

Del 1

Oppgave 1 Flervalgsoppgaver

Skriv svarene for oppgave 1 på eget svarskjema i vedlegg 3.
(Du skal altså *ikke* levere inn selve eksamensoppgaven med oppgaveteksten.)

a) Hvilken av de sammensatte enhetene under er en enhet for magnetisk flukstetthet (magnetisk feltstyrke)?

- A. Wb/m^2
- B. Tm^2
- C. Tm/A
- D. V/m

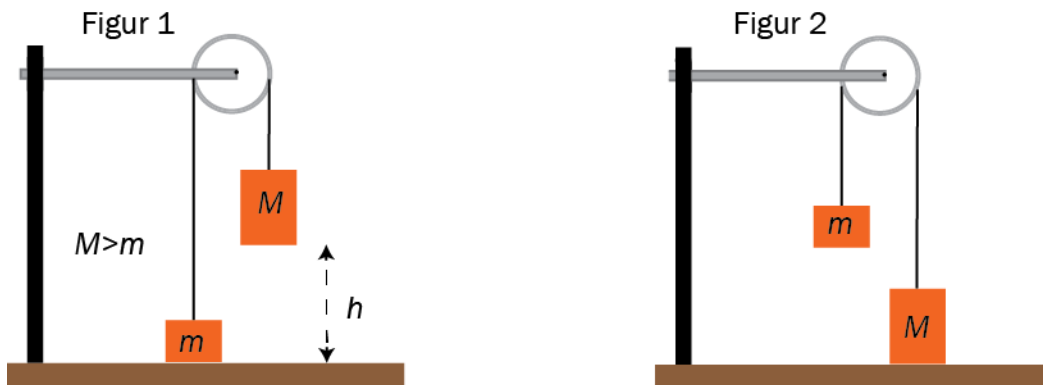
b) En partikkel følger en bane gitt ved parameterframstillingen

$$\begin{cases} x = 2t - 4 \\ y = 8t \end{cases}$$

Hvilken parameterframstilling representerer akselerasjonen til partikkelen?

- A. $\begin{cases} a_x = t^2 - 4t \\ a_y = 4t^2 \end{cases}$
- B. $\begin{cases} a_x = \frac{1}{2}t^3 - 2t^2 \\ a_y = 2t^3 \end{cases}$
- C. $\begin{cases} a_x = 2 \\ a_y = 8 \end{cases}$
- D. $\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = 0 \end{cases}$

- c) Et system består av to klosser, den ene med masse m og den andre med masse M . Mellom klossene er det en masseløs tråd som går over en trinse. Systemet holdes i ro og slippes som vist i figur 1. I figur 2 ser vi plasseringen av klossene like før M treffer underlaget. Se bort fra all friksjon.



Hvilket uttrykk for den samlede kinetiske energien E_k til **begge** klossene er korrekt like før den store klossen treffer underlaget?

- A. $E_k = Mgh$
- B. $E_k = Mgh + mgh$
- C. $E_k = \frac{1}{2}(Mgh + mgh)$
- D. $E_k = Mgh - mgh$

- d) En ball kastes på skrå oppover.

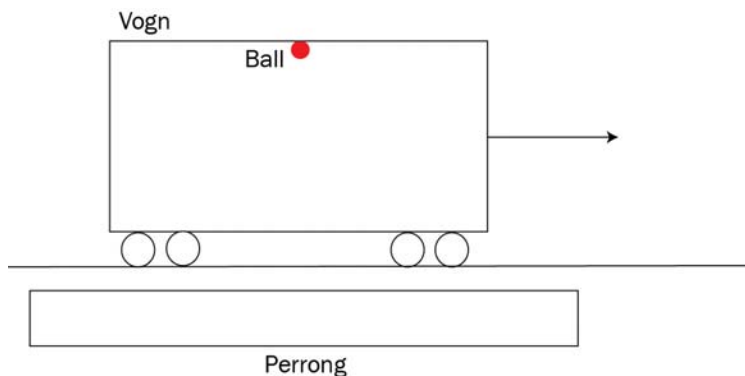


Vi ser bort fra luftmotstand.

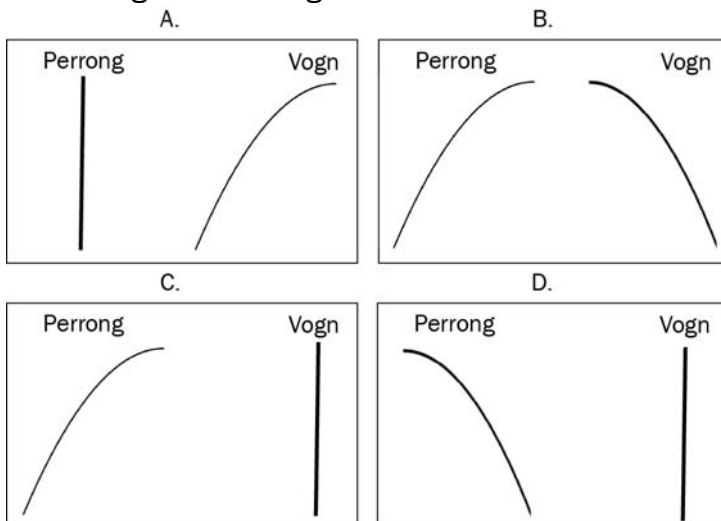
Absoluttverdien av akselerasjonen mens ballen er på vei oppover, er

- A. 0
- B. konstant (men større enn 0)
- C. økende
- D. minkende

- e) Ei vogn beveger seg med rettlinjett konstant fart forbi en perrong. Når vogna passerer perrongen, slippes en ball fra taket. Ballen følger en bane til den treffer gulvet.



Hvilken figur viser riktig bane for ballen observert fra perrongen og vogna?

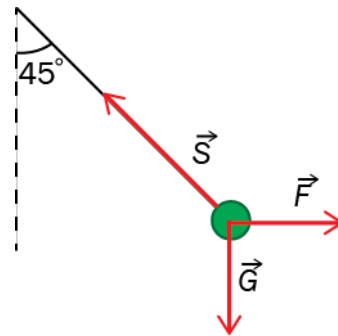


- f) Hvilleenergien til et elektron er $E = mc^2$. Elektronmassen er $m = 9,11 \cdot 10^{-31}$ kg, og $c = 2,99792498 \cdot 10^8$ m/s er lyshastigheten i vakuum. Uttrykket beregnes med kalkulator til $E = 8,18766186318 \cdot 10^{-14}$ J.

Hvilleenergien med korrekt antall siffer er da

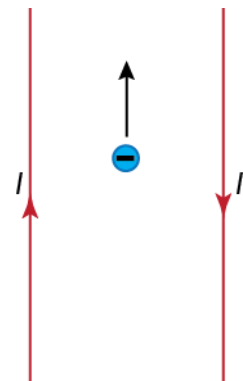
- A. $8,2 \cdot 10^{-14}$ J
- B. $8,188 \cdot 10^{-14}$ J
- C. $8,18 \cdot 10^{-14}$ J
- D. $8,19 \cdot 10^{-14}$ J

- g) En elektrisk ladet kule henger i en tråd i et elektrisk felt. Når kula er i ro, er vinkelen mellom tråden og vertikalen 45° . På kula virker snordraget S , den elektriske kraften F og tyngden G , slik figuren viser.

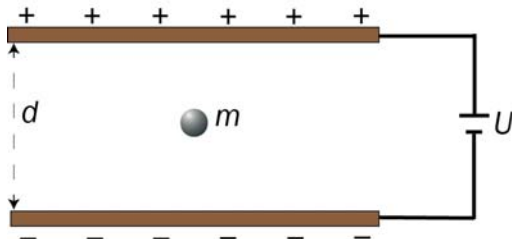


Da er

- A. $F = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot G$
- B. $F = G$
- C. $F = \sqrt{2} \cdot G$
- D. $F = S - G$
- h) Det elektriske feltet i oppgave g) er horisontalt og homogent. Plutselig ryker tråden. Hvordan beveger kula seg i det elektriske feltet? Du kan se bort fra luftmotstand.
- A. Den faller vertikalt mot bakken.
- B. Den følger en rettlinjert horisontal bane mot høyre.
- C. Den følger en rettlinjert bane som går på skrå ned mot høyre.
- D. Den følger en parabelbane.
- i) Vi har to lange, rette, parallelle ledere. Lederne fører lik strøm I i motsatte retninger. Midt mellom dem befinner det seg et elektron som beveger seg parallelt med lederne som figuren viser. Hvilken påstand stemmer?
- A. Summen av de magnetiske kreftene på elektronet er null.
- B. Elektronet påvirkes av magnetiske krefter inn i arket.
- C. Elektronet påvirkes av magnetiske krefter mot høyre.
- D. Elektronet påvirkes av magnetiske krefter mot venstre.

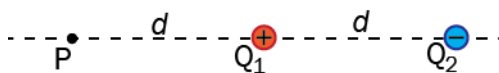


- j) To horisontale plater er plassert i tyngdefeltet. Mellom platene er det ei kule med ladning q og masse m . Spenningen U mellom platene er slik at kula svever i ro. Avstanden mellom platene er d .



Da er ladningen på kula

- A. $q = \frac{2gU}{dm}$
 B. $q = \frac{gU}{dm}$
 C. $q = \frac{2mgd}{U}$
 D. $q = \frac{mgd}{U}$
- k) To ulike ladninger Q_1 og Q_2 er plassert på ei linje sammen med et punkt P. Q_1 har ladningen $3q$, og Q_2 har ladningen $-4q$. Avstanden mellom Q_1 og Q_2 er d , og avstanden mellom Q_1 og P er d .



Hva er absoluttverdien av den elektriske feltstyrken i punktet P?

- A. $\frac{k_e q}{d^2}$
 B. $\frac{2k_e q}{d^2}$
 C. $\frac{7k_e q}{d^2}$
 D. $\frac{12k_e q}{d^2}$

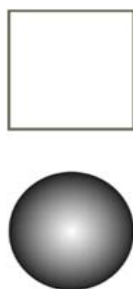
- l) De to figurene viser ladde partikler som beveger seg med konstant fart i homogene magnetfelt. På hver figur er retningen til magnetfeltet, kraften og farten til partikkelen angitt.



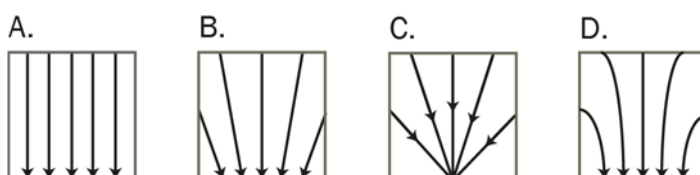
Ladningene på partiklene er da

- | Figur 1 | Figur 2 |
|------------|---------|
| A. positiv | positiv |
| B. negativ | negativ |
| C. negativ | positiv |
| D. positiv | negativ |

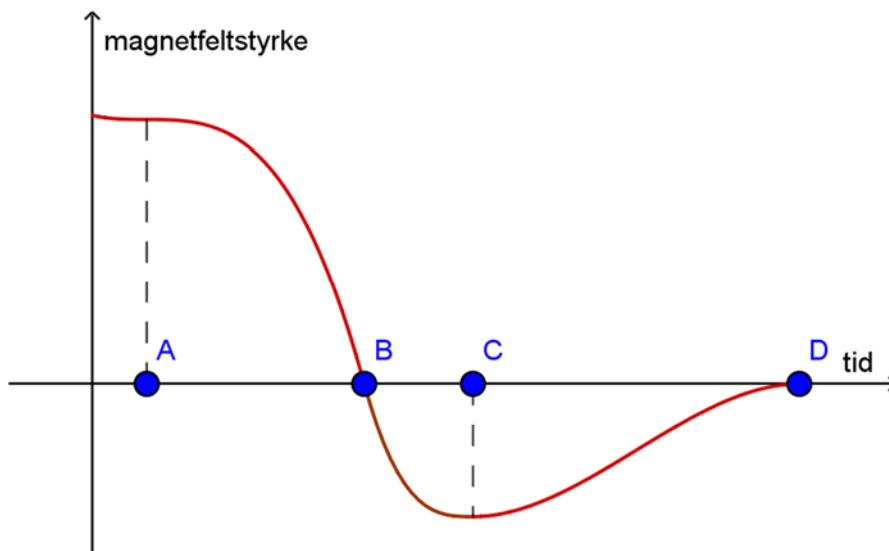
- m) Figuren viser en planet og et tenkt utsnitt utenfor planeten. Utsnittet ligger i et plan gjennom sentrum av planeten.



Hvilken figur viser gravitasjonsfeltlinjene i utsnittet på korrekt måte?

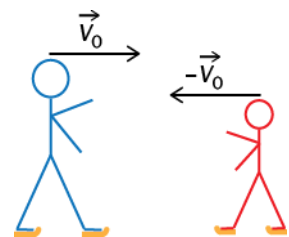


- n) En strøm induseres i en spole ved hjelp av et magnetfelt som endrer seg med tiden. Grafen viser styrken til magnetfeltet spolen befinner seg i, som funksjon av tiden.



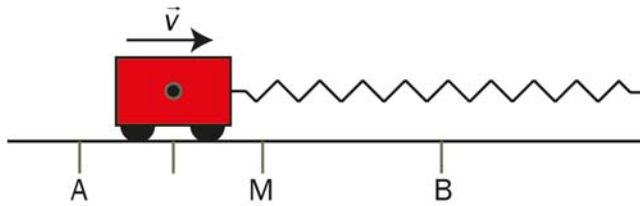
Ved hvilket tidspunkt har strømmen størst absoluttverdi?

- o) Per og Ida er på skøytebanen. Per har dobbelt så stor masse som Ida. De glir rettlinjet mot hverandre. De har lik og motsatt rettet fart v_0 . De kolliderer og holder fast i hverandre etter kollisjonen. Hvilken fart får de like etter kollisjonen?



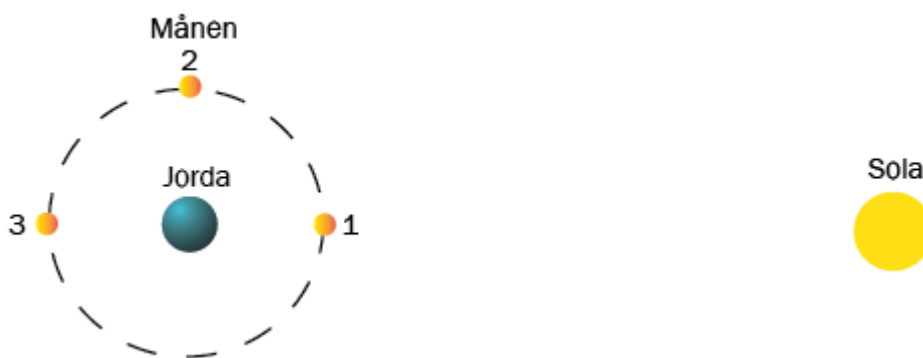
- A. 0
- B. $\frac{1}{3}v_0$
- C. $\frac{1}{2}v_0$
- D. v_0

- p) Figuren viser ei vogn festet til ei fjær som svinger friksjonsfritt om likevektspunktet M, med ytterpunktene A og B i svingebevegelsen. Fjærstivheten er k . Avstanden $AM = MB = x$.



Hva er vognas kinetiske energi i punktet **midt** mellom A og M?

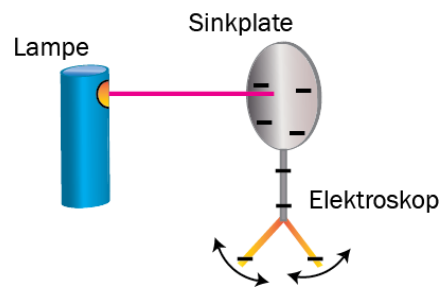
- A. $\frac{1}{8}kx^2$
 B. $\frac{1}{4}kx^2$
 C. $\frac{3}{8}kx^2$
 D. $\frac{1}{2}kx^2$
- q) Månen er vist i tre posisjoner i sin bane rundt jorda. Figuren viser ikke riktige størrelsesforhold.



Summen av kreftene på **månen** er

- A. minst i posisjon 3
 B. minst i posisjon 2
 C. større i posisjon 1 enn i posisjon 2
 D. størst i posisjon 3

- r) Hvilke postulater er grunnlaget for den **spesielle** relativitetsteorien?
- A. Lysfarten er lik i alle referansesystemer, og tid er relativ.
 - B. Lysfarten er lik i alle referansesystemer, og fysikkens lover er på samme form i alle referansesystemer.
 - C. Lysfarten i vakuum er lik i alle treghetssystemer, og fysikkens lover er på samme form i alle treghetssystemer.
 - D. Lysfarten er en øvre hastighet i alle treghetssystemer, og tiden går saktere når hastigheten nærmer seg lysfarten.
- s) Et elektrooskop består av to lette metallstrimler som er festet til ei ledende stang og ei sinkplate. Sinkplata blir negativt ladet, og strimlene på elektrooskopet går fra hverandre.



Deretter sender vi UV-lys mot sinkplata fra en lampe.

Da vil strimlene på elektrooskopet

- A. fjerne seg fra hverandre, fordi lyset løsriver positive ladninger
- B. nærme seg hverandre, fordi lyset løsriver negative ladninger
- C. fjerne seg fra hverandre, fordi lyset løsriver negative ladninger
- D. nærme seg hverandre, fordi lyset løsriver positive ladninger

- t) Når vi sender ensfarget lys med frekvens f mot ei metallplate, blir det revet løs elektroner fra plata dersom f er større enn metalllets grensefrekvens f_0 .

Den største farten et løsrevet elektron kan få, er

- A. $\frac{h(f - f_0)}{m_e c}$
B. $\frac{hf_0}{m_e c}$
C. $\sqrt{\frac{2hf_0}{m_e}}$
D. $\sqrt{\frac{2h(f - f_0)}{m_e}}$

- u) Et elektron akselereres fra ro av en spenning U . Et annet elektron akselereres fra ro av en spenning $2U$. Etter akselerasjonen har elektronene henholdsvis de Broglie-bølgelengdene λ_1 og λ_2 .

Forholdet mellom de to bølgelengdene $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ er da

- A. $\frac{1}{2}$
B. $\frac{1}{\sqrt{2}}$
C. $\sqrt{2}$
D. 2

- v) Reaksjonen $p + n \rightarrow p + \pi^0$ er **umulig** fordi

- A. massen ikke er bevart
B. ladningstallet ikke er bevart
C. baryontallet ikke er bevart
D. leptontallet ikke er bevart

w) Resultatene fra forsøk med Comptonspredning representerer et brudd med klassisk fysikk fordi dette forsøket viser at

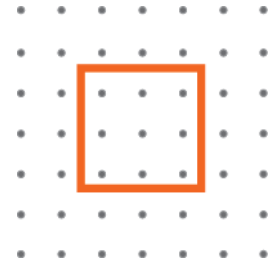
- A. lys har bølgelengde
- B. fotoner har bevegelsesmengde
- C. elektroner har bølgelengde
- D. elektroner har bevegelsesmengde

x) Røntgenstråling kan brukes til å gi et bilde av det indre av kroppen fordi

- A. røntgenstråling stoppes lettere av hardt vev enn av bløtt vev
- B. hydrogenatomer i kroppen absorberer røntgenstråling og endrer spinnretning
- C. røntgenstråling ioniserer DNA, som igjen sender ut fotoner
- D. røntgenstråling gir et interferensmønster i overgangen mellom to typer vev

Oppgave 2

- a) Ei kvadratisk ledersløyfe er plassert vinkelrett på et homogent magnetfelt med flukstetthet $0,10\text{ T}$. Sidene i lederen er 10 cm .



Flukstettheten økes jevnt til $0,15\text{ T}$ i løpet av $0,50\text{ s}$, slik at det induseres en spenning i sløyfa.

1. Hvor stor blir den induserte spenningen?

En ladd partikkel med konstant fart kommer vinkelrett inn i et homogent magnetfelt. Partikkelen følger en halvsirkel før den kommer ut igjen.



2. Vis at tiden partikkelen er inne i magnetfeltet, er uavhengig av farten.

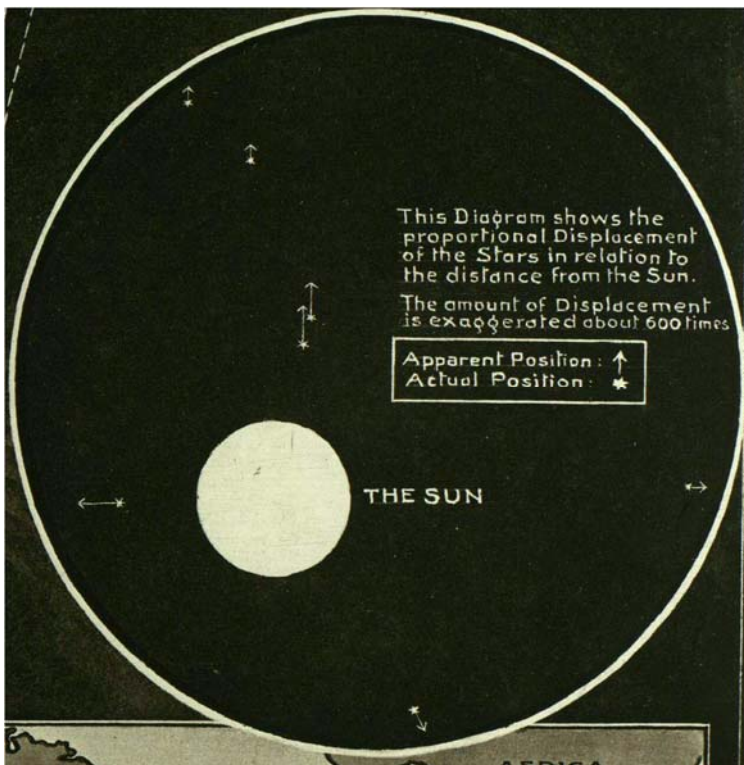
- b) Et system består av to klosser, den ene med masse m og den andre med masse $2m$, med ei snor mellom. Klossene er plassert på hver sin side av et trekantformet prisme. Snora går over ei trinse. Prismet er festet til et horisontalt underlag. Sidene på prismet utgjør hvert sitt skråplan som klossene kan gli på.



Systemet vil bevege seg fra ro med stram snor. Vi ser bort fra all friksjon og regner snora som masseløs. Bruk opplysningene i figuren til å svare på spørsmålene.

1. Tegn kreftene som virker på hver av klossene.
2. Beregn akselerasjonen til systemet.

- c) Bildet under viser et utsnitt fra *The Illustrated London News* fra 22. november 1919. I artikkelen sammenlignes posisjonene til noen stjerner under og etter en solformørkelse.



Her er teksten i sirkelen oversatt:

Figuren viser den proporsjonale forskyvningen av stjernene og deres avstand til sola.

Størrelsen på forskyvningen er overdrevet omtrent 600 ganger.

Tilsynelatende posisjon	↑
Faktisk posisjon	☆

Lag ei skisse og tegn lysgangen. Forklar hvorfor posisjonen til stjernene tilsynelatende endrer seg med sola til stede.

- d) Et elektron og et positron annihilerer og danner to fotoner.

1. Forklar hvorfor vi aldri får bare **ett** foton fra en slik annihiling.

Fotonene fra en slik annihiling er sammenfiltret.

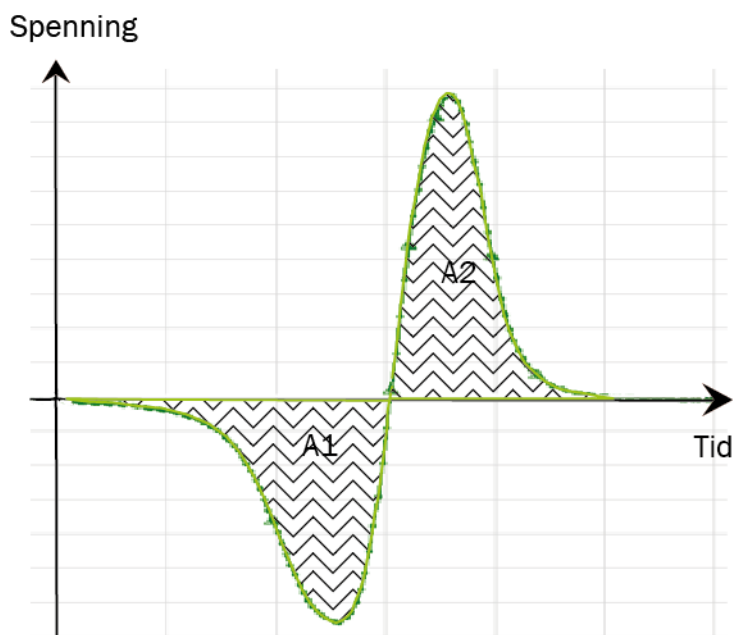
2. Hva vil det si at to fotoner er sammenfiltret?

Del 2

Oppgave 3

Oppgaven dreier seg om induksjon.

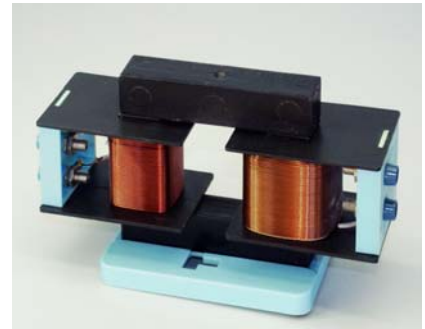
I et fysikkforsøk lar vi en stavmagnet falle gjennom en spole. Spolen er koblet til en datalogger som registrerer spenningen over spolen. Utskriften fra dataloggeren får en form som vist i grafen under.



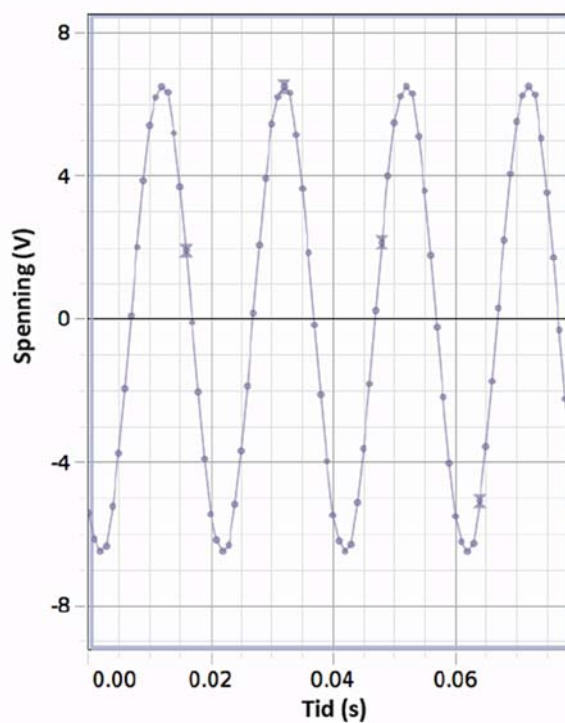
- Hvorfor er område A2 smalere og høyere enn område A1?
- Vi gjentar forsøket, men slipper magneten fra en større høyde.
 - Hvordan forandres kurven? Lag en skisse.
 - Hva skjer med arealene?

- c) En transformator består av to spoler som har en felles jernkjerne. Den brukes til å endre spenningen i en vekselspenning.

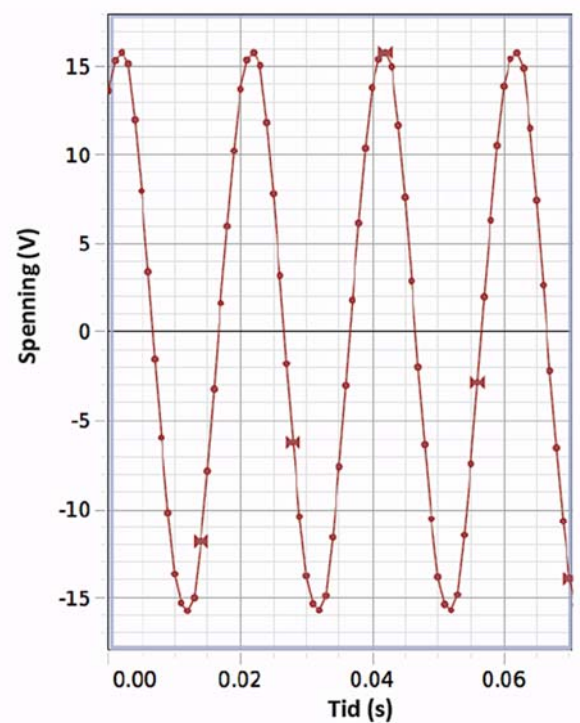
I et forsøk kobler vi en spenningskilde til primærsiden. En datalogger registrerer spenningen over begge spolene.



Figuren under viser resultatet. Grafene viser spenningen målt i volt som funksjon av tiden målt i sekunder.



Primærspole



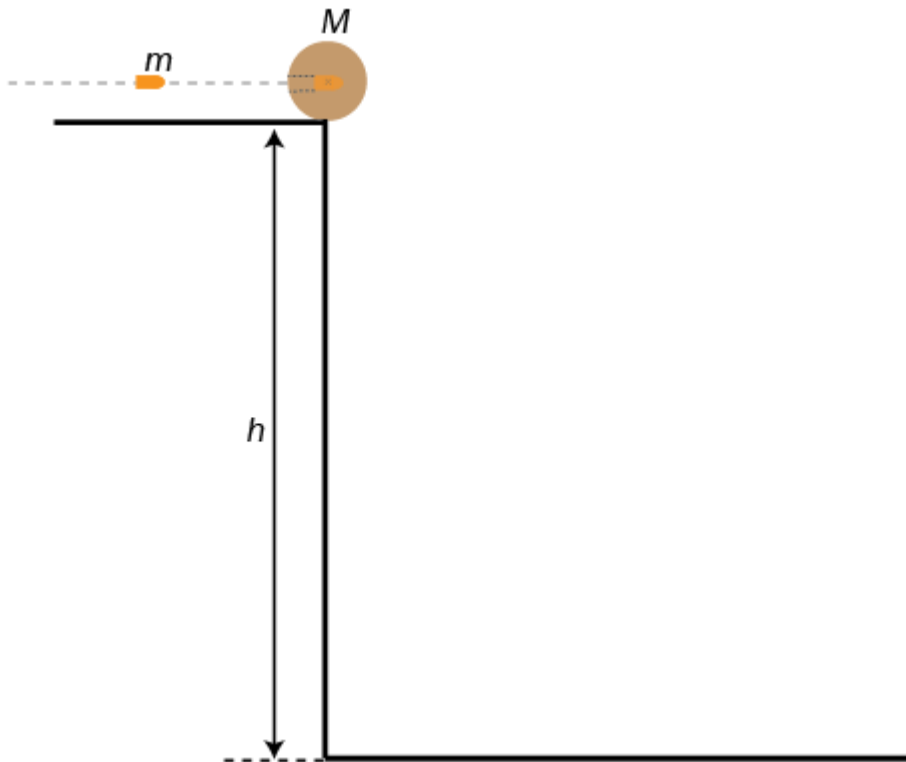
Sekundærspole

1. Primærspolen har 600 vindinger. Hvor mange vindinger har sekundærspolen?
2. Hver prikk på grafene viser en måling. Hvilken samplingfrekvens har loggeren?

Oppgave 4

Oppgaven dreier seg om støt og bevegelse i tyngdefelt.

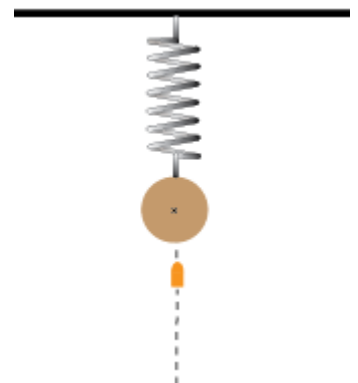
Et prosjektil med farten 120 m/s blir skutt horisontalt mot ei trekule som ligger på kanten av et bord. Prosjektilet blir sittende fast i trekula. Massen m til prosjektilet er 10 g , og massen M til trekula er 150 g . Bordet har høyden $h = 0,82 \text{ m}$. I oppgaven regner vi at prosjektilet treffer midt på trekula. Se bort fra luftmotstanden.



- Finn farten til felleslegemet like etter støtet.
- Hvor lander felleslegemet?

Trekula festes til ei fjær, som igjen blir festet til taket. Prosjektilet blir nå skutt vertikalt oppover med en annen utgangsfart enn i oppgave a). Prosjektilet blir sittende fast i trekula. Fjæra blir presset sammen 15 cm . Fjærstivheten er 200 N/m .

- Finn farten til prosjektilet like før det treffer trekula.



Oppgave 5

Oppgaven dreier seg om sirkelbevegelse og kast.

Slynge har vært brukt som våpen siden steinalderen. Bildet viser en romersk soldat som bruker ei slynge. Denne slynga består av to snorer som er festet til ei lomme. I lomma legges en stein. Slynge roteres i en vertikal sirkel. Så er det om å gjøre å slippe den ene snora i riktig øyeblikk, slik at steinen treffer målet.



Før snora slippes, følger steinen en sirkelbane med radius $r = 80$ cm. Slynge roterer tre runder per sekund. Vi regner med at banefarten er konstant.

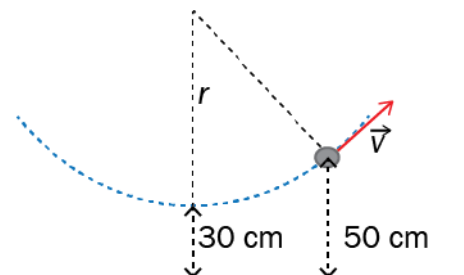
- Vis at farten i banen er $v = 15$ m/s.
- Hvor i banen er snordraget størst?

Steinen har masse 110 g.

- Hva blir det samlede snordraget på steinen fra de to snorene i toppen av banen?

Vi antar at underlaget er horisontalt. I det laveste punktet av banen er steinen 30 cm over underlaget.

- Hvor lander steinen dersom den slippes når den er 50 cm over underlaget? Se bort fra luftmotstanden.



Oppgave 6

Oppgaven dreier seg om bevegelse i gravitasjonsfelt og gravitasjonsbølger.

To svarte hull, hvert med en masse på $5,00 \cdot 10^{31}$ kg, går i en sirkulær bane rundt et felles massesenter, O (figur 1). Massesenteret befinner seg midt mellom de to svarte hullene. Radien i sirkelbanen er $1,00 \cdot 10^6$ m.

- a) Finn gravitasjonskraften som virker på det ene svarte hullet fra det andre.

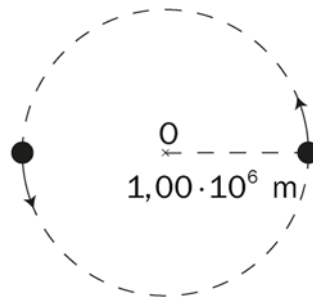
Vi skal undersøke gravitasjonsfeltet i et punkt P i nærheten av de svarte hullene. Avstanden fra O til P er alltid $3,00 \cdot 10^6$ m.

På et tidspunkt er de svarte hullene og punktet P på linje, som vist på figur 2.

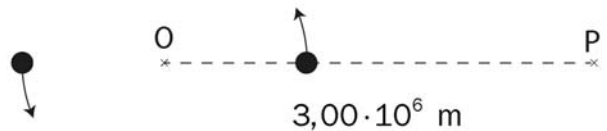
- b) Finn gravitasjonsfeltstyrken i P.

En kvart omdreining senere (figur 3) står linjen mellom de svarte hullene vinkelrett på OP.

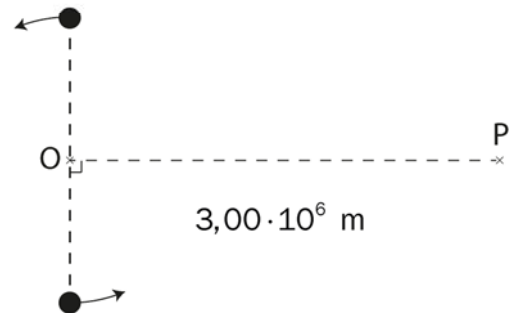
- c) Finn gravitasjonsfeltstyrken i P nå.



Figur 1: De to svarte hullene går i bane om et felles massesenter



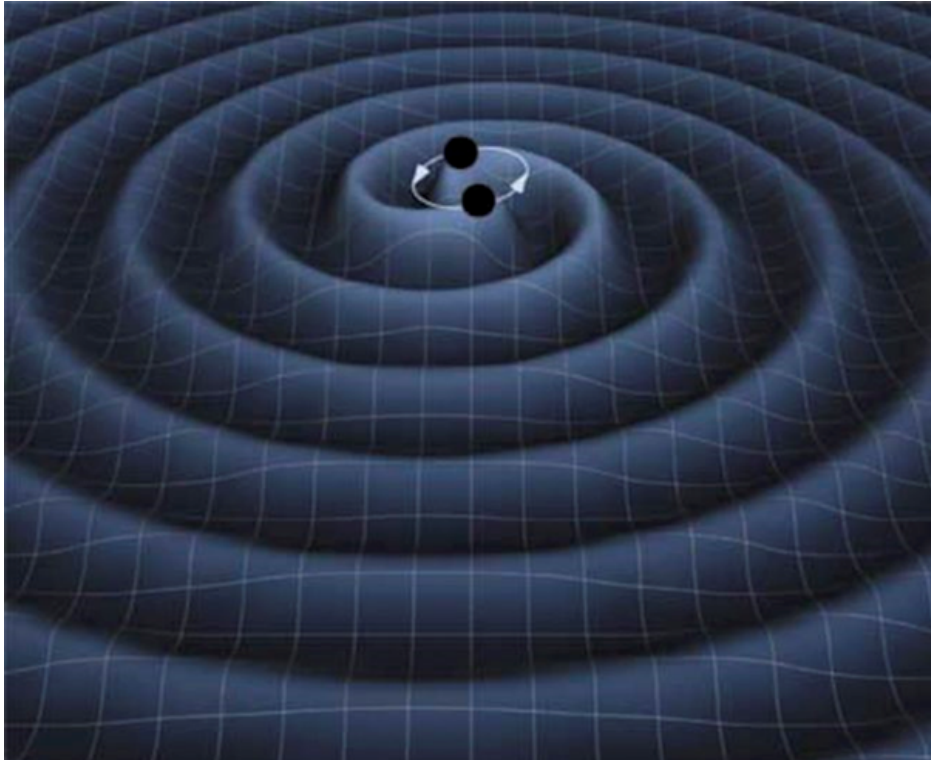
Figur 2: OP på linje med de svarte hullene



Figur 3: OP vinkelrett på linjen mellom de svarte hullene

Når de to svarte hullene roterer slik, dannes det gravitasjonsbølger. Som en følge av dette mister systemet med de to roterende svarte hullene energi. I løpet av ett sekund har avstanden mellom de svarte hullene minket med $0,05 \cdot 10^6$ m. På samme tid har banefarten til hullene økt fra $2,89 \cdot 10^7$ m/s til $2,92 \cdot 10^7$ m/s.

d) Hvor mye energi har gått med til å lage gravitasjonsbølger i dette sekundet?



Kjeldeliste/kildeliste

Bilete/Bilde i oppgave/oppave 2c:

<http://www.forbes.com/sites/startswithabang/2016/03/24/could-dark-matter-not-exist-at-all/#288304311d3f>

Bilete/Bilde i oppgave/oppave 3:

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=22549722>

Bilete/Bilde i oppgave/oppave 5: www.chegg.com/homework-help/

Bilete/Bilde i oppgave/oppave 6: <http://www.alumni.caltech.edu/distinguished-alumni/2015/5/18/kip-s-thorne-bs-62>

Vedlegg 1

Faktavedlegg

Faktavedlegg som er tillate brukt ved eksamen i Fysikk 2

Kan brukast under både Del 1 og Del 2 av eksamen.

Jorda

Ekvatorradius	6378 km
Polradius	6357 km
Middelradius	6371 km
Masse	$5,974 \cdot 10^{24}$ kg
Standardverdien til tyngdeakselerasjonen	$9,80665 \text{ m/s}^2$
Rotasjonstid	23 h 56 min 4,1 s
Omløpstid om sola	$1 \text{ a} = 3,156 \cdot 10^7 \text{ s}$
Middelavstand frå sola	$1,496 \cdot 10^{11} \text{ m}$

Sola

Radius	$6,95 \cdot 10^8 \text{ m}$
Masse	$1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$

Månen

Radius	1738 km
Masse	$7,35 \cdot 10^{22} \text{ kg}$
Tyngdeakselerasjon ved overflata	$1,62 \text{ m/s}^2$
Middelavstand frå jorda	$3,84 \cdot 10^8 \text{ m}$

Planetane og Pluto

Planet	Masse, 10^{24} kg	Ekvator-radius, 10^6 m	Midlare solavstand, 10^9 m	Rotasjonstid, d	Siderisk omløpstid ⁺ , a	Massetettleik, 10^3 kg/m ³	Tyngde- akselerasjon på overflata, m/s ²
Merkur	0,33	2,44	57,9	58,6	0,24	5,4	3,7
Venus	4,9	6,05	108	243*	0,62	5,2	8,9
Jorda	6,0	6,38	150	0,99	1,00	5,5	9,8
Mars	0,64	3,40	228	1,03	1,88	3,9	3,7
Jupiter	1900	71,5	778	0,41	11,9	1,3	25
Saturn	568	60,3	1429	0,45	29,5	0,7	10
Uranus	87	25,6	2871	0,72*	84,0	1,3	8,9
Neptun	103	24,8	4504	0,67	165	1,6	11
Pluto	0,013	1,2	5914	6,39*	248	2,1	0,6

* Retrograd rotasjonsretning, dvs. motsett rotasjonsretning av den som er vanleg i solsystemet.

⁺ Omløpstid målt i forhold til stjernehimelen.

IAU bestemte i 2006 at Pluto ikkje lenger skulle reknast som ein *planet*.

Nokre konstantar

Fysikkonstantar	Symbol	Verdi
Atommasseeininga	u	$1,66 \cdot 10^{-27}$ kg
Biot-Savart-konstanten	k_m	$2 \cdot 10^{-7}$ N/A ² (eksakt)
Coulombkonstanten	k_e	$8,99 \cdot 10^9$ N·m ² / C ²
Elementærladninga	e	$1,60 \cdot 10^{-19}$ C
Gravitasjonskonstanten	γ	$6,67 \cdot 10^{-11}$ N·m ² / kg ²
Lysfarten i vakuum	c	$3,00 \cdot 10^8$ m/s
Planckkonstanten	h	$6,63 \cdot 10^{-34}$ Js

Massar	Symbol	Verdi
Elektron	m_e	$9,1094 \cdot 10^{-31}$ kg = $5,4858 \cdot 10^{-4}$ u
Nøytron	m_n	$1,6749 \cdot 10^{-27}$ kg = 1,0087 u
Proton	m_p	$1,6726 \cdot 10^{-27}$ kg = 1,0073 u
Hydrogenatom	m_H	$1,6817 \cdot 10^{-27}$ kg = 1,0078 u
Heliumatom	m_{He}	$6,6465 \cdot 10^{-27}$ kg = 4,0026 u
Alfapartikkel (Heliumkjerne)	m_α	$6,6447 \cdot 10^{-27}$ kg = 4,0015 u

Data for nokre elementærpartiklar

Partikkel	Symbol	Kvark-sammansetning	Elektrisk ladning /e	Anti-partikkel
Lepton				
Elektron	e^-		-1	e^+
Myon	μ^-		-1	μ^+
Tau	τ^-		-1	τ^+
Elektronnøytrino	ν_e		0	$\bar{\nu}_e$
Myonnøytrino	ν_μ		0	$\bar{\nu}_\mu$
Taunøytrino	ν_τ		0	$\bar{\nu}_\tau$
Kvark				
Opp	u	u	+2/3	\bar{u}
Ned	d	d	-1/3	\bar{d}
Sjarm	c	c	+2/3	\bar{c}
Sær	s	s	-1/3	\bar{s}
Topp	t	t	+2/3	\bar{t}
Botn	b	b	-1/3	\bar{b}
Meson				
Ladd pi-meson	π^-	$\bar{u}d$	-1	π^+
Nøytralt pi-meson	π^0	$u\bar{u}, d\bar{d}$	0	π^0
Ladd K-meson	K^+	$u\bar{s}$	+1	K^-
Nøytralt K-meson	K^0	$d\bar{s}$	0	\bar{K}^0
Baryon				
Proton	p	uud	+1	\bar{p}
Nøytron	n	udd	0	\bar{n}
Lambda	Λ^0	uds	0	$\bar{\Lambda}^0$
Sigma	Σ^+	uus	+1	$\bar{\Sigma}^+$
Sigma	Σ^0	uds	0	$\bar{\Sigma}^0$
Sigma	Σ^-	dds	-1	$\bar{\Sigma}^-$
Ksi	Ξ^0	uss	0	$\bar{\Xi}^0$
Ksi	Ξ^-	dss	-1	$\bar{\Xi}^-$
Omega	Ω^-	sss	-1	$\bar{\Omega}^-$

Vedlegg 2

Formelvedlegg

Formelvedlegg tillatt brukt ved eksamen i Fysikk 2

Kan brukes på både Del 1 og Del 2 av eksamen.

Formler og definisjoner fra Fysikk 1 som *kan* være til hjelp

$v = \lambda f$	$f = \frac{1}{T}$	$\rho = \frac{m}{V}$	$P = Fv$
$I = \frac{Q}{t}$	$R = \frac{U}{I}$	$P = UI$	$E_0 = mc^2$
A_ZX , der X er grunnstoffets kjemiske symbol, Z er antall protoner i kjernen og A er antall nukleoner i kjernen			$s = \frac{1}{2}(v_0 + v)t$ $v^2 - v_0^2 = 2as$

Formler og sammenhenger fra Fysikk 2 som *kan* være til hjelp

$\lambda = \frac{h}{p}$	$p = \frac{E}{c} = \frac{h}{\lambda}$	$hf_{\text{maks}} = eU$
$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	$t = \gamma t_0$	$p = \gamma mv$
$E = \gamma mc^2$	$E_k = E - E_0 = (\gamma - 1)mc^2$	$E = \frac{U}{d}$
$\Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$	$\Delta E \cdot \Delta t \geq \frac{h}{4\pi}$	$\varepsilon = vBl$
$\omega = 2\pi f$	$U = U_m \sin \omega t$, der $U_m = nBA\omega$	$U_s I_s = U_p I_p$
$\frac{U_s}{U_p} = \frac{N_s}{N_p}$	$hf = W + E_k$	$F_m = k_m \frac{l_1 l_2}{r}$

Formler fra matematikk som kan være til hjelp

Likninger

Formel for løsning av andregradslikninger	$ax^2 + bx + c = 0 \Leftrightarrow x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$
---	--

Derivasjon

Kjernerregel	$(g(u))' = g'(u) \cdot u'$
Sum	$(u+v)' = u'+v'$
Produkt	$(u \cdot v)' = u' \cdot v + u \cdot v'$
Kvotient	$\left(\frac{u}{v}\right)' = \frac{u' \cdot v - u \cdot v'}{v^2}$
Potens	$(x^r)' = r \cdot x^{r-1}$
Sinusfunksjonen	$(\sin x)' = \cos x$
Cosinusfunksjonen	$(\cos x)' = -\sin x$
Eksponentialfunksjonen e^x	$(e^x)' = e^x$

Integrasjon

Konstant utenfor	$\int k \cdot u(x) dx = k \cdot \int u(x) dx$
Sum	$\int (u+v) dx = \int u dx + \int v dx$
Potens	$\int x^r dx = \frac{x^{r+1}}{r+1} + C, \quad r \neq -1$
Sinusfunksjonen	$\int \sin kx dx = -\frac{1}{k} \cos kx + C$
Cosinusfunksjonen	$\int \cos kx dx = \frac{1}{k} \sin kx + C$
Eksponentialfunksjonen e^x	$\int e^{kx} dx = \frac{1}{k} e^{kx} + C$

Vektorer

Skalarprodukt	$\vec{a} \cdot \vec{b} = \vec{a} \cdot \vec{b} \cdot \cos u$ $[x_1, y_1, z_1] \cdot [x_2, y_2, z_2] = x_1 \cdot x_2 + y_1 \cdot y_2 + z_1 \cdot z_2$
Vektorprodukt	$ \vec{a} \times \vec{b} = \vec{a} \cdot \vec{b} \cdot \sin u$ $\vec{a} \times \vec{b}$ står vinkelrett på \vec{a} og vinkelrett på \vec{b} . \vec{a}, \vec{b} og $\vec{a} \times \vec{b}$ danner et høyrehåndssystem.

Geometri

<p>Areal og omkrets av sirkel:</p> $A = \pi r^2$ $O = 2\pi r$	<p>Overflate og volum av kule:</p> $A = 4\pi r^2$ $V = \frac{4}{3}\pi r^3$
$\sin v = \frac{\text{motstående katet}}{\text{hypotenus}}$ $\cos v = \frac{\text{hosliggende katet}}{\text{hypotenus}}$ $\tan v = \frac{\text{motstående katet}}{\text{hosliggende katet}}$	$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos A$ $\frac{\sin A}{a} = \frac{\sin B}{b} = \frac{\sin C}{c}$

Noen eksakte verdier til de trigonometriske funksjonene

	0°	30°	45°	60°	90°
sin v	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1
cos v	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0
tan v	0	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	1	$\sqrt{3}$	