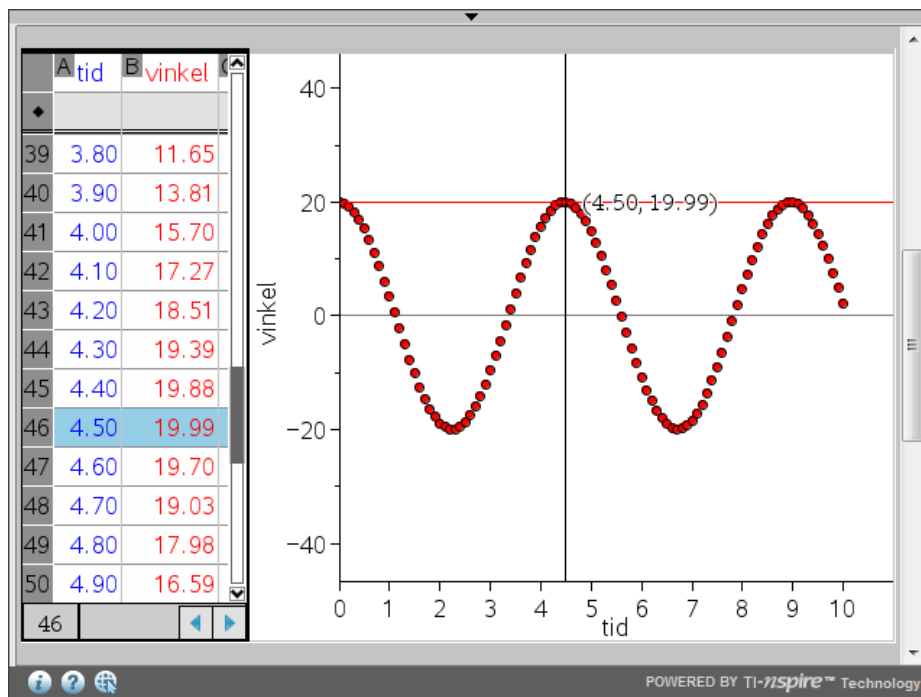
Dokumentation af løsningen sker ved hjælp af udvalgte skærmbilleder til at belyse metoden og valg af parametre og den tilhørende svingningstid med konklusion. Skærmbilledene kan se sådan ud:

Jeg trækker i punktet på tidsaksen indtil udsvinget igen er 20°:



Svingningstiden er altså 4.5 sekunder for et pendul med massen 5 kg, længden 5 meter og udsvinget 20°.

Det kan også ses på den følgende side, der fås frem ved at trække i applettens elevatorbjælke til højre. Her er der indsat en tabelrepræsentation og en grafisk repræsentation



Man bladrer i tabellen ved at trække i tabellens elevatorbjælke. Man finder koordinaterne i grafrummet ved at pege på et grafpunkt.

Den tredje side, som er ligegyldig for eleven, viser, hvordan vi løser pendulligningen

$y'' = -\frac{g}{\text{længde}} \cdot \sin(y)$ med begyndelsesbetingelserne $y(0) = \text{udsving}$ og $y'(0) = 0$ ved hjælp af en Runge

Kutta metode. Siden skal være der for ellers bliver løsningen ikke opdateret, når eleven skifter

parametre! Selve animationen af pendulet bygger dog på den tilnærmede ligning $y'' = -\frac{g}{\text{længde}} \cdot y$, da

animationen ellers begynder at hakke for voldsomt