



Beskrivelse

SpeedGate er en fotocelle med dobbelt stråle og indbygget display. Med to lysstråler er det muligt direkte at måle hastigheden ved passage af fotocellen. Displayet overflødigger en ekstern tæller.

Ud over de to lysstråler kan man også anvende eksterne signaler til at starte og stoppe tidtagningen. Herved er det muligt at måle tidsintervallet mellem passage af to fotoceller. Indgangene kan også anvendes helt uden lysstrålerne. Dermed kan SpeedGate bruges universelt til tidtagning, f.eks. sammen med mikrofoner.

SpeedGate betjenes med tre trykknapper; to knapper (ⓘ og ⓘ) vælger virkemåde og den tredje (ⓧ) bruges til nulstilling samt tænd og sluk.

Displayet er opdelt i to områder, svarende til de to funktionsknapper. Displayet drejer sig efter tyngdekraften, så det altid vender opret. Et statusområde viser hele tiden tilstanden for de to lysstråler og de eksterne indgange.

Typisk eksperimenter

Følgende *eksempler* på eksperimenter kan opbygges omkring en eller flere SpeedGates. (Yderligere apparatur er nødvendigt.) Detaljerede vejledninger kommer på vores hjemmeside

- Jævnt accelereret bevægelse
- Newtons anden lov
- Impulsbevarelse
- Galilei's faldlov
- Mekanisk energibevarelse
- Matematisk pendul
- Fysisk pendul
- Jævn cirkelbevægelse
- Lydens hastighed
- etc. -

– se også side 6.

Funktionsoversigt

Nedenstående tabel viser kombinationsmulighederne for SpeedGates funktioner. De gennemgås detaljeret i de følgende tre afsnit.

Primær funktion (øverste display) ⓘ	Sekundær funktion (nederste display) ⓘ
Front Time	Previous Value Interval Before Interval After
Dark Time (X)	Previous Value Interval Before Interval After
Speed	Previous Value ⓘ Interval Before Interval After Front Time ⓘ
Period (X)	Mean Period ⓘ Mean Frequency ⓘ Counts ⓘ
Pendulum Period (X)	Mean Pendulum Period ⓘ Mean Pend. Frequency ⓘ Period Count ⓘ

ⓘ, ⓘ hhv. ⓘ: Indbyrdes kompatible sekundære funktioner – se afsnittet Betjening).

Betjening

Fotocellen tændes ved tryk på **X**. Samme knap anvendes herefter til nulstilling (kort tryk) samt til at slukke (langt tryk).

Når apparatet tændes, kalibreres fotocellens følsomhed.

Det er derfor vigtigt, at der ikke er noget, som blokerer lysstrålerne på dette tidspunkt.

De to lysstråler betegnes X og Y. Den forreste lysstråle kaldes X, den bageste Y.

Ved måling af *Front Time* eller *Speed* vil størrelsen blive angivet med fortegn. Hvis bevægelsen sker i retning fra X til Y, regnes den positiv. Som supplement til fortegnet angives retningen også grafisk med symbolerne $X \blacktriangleright Y$ hhv. $Y \blacktriangleright X$.

Nogle funktioner kan benytte indgangene Aux IN og Chain IN.

Aux IN signalet fungerer stort set som lysstråle X. Chain IN anvendes bl.a. til tidtagning mellem to SpeedGates.

Detaljer følger i et senere afsnit.

Med knappen **I** vælges fotocellens primære funktion. For hver primær funktion benyttes **II** til at vælge en sekundær funktion. For begge knapper gælder, at der "rulles" igennem funktionerne: Når bunden af listen nås, startes igen ovenfra. Et tryk på **I** vil standse en evt. påbegyndt måling og nulstille.

Hvis en måling er i gang – ellers hvis der vises et resultat fra en tidligere måling – vil et tryk på **II** ikke standse eller nulstille målingen. Gentagne tryk på **II** vil derfor bringe SpeedGate tilbage i samme tilstand, som målingen startede i.

Nogle af de sekundære funktioner er indbyrdes kompatible, således at målingen blot fortsætter med den nye sekundære funktion. Disse vil vises med normal hvid overskrift i displayet. I tabellen ovenfor er disse tilstande markeret med fælles numre (hhv. ①, ② og ③).

Andre sekundære funktioner kan ikke meningsfuldt afløse hinanden. En sådan funktion vil vises med overskriften i lyseblåt. Ønsker man at skifte til den viste sekundære funktion, skal man nulstille målingen ved at trykke **X**.

Primære funktioner – vælg med **I**

Resultatet af disse målinger vises øverst i displayet.

Front Time (Fronttid)

Med betegnelsen fronttid menes den tid, det tager for fronten af et objekt at bevæge sig fra den ene lysstråle til den anden. Fronttid angives med fortegn. Tiden vises, mens målingen foregår.

Dark Time (X) (Mørketid for lysstråle X)

Denne funktion måler, hvor længe lysstrålen X er blokeret. Tiden vises, mens målingen foregår.

Speed (Hastighed)

Denne funktion anvender internt en måling af fronttiden samt den kendte afstand mellem lysstrålerne til at bestemme en hastighed. Afstanden mellem de to lysstråler er meget tæt på 20 mm (hvert apparat er kalibreret med den helt præcise værdi).

Hastigheden angives med fortegn. Hastigheden vises, mens målingen foregår.

Period (X) (Periode)

Perioden af et gentaget fænomen er tidsintervallet mellem to på hinanden følgende forekomster. Der måles på lysstråle X.

Anvendes f.eks. ved bestemmelse af omløbstid.

Pendulum Period (X) (Pendulperiode)

Denne funktion er meget lig ovennævnte måling af periode – blot ignoreres hver anden begivenhed. Der måles på lysstråle X.

Anvendes normalt ved måling af et penduls svingningstid, hvor pendulet svinger helt igennem fotocellen.

I en sådan måling er det tidsintervallet mellem to passager i *samme retning*, man ønsker målt. (Dersom amplituden er så lille, at pendulet ikke svinger helt igennem fotocellen, anvendes i stedet funktionen *Period*.)

Sekundære funktioner – vælg med

Resultatet af disse målinger vises i det nederste display.

Previous Value (Foregående værdi)

Hver gang den primære funktion påbegynder en måling, flyttes det foregående resultat ned i det nederste display.

Ved valg af denne sekundære funktion foretages fortløbende målinger uden behov for nulstilling ind imellem.

Interval Before (Intervaltid før passage af fotocellen)

Anvendes med Chain IN, som forbindes til Chain OUT på en anden SpeedGate, der skal passeres **før** denne.

Når den anden SpeedGate passeres, starter målingen af intervaltid.

Ved passage af den første af lysstrålerne (X eller Y) standses interval-tidtagningen.

Denne sekundære funktion kræver nulstilling før en ny måling kan foretages.

Signalet, som modtages på Chain IN, videregives på Chain OUT. På denne måde kan et enkelt startsignal starte interval-tidtagningen på flere seriekoblede SpeedGates.

Når *Interval Before* er valgt, vil denne SpeedGate også nulstilles, når den foregående SpeedGate bliver det. Hvis flere SpeedGates kobles i kæde, kan den forreste af dem således nulstille hele kæden.

Interval After (Intervaltid efter passage af fotocellen)

Anvendes med Chain IN, som forbindes til Chain OUT på en anden SpeedGate, der skal passeres **efter** denne.

Ved passage af den første af lysstrålerne (X eller Y) startes målingen af intervaltid.

Når den anden SpeedGate passeres, standses interval-tidtagningen.

Denne sekundære funktion kræver nulstilling før en ny måling kan foretages.

Front Time (Fronttid)

Måling af hastighed er baseret på en måling af fronttid. Denne sekundære funktion viser den tilgrundliggende måling.

Ligesom ved funktionen *Previous Value* foretages fortløbende målinger uden behov for nulstilling ind imellem.

Mean Period (Middelperiode)

Dette angiver summen af de målte perioder siden sidste nulstilling, divideret med antallet af hele perioder.

Mean Frequency (Middelfrekvens)

Viser den reciprokke værdi af middelperioden.

Counts (Tællinger)

Antal gange, lysstrålen er blokeret siden sidste nulstilling (– *ikke* antallet af perioder, som er 1 mindre).

Mean Pendulum Period (Middel-pendulperiode)

Dette er summen af de målte pendulperioder siden sidste nulstilling – divideret med antallet af hele pendulperioder.

Mean Pendulum Frequency (Middel-pendulfrekvens)


Dette er den reciprokke værdi af middel-pendulperioden.


Period Count (Antal perioder)


Dette er antallet af hele, afsluttede pendulperioder siden sidste nulstilling (– *ikke* hverken antallet eller det halve antal af passager af lysstrålen).

Statusindikator









Et fast område i displayet er reserveret til at vise status for de fire signaler: Lysstrålerne X og Y, Chain IN og Aux IN. Statusvisningen kan være nyttig ved analyse og fejlfinding af eksperimenter.

 Uanset valg af funktion kan man aflæse signalernes *fysiske* tilstand; tilstanden SKYGGE (lysstråle X og Y) hhv. HØJ (Chain IN og Aux IN) markeres med en gul firkant.

 For hver kombination af primære og sekundære funktioner vil der være et eller flere signaler, som kan starte eller standse tidtagningen. Disse signaler er i tilstanden LYTTER og markeres med en grøn cirkel.

 Et signal, som har forårsaget start eller stop af tidtagning, er i tilstanden UDLØST. Markeret med blå prik.

De tre tilstande kan forekomme i kombinationer – se figur herunder.

	Lav / Lys	Høj / Skygge
Døv, ej udløst		
Lytter, ej udløst		
Døv, udløst		
Lytter, udløst		

Aux IN og Chain IN

Chain IN modtager signaler fra Chain Out på en anden SpeedGate. Indgangen kan også anvendes sammen med andet udstyr.

Aux IN indgår i mange målinger som alternativ til lysstråle X – dog ikke i funktioner, som også involverer lysstråle Y (*Front Time, Speed*). Den kan forbindes til andet udstyr som f.eks. en 248600 mikrofon.

Logiske niveauer

For at gøre SpeedGate så universelt anvendelig som muligt, tilpasser de elektriske indgange sig det udstyr, som tilsluttes. **Dette vil normalt ske automatisk og intuitivt**, så længe man holder sig til udstyr, der beskrives som kompatibelt med SpeedGate.


Af hensyn til de brugere, som ønsker at bruge andet udstyr – evt. hjemmelavet – følger her en gennemgang af detaljerne. De er også nyttige at kende, hvis man vil forstå statusindikatorerne til bunds.

SpeedGate reagerer på fire signaler: Lysstrålerne X og Y, Chain IN og Aux IN. På det fysiske niveau kan en lysstråle være blokeret eller ej, og en elektriske indgang kan være HØJ (ca. 5 V) eller LAV (ca. 0 V).

De to lysstråler har en *fast* oversættelse mellem deres fysiske tilstand og det logiske niveau, som anvendes internt: LYS = hviletilstand = logisk 0. MØRKE = logisk 1. En måling af *Dark Time* for lysstråle X er altid en måling af, hvor længe lysstråle X er blokeret (dvs. logisk 1).

For de to indgange Chain IN og Aux IN er oversættelsen *dynamisk*. Det betyder, at hviletilstanden logisk 0 svarer til den fysiske tilstand, som indgangen har, *når fotocellen nulstilles*.

Eks. på dynamisk tildelte logiske niveauer

Antag, at Chain IN er HØJ, og Aux IN er LAV, når der trykkes på . Dermed gælder følgende:

Chain IN: LAV = Logisk 1 HØJ = Logisk 0
 Aux IN: LAV = Logisk 0 HØJ = Logisk 1
(I dette eksempel !)

Hvis fotocellen er indstillet til *Dark Time + Interval Before*, kunne et forløb se således ud:

- 1 - Chain IN går LAV (logisk 1)
interval-tidtagning begynder
- 2 - Chain IN går HØJ (logisk 0)
ingen virkning
- 3 - Aux IN går HØJ (logisk 1)
interval-tidtagning slutter, mørke-tidtagning begynder
- 4 - Aux IN går LAV (logisk 0)
mørke-tidtagning slutter

Aux IN og Chain IN i de forskellige funktioner

Front Time og Speed: Aux indgangen giver ikke mening for selve målingen af fronttid, men kan anvendes i nogle af de tilhørende sekundære funktioner. (Det øverste display vil da vise "-".)

Dark Time: Funktionen måler den tid, niveauet på Aux indgangen er logisk 1.

Period og Pendulum Period: Aux indgangen kan benyttes som signal i stedet for lysstrålen. (Så snart en måling startes af enten lysstråle X eller Aux IN, vil den anden signalkilde blive deaktiveret.)

Interval Before: Når Chain IN skifter tilstand til logisk 1, starter målingen af intervaltid.

Interval After: Når Chain IN skifter tilstand til logisk 1, standser en påbegyndt måling af intervaltid.

Beskyttelse af indgangene

Som nævnt bruger SpeedGates indgange spændingsniveauerne 0 V og 5 V. Negative spændinger og spændinger større end 5 V kan ødelægge SpeedGate.

Udstyr, som arbejder med højere spændinger – som f.eks. 198510 Afbryderboks – skal tilsluttes SpeedGate via en 198512 Signalbegrænser, som beskytter mod alle spændingen fra -24 V til +24 V.

Signalbegrænseren har en modularbøsning, som forbindes til SpeedGate, samt almindelige sikkerhedsbøsninger, som forbindes til den eksterne signalkilde.

Fejlmeldinger

Hvis en funktion kræver en særlig sekvens af signaler, kan det ske, at et signal ankommer for tidligt, selvom det faktisk indgår i den pågældende måling. Som en hjælp til fejlfinding markeres dette kortvarigt med teksten "Not yet started" ("Endnu ikke startet"). Dette vil f.eks. ske i funktionen *Front Time + Interval Before*, såfremt der skygges for en af lysstrålerne, inden Chain IN signalet ankommer.

Dersom en måling er påbegyndt (og evt. afsluttet), og man skifter til en anden sekundærfunktion, som ikke er kompatibel med den oprindelige, kan der forekomme en anden fejlmelding: Hvis der ankommer et signal, som i princippet kunne udløse tidtagning i den nye funktion, vil der kortvarigt blive vist teksten "Reset to start" ("Nulstil for at starte"). Den ikke-kompatible funktion vil som tidligere nævnt være markeret af, at teksten i overskriften er lyseblå frem for hvid.

Batteriindikator

Når der tændes for SpeedGate, vises batteriets tilstand kortvarigt.

Hvis batterispændingen under brug synker under et vist niveau, vil dette fremgå af teksten "Low battery!" ("Lavt batteri!") vist med små røde bogstaver allerøverst.

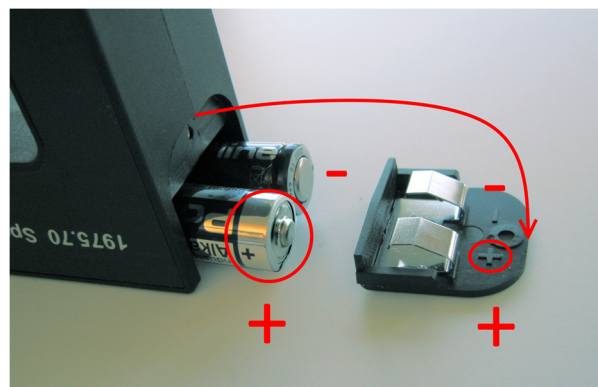
Bemærk, at SpeedGate problemfrit kan anvendes med spændingsforsyning via USB-stikket, selv om der advares om lavt batteri.

NB: For at sikre, at der ikke trækkes strøm fra batterierne, anbefales det helt at fjerne dem ved forsyning via USB-stikket.

Isætning af batterier

Brug seks identiske, friske, Alkaline AA batterier. Polariteten fremgår af indersiden på låget til batterirummet. Pas på ikke at vende dette på hovedet.

Batterierne skydes på plads parvist.



Beskyttelsesfolie på display

Displayet kan evt. være beskyttet med et stykke gennemsigtigt blå beskyttelsesfolie. Denne folie fjernes inden brug. Kanten kan let fanges med en negl.

Anvendelser

Her skitseres blot de eksperimentelle opstillinger. Detaljerede vejledninger til de *komplette* eksperimenter nedenfor hentes på www.frederiksen.eu.

Der kommer til stadighed nye eksperimenter til – nedenstående er et øjebliksbillede.

Én SpeedGate – komplette eksperimenter

Jævn cirkelbevægelse

Primær funktion: *Period (X)*

Sekundær funktion: *Mean Period*

Der tages middelværdi af mange svingninger. Nulstil (⊗) efter hver ændring af hastigheden.

135710 Jævn cirkelbevægelse med konisk pendul

135730 Konisk pendul – Bestemmelse af g

Matematisk pendul

Primær funktion: *Pendulum Period (X)*

Sekundær funktion: *Mean Pend. Per.*

Loddet skal svinge helt igennem lysstrålen. (Se næste eksempel, hvis udsvingene er meget små.)

135110 Matematisk pendul med SpeedGate

Fysisk pendul mv.

Primær funktion: *Period (X)*

Sekundær funktion: *Mean Period*

Små udsving - SpeedGate placeres på den ene side af pendulet, som svinger ind og ud af lysstrålen én gang pr. svingning.

135610 Fysisk pendul

135630 Besselpendulet

Lydens hastighed

Primær funktion: *Front Time*

Sekundær funktion: *Interval After*

SpeedGate anvendes kun som et elektronisk stopur. (Lysstrålerne bruges ikke.)

131415 Lydens hastighed med SpeedGate

Én SpeedGate – eksperiment-skitser

Det frie fald

Primær funktion: *Front Time*

Sekundær funktion: *Interval After*

Igen en anvendelse, hvor SpeedGate kun anvendes som et elektronisk stopur.

Yderligere apparatur:

198010 Frit Fald apparat

197572 Kabel sikkerhedsstik til modular (2 stk.)

Mekanisk energibevarelse i tyngdefeltet (med et lod i en snor)

Primær funktion: *Speed*

Sekundær funktion: *(Previous Value)*

Loddet svinger i en tråd. Den potentielle energi i yderpunktet bestemmes ud fra, hvor højt tyngdepunktet er hævet. Den kinetiske energi i bundstillingen bestemmes ud fra hastigheden. (Se evt. eksperiment 134570, som bruger 200280 elektronisk stopur i stedet for SpeedGate.)

Yderligere apparatur:

272502 Varmefyldelod Al 100 g

Tråd, målestok, stativmateriel

SpeedGate som geigertæller

Primær funktion: *Period (X)*

Sekundær funktion: *Mean Frequency*

GM-sensoren sættes i Aux IN og målingen starter med det samme. Der vises den gennemsnitlige tællehastighed. Nulstil middelværdien med ⊗.

Yderligere apparatur:

513575 GM-sensor med jackstik

(Modularkabel 197571 erstatter sensorens jackkabel.)

To SpeedGates – komplette eksperimenter

Newton's 2. lov

Primær funktion: *Speed*

Sek. funktion, gate 1: *Previous Value*

Sek. funktion, gate 2: *Interval Before*

Jævnt accelereret bevægelse – et lod trækker en vogn (via sytråd og trisse) på en luftpudeskinne.

134710 Newtons anden lov

Impulsbevarelse i stødprocesser

Primær funktion: *Speed*

Sekundær funktion: *Previous Value*

Klassisk forsøg med to vogne på luftpudeskinnen.

Der måles hastigheder før og efter stødet.

134720 Stød på en luftpudeskinne

To SpeedGates – eksperiment-skitse

Jævnt accelereret bevægelse

Primær funktion: *Speed*

Sek. funktion, gate 1: *Front Time*

Sek. funktion, gate 2: *Interval Before*

Den ene ende af luftpudeskinnen klodses et par millimeter op. En vogn på banen vil accelerere jævnt.

Yderligere apparatur:

195000 Luftpudeskinne med tilbehør

197560 Blæser

Mange SpeedGates

– komplet eksperiment

Jævnt accelereret bevægelse – Luftpudeskinne med elektrisk affyrimekanisme

Primær funktion: *Speed*

Sekundær funktion: *Interval Before*

Den ene ende af luftpudeskinnen klodses lidt op.

En vogn på banen accelererer jævnt.

Affyrimekanismen sender startsignal til den første SpeedGate.

134640 Galileis skråplan

Mange SpeedGates – eksperimentskitse

Det frie fald – flere SpeedGates

En variation af det frie fald, blot tilsluttes startmekanismen fra 198010 til den første SpeedGate med et kabel 197572 – resten reagerer på afbrydelse af lysstrålen.

Alle SpeedGates benytter sekundær funktion *Interval Before*.

Yderligere apparatur:

198010 Frit Fald apparat

197572 Kabel sikkerhedsstik til modular (Bundpladen fra 198010 benyttes ikke.)

Specifikationer

Måleområder og nøjagtighed

Tid:	0,001 ms – 999999 s
Relativ nøjagtighed:	0,00025 %
Hastighed:	0,01 mm/s – 999,9 m/s
Relativ nøjagtighed:	≈ 1 %
Frekvens:	0,01 mHz – 999,999 kHz
Relativ nøjagtighed:	0,00025 %
Tællere:	0 – 999999999 (= 10 ⁹ -1)

Mekaniske mål

B x D x H:	176 x 34 x 114 mm
Opspændingstap:	Ø 10 x 140 mm
Gab (B x H):	95 x 85 mm
Pos. af lysstråler:	10 mm over bund

Display

Størrelse:	36,7 x 48,9 mm (240 x 320 pixels)
Type:	TFT dot matrix, Colour, Backlit

Spændingsforsyning

Batterier:	6 stk. 1,5 V "AA"
Batterilevetid:	ca. 7,5 timer

Kan strømforsynes via kabel med mini-USB-stik (fjern batterierne). Strømforbrug: 300 mA.

Eksterne signaler

De tre stik anvender signaler i området 0 til 5 V – bortset fra Enable In, som tåler en spænding op til 8 V. Alle indgange fortolker spændinger under 0,8 V som LAV og spændinger over 2,0 V som HØJ.

Chain IN and Aux IN		Chain OUT	
Pin	Function	Pin	Function
1	n.c.	1	Master Reset Out
2	n.c.	2	Enable In
3	Ground	3	Chain Out
4	Signal In	4	Ground
5	+5 V Power Out	5	n.c.
6	Master Reset In	6	n.c.

Svævende indgange opfører sig således:



Signal In:	HØJ
Master Reset In:	LAV
Enable In:	LAV

Udgangene Master Reset Out og Chain Out styres af niveauet på Enable In:

Enable In	Mst.Res.Out	Chain Out
LAV el. svævende	LAV	LAV
HØJ	Enabled	Enabled

Medfølgende kabel

Det medfølgende kabel nr. 197571 er af den **krydsede** type. De benyttede stik betegnes RJ12 og har en pin-nummerering som vist på figuren. Et sådan kabel er forbundet som vist:

Stik 1	Stik 2
	
Farveforløb i stikket →	← Farveforløb i stikket
1	6
2	5
3	4
4	3
5	2
6	1

Der eksisterer lignende kabler, som er forbundet **lige over** (1-1, 2-2, osv. frem for 1-6, 2-5 osv.) *En sådan kabeltype må ikke anvendes sammen med SpeedGate.*

Reklamerationsret

Der er to års reklamerationsret, regnet fra fakturadato.
Reklamerationsretten dækker materiale- og produktionsfejl.

Reklamerationsretten dækker ikke udstyr, der er blevet mishandlet, dårligt vedligeholdt eller fejlmonteret, ligesom udstyr, der ikke er repareret på vort værksted, ikke dækkes af garantien.

Returnering af defekt udstyr som garantireparation sker for kundens regning og risiko og kan kun foretages efter aftale med Frederiksen. Med mindre andet er aftalt med Frederiksen, skal fragtbeløbet forudbetales. Udstyret skal emballeres forsvarligt. Enhver skade på udstyret, der skyldes forsendelsen, dækkes ikke af garantien. Frederiksen betaler for returnering af udstyret efter garantireparationer.

© Frederiksen Scientific A/S

Denne brugsvejledning må kopieres til intern brug på den adresse hvortil det tilhørende apparat er købt. Vejledningen kan også hentes