

Vurderingsveiledning

2011

REA3005 Fysikk 2

Vurderingsveiledning til sentralt gitt skriftlig eksamen 2011

Denne vurderingsveiledningen gir informasjon om sentralt gitt eksamen og hvordan denne skal vurderes. Vurderingsveiledningen skal være kjent for elever, lærere og foresatte i god tid før eksamen. Sensorene skal bruke vurderingsveiledningen som en felles referanseramme i sitt arbeid.

Vurderingsveiledningen består av en generell del (del 1), som gjelder for eksamen i alle fag, og en fagspesifikk del (del 2).

Del 1

Organisering av sentralt gitt skriftlig eksamen

Sentralt gitt skriftlig eksamen varer i 5 timer. Så langt det er mulig, bør sentralt gitt eksamen være [IKT-basert](#).

Sentralt gitt skriftlig eksamen kan organiseres med eller uten forberedelsesdag. Om det er forberedelsesdag til eksamen i et fag, går fram av del 2 i vurderingsveiledningen.

På forberedelsesdagen er alle hjelpemidler tillatt, inkludert bruk av Internett. Forberedelsesdagen er obligatorisk skoledag. I forberedelsestiden kan eleven samarbeide, hente informasjon og få veiledning.

Hjelpemidler til sentralt gitt eksamen

Sentralt gitt eksamen kan følge to ulike modeller. Hvilke hjelpemidler som er tillatt, avhenger av hvilken av de to modellene som er valgt.

- Modell 1 – Eksamen
Alle hjelpemidler er tillatt, bortsett fra Internett og andre verktøy som kan brukes til kommunikasjon. For norsk, samisk, finsk som andrespråk og fremmedspråkene er heller ikke oversettelsesprogrammer tillatt.
- Modell 2 – Todelt eksamen
Del 1 – Skrivesaker, passer, linjal med centimetermål og vinkelmåler er tillatt.
Del 2 – Alle hjelpemidler er tillatt, bortsett fra Internett og andre verktøy som kan brukes til kommunikasjon.

Den fagspesifikke delen av vurderingsveiledningen gir informasjon om hvilken modell som benyttes i det enkelte fag.

Gjennom opplæringen i det enkelte fag skal elevene ha blitt veiledet i å vurdere hvilke hjelpemidler de vil ha nytte av i arbeidet med å løse ulike typer oppgaver. Det er eleven selv, gjerne i samråd med læreren, som finner fram til hvilke hjelpemidler som er formålstjenlige.

Bruk av kilder

Dersom det er aktuelt for eleven å bruke kilder i besvarelsen, må disse oppgis på en etterrettelig måte. Det finnes ulike måter å oppgi kilder på. Det er viktig at kilder som blir brukt til eksamen, oppgis på en slik måte at leseren kan finne fram til dem.

Eleven skal oppgi forfatter og fullstendig tittel på så vel lærebøker som annen litteratur. Dersom eleven bruker utskrift eller sitat fra nettsider, skal han/hun oppgi nøyaktig nettadresse og nedlastingsdato.

Dersom sensor mistenker at en besvarelse inneholder kopiert materiale uten kildehenvisning, kan besvarelsen sendes til plagiatskontroll.

Vurdering av eksamensbesvarelser

Læreplanene og forskrift til opplæringsloven er grunddokumenter for vurderingsarbeidet. Forskrift til opplæringsloven §§ 3-25 og 4-18 slår fast følgende:

Eksamen skal organiserast slik at eleven/deltakaren eller privatisten kan få vist kompetansen sin i faget. Eksamenskarakteren skal fastsetjast på individuelt grunnlag og gi uttrykk for kompetansen til eleven/deltakaren eller privatisten slik den kjem fram på eksamen.

Kompetanse er i denne sammenhengen definert som evnen til å møte en kompleks utfordring eller utføre en kompleks aktivitet eller oppgave.¹ Eksamensoppgavene blir utformet slik at de prøver denne kompetansen. Grunnlaget for å vurdere kompetansen elevene viser i eksamensbesvarelsen, er kompetansemålene i læreplanen for fag.²

De grunnleggende ferdighetene er integrert i kompetansemålene i alle læreplanene for fag. Grunnleggende ferdigheter vil derfor kunne prøves indirekte til sentralt gitt eksamen. Grunnleggende ferdigheter utgjør ikke et selvstendig vurderingsgrunnlag.

Karakterer

Forskrift til opplæringsloven §§ 3-4 og 4-4 har generelle karakterbeskrivelser for grunnopplæringen:

- a) Karakteren 6 uttrykkjer at eleven har framifrå kompetanse i faget.
- b) Karakteren 5 uttrykkjer at eleven har mykje god kompetanse i faget.
- c) Karakteren 4 uttrykkjer at eleven har god kompetanse i faget.
- d) Karakteren 3 uttrykkjer at eleven har nokså god kompetanse i faget.
- e) Karakteren 2 uttrykkjer at eleven har låg kompetanse i faget.
- f) Karakteren 1 uttrykkjer at eleven har svært låg kompetanse i faget.

Kjennetegnene på måloppnåelse i den fagspesifikke delen av vurderingsveiledningene beskriver nærmere hva for eksempel "god kompetanse i faget" vil si for et bestemt fag til skriftlig eksamen.

¹ St.meld. nr. 30 (2003–2004) *Kultur for læring*.

² Forskrift til opplæringsloven §§ 3-3 og 4-3.

Del 2

Om vurdering i fysikk 2

Oppbygging av eksamensoppgaven

Eksamen har to deler: del 1 og del 2.

Del 1 består av oppgave 1 (flervalgsoppgaver) og oppgave 2.

Del 2 består av oppgave 3, oppgave 4 og oppgave 5.

Alle oppgaver skal besvares, dvs. ingen av oppgavene er valgfrie.

Del 1 kan prøve alle kompetansemål i læreplanen og på alle taksonomiske nivå. Del 1 prøver basiskunnskap i fysikk og de delene av kompetansemålene som ikke prøves når hjelpemidler er tillatt.

Kompetansemålene i fysikk 2 kan deles inn i 2 hovedkategorier:

- I Kategori 1 er det lagt vekt på at elevene skal kunne gjøre rede for fysiske fenomener, lover og teorier. I læreplanen er ord som "beskrive", "gjøre rede for", "drøfte" og "vurdere" brukt for å beskrive kompetansemålene i denne kategorien.
- I Kategori 2 er det lagt vekt på at elevene skal kunne gjøre beregninger og bruke fysiske lover og teorier. I læreplanen er ord som "bruke", "beregne" og "gjøre beregninger" brukt for å beskrive kompetansemålene i denne kategorien.

Følgende prinsipper vil bli lagt til grunn under utarbeiding av eksamensoppgaver i fysikk 2:

- Oppgaver som prøver kompetansemål i Kategori 1, legges primært til del 1.
- Eventuelle regneoppgaver i del 1 vil være av algebraisk art, det vil si at eleven skal komme fram til "bokstavsvar". Eventuell tallbehandling vil være av svært enkel art, og vil være løsbar uten bruk av kalkulator.
- Regneoppgaver der elevene skal komme fram til et tallsvar og bruke tabellverdier, legges i hovedsak til del 2.
- Det forutsettes at oppgavene i del 2 skal kunne løses ved bruk av grafisk lommeregner, selv om alle hjelpemidler er tillatt.

Eksamenstid

Oppgavene for del 1 og del 2 er stiftet sammen og skal deles ut samtidig når eksamen starter.

Besvarelsen for del 1 skal leveres inn etter 2 timer – ikke før.

Besvarelsen for del 2 skal leveres inn innen 5 timer.

Du kan begynne å løse oppgavene i del 2 når som helst, men du kan ikke bruke hjelpemidler før etter 2 timer – etter at du har levert besvarelsen for del 1.

Hjelpemidler

Del 1: Skrivesaker, passer, linjal med centimetermål og vinkelmåler er tillatt.

Del 2: Alle hjelpemidler er tillatt, bortsett fra Internett og andre verktøy som kan brukes til kommunikasjon.

Vedlegg som er stiftet til eksamensoppgaven

- Faktavedlegg – kan brukes på både del 1 og del 2 av eksamen
- Formelvedlegg – kan brukes på både del 1 og del 2 av eksamen
- Spesielt svarskjema for oppgave 1

Svarark

Skriv besvarelsen for oppgave 1 (flervalgsoppgaver) på eget svarskjema. Dette rives løs fra oppgavesettet og leveres sammen med andre svarark for del 1.

Bortsett fra oppgave 1 skal alle oppgaver besvares på vanlig svarark. Dvs. at du ikke skal levere inn selve eksamensoppgaven med oppgaveteksten.

Bruk av kilder

Hvis du bruker kilder i besvarelsen din, skal disse alltid oppgis på en slik måte at leseren kan finne fram til dem.

Du skal oppgi forfatter og fullstendig tittel på både lærebøker og annen litteratur. Hvis du bruker utskrift eller sitat fra Internett, skal du oppgi nøyaktig nettadresse og nedlastingsdato.

Nærmere informasjon om del 1

- **Formler som forutsettes kjent i del 1**
Formler knyttet til kompetansemålene i kategori 2 antar vi elevene har brukt så mange ganger i løpet av skoleåret, at det forutsettes at de husker disse formlene. De vil derfor **ikke** bli oppgitt på formelvedlegget som ligger ved eksamensoppgavene, eller i oppgavene. Det gjelder også formler fra fysikk 1 som er "byggesteiner" for formlene knyttet til kompetansemål i kategori 2 i fysikk 2.

En oversikt over hvilke formler som forutsettes kjent ved eksamen, er lagt ved som Vedlegg 3 i denne vurderingsveiledningen.

- **Om flervalgsoppgaver i del 1**
Oppgave 1 har flervalgsoppgaver med fire svaralternativer: A, B, C og D. Det er bare ett riktig svaralternativ på hver flervalgsoppgave.

Du får ikke trekk for feil svar. Hvis du er i tvil, bør du derfor skrive det svaret du mener er mest korrekt. Du kan bare svare med ett svaralternativ.

Eksempel

Enheten N er det samme som

A. $\frac{m}{s^2}$

B. $\frac{kg\ m}{s^2}$

C. $kg\ ms^2$

D. $\frac{kg}{ms^2}$

Hvis du mener at svar B er korrekt, skriver du "B" på svarskjemaet.

Vedlegg som del av eksamensoppgavene

Faktavedlegg

I fysikk må en ofte hente verdier på konstanter og andre relevante data fra ulike tabeller. Dette blir løst ved at eksamensoppgaven har et faktavedlegg som følger med eksamensoppgavene.

Faktavedlegget er å regne som en del av eksamensoppgavene. Det vil for eksempel si at en i selve oppgaveteksten ikke oppgir konkrete verdier av konstanter og data, men forutsetter at elevene finner disse i faktavedlegget. Faktavedlegget gjelder for både del 1 og del 2 av eksamen. Opplysninger som er nødvendig for å løse oppgavene, utover det som er gitt i faktavedlegget, vil bli gitt i de enkelte oppgavene.

Faktavedlegget som vil bli brukt på eksamen i fysikk 2, følger som Vedlegg 1 til denne vurderingsveiledningen.

Formelvedlegg

Formelvedlegget inneholder:

- formler fra fysikk 1 som *kan* være til hjelp
- formler fra fysikk 2 som *kan* være til hjelp
- formler fra matematikk som *kan* være til hjelp

Formelvedlegget følger med eksamensoppgavene, og kan brukes i både del 1 og del 2 av eksamen.

Formelvedlegget er gjengitt i Vedlegg 2 i denne vurderingsveiledningen.

Om bruk av matematikk i fysikk 2

"Å beskrive naturen med matematikk" er et av hovedområdene i fysikk 2. Det er derfor naturlig at eksamensoppgavene stiller krav til elevenes ferdighet i å bruke matematikk.

Eksamensoppgavene i fysikk 2 forutsetter derfor kunnskaper i grunnleggende matematikk. Dette betyr at elevene skal kunne

- manipulere formler algebraisk
- bruke derivasjon og integrasjon av funksjonene x^n , $\sin x$, $\cos x$ og e^x
- bruke derivasjonsreglene for sum, produkt og brøk, og kunne bruke kjerneregelen
- bruke parameterframstilling i aktuelle situasjoner

Det understrekes at eksamen i fysikk 2 *ikke* skal være en test i matematikkferdigheter. Noen formler i matematikk er derfor tatt med på formelvedlegget som kan brukes under eksamen.

Vurdering av oppnådd kompetanse

Sensor vil legge vekt på i hvilken grad du har oppnådd kompetansemålene i læreplanen. Kompetansen skal vurderes etter karakterskalaen fra 1 til 6.

Se kjennetegn på måloppnåelse i neste avsnitt. Her er faget delt opp slik:

- fysiske fenomener og sammenhenger
- problemløsning
- presentasjon

Kjennetegn på måloppnåelse gjelder oppgavesettet som helhet.

Karakteren ved sluttvurderingen fastsettes etter en samlet vurdering av eksamensbesvarelsen. Ved vurderingen teller del 1 omtrent 40 % og del 2 omtrent 60 %.

Kjennetegn på måloppnåelse i fysikk 2

| Kompetanse | Beskrivelse av karakteren 2 <i>Eleven kan:</i> | Beskrivelse av karakterene 3 og 4 <i>Eleven kan:</i> | Beskrivelse av karakterene 5 og 6 <i>Eleven kan:</i> |
|--|--|--|--|
| Fysiske fenomener og sammenhenger | <ul style="list-style-type: none"> - beskrive og gjøre rede for en del fysiske grunnbegreper og fenomener på en enkel måte ved å bruke hverdagslige ord og uttrykk - gjenkjenne og beskrive enkle fysiske sammenhenger | <ul style="list-style-type: none"> - gjøre greie for de fleste fysiske grunnbegreper og fenomener i et enkelt faglig språk - beskrive, forklare og tolke enkle fysiske sammenhenger - begrunne bruk av lover i lett gjenkjennbare situasjoner | <ul style="list-style-type: none"> - beskrive og forklare fysiske grunnbegreper og fenomener med et presist faglig språk - bruke og forklare ulike representasjoner av et fysisk fenomen - forklare og anvende sammenhenger mellom ulike deler av fysikken - begrunne bruk av lover i sammensatte situasjoner - argumentere for løsninger og vise god fysikkforståelse |
| Problemløsning | <ul style="list-style-type: none"> - løse enkle problemstillinger når forutsetningene er kjent - gjøre enkle beregninger | <ul style="list-style-type: none"> - løse middels kompliserte problemstillinger og gjøre enkle antakelser og forenklinger - gjøre enkle beregninger som krever flere trinn, og viser middels ferdighet i å regne symbolsk - gjøre enkle vurderinger og usikkerhetsberegninger på bakgrunn av eksperimentelle data | <ul style="list-style-type: none"> - løse kompliserte problemstillinger og gjøre antakelser, forenklinger, drøfte konsekvenser og vurdere resultatet - gjøre beregninger i flere trinn korrekt, og vise stor sikkerhet i utregningene både symbolsk og numerisk - gjøre vurderinger og usikkerhetsberegninger på en sikker måte på bakgrunn av eksperimentelle data - foreslå og drøfte matematiske modeller basert på eksperimentelle data og teori |
| Presentasjon | <ul style="list-style-type: none"> - presentere løsningene på en forenklet måte - oppgi svar med riktig enhet - tegne enkle figurer | <ul style="list-style-type: none"> - presentere løsningene på en forholdsvis tydelig og sammenhengende måte - oppgi svar med riktig enhet og rimelig antall siffer - presentere løsningen i et delvis matematisk formspråk - tegne figurer med forklarende tekst og/eller symboler og verdier | <ul style="list-style-type: none"> - presentere løsningene på en tydelig og overbevisende måte - oppgi svar med riktig enhet og korrekt antall siffer - presentere løsningen i et korrekt matematisk formspråk - tegne oversiktlige og forklarende figurer med god symbolbruk |

Beskrivelsen av karakter 1:

Karakteren 1 uttrykker at eleven har svært lav kompetanse i faget.

Faktavedlegg tillatt brukt ved eksamen i fysikk 2

Kan brukes under både del 1 og del 2 av eksamen.

Noen verdier av glidefriksjonstallet mellom flater

(Verdiene avhenger sterkt av flatenes egenskaper.)

| | |
|-------------------------------|----------|
| Stål mot stål (tørre flater) | 0,6 |
| Stål mot stål (smurte flater) | 0,01–0,1 |
| Aluminium mot stål | 0,5 |
| Kopper mot stål | 0,4 |
| | |
| Glass mot glass | 0,4 |
| Stål mot is | 0,014 |
| Tre mot tre, tørt | 0,2–0,5 |
| Tre mot tre, vått | 0,2 |
| | |
| Messing mot is, 0 °C | 0,02 |
| Gummi mot fast dekke, tørt | 0,4–1,0 |
| Gummi mot fast dekke, vått | 0,05–0,9 |
| Gummi mot is | 0,02 |

Jorda

| | |
|---|--|
| Ekvatorradius | 6378 km |
| Polradius | 6357 km |
| Middelradius | 6371 km |
| | |
| Overflate | $5,10 \cdot 10^{14} \text{ m}^2$ |
| Landoverflate | $1,49 \cdot 10^{14} \text{ m}^2$ |
| Havoverflate | $3,61 \cdot 10^{14} \text{ m}^2$ |
| | |
| Volum | $1,083 \cdot 10^{21} \text{ m}^3$ |
| Masse | $5,974 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ |
| Tyngdeakselerasjonens standardverdi | $9,80665 \text{ m/s}^2$ |
| | |
| Midlere massetetthet | $5,515 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ |
| Atmosfærens masse | $5,27 \cdot 10^{18} \text{ kg}$ |
| Omløpstid om sola | $1 \text{ a} = 3,156 \cdot 10^7 \text{ s}$ |
| Middelavstand fra sola | $1,496 \cdot 10^{11} \text{ m}$ |
| Middelfart i banen | 29,87 km/s |
| Magnetisk nordpol | 76° N, 101° V |
| Magnetisk sørpol | 67° S, 141° Ø |
| | |
| Horisontal flukstetthet ved magnetisk ekvator | 32 μT |
| Vertikal flukstetthet ved magnetisk nordpol | 62 μT |
| Vertikal flukstetthet ved magnetisk sørpol | 70 μT |
| | |
| Rotasjonstid | 23 h 56 min 4,1 s |

Sola

| | |
|--------------------------|--------------------------------------|
| Radius | $6,95 \cdot 10^8$ m |
| Volum | $1,412 \cdot 10^{27}$ m ³ |
| Masse | $1,99 \cdot 10^{30}$ kg |
| Midlere massetetthet | $1,409 \cdot 10^3$ kg/m ³ |
| Overflatetemperatur | 5 780 K |
| Temperatur i sentrum | $1,56 \cdot 10^7$ K |
| Alder | $4,6 \cdot 10^9$ a |
| Rotasjonstid ved ekvator | 25,4 døgn |

Månen

| | |
|---|------------------------------------|
| Radius | 1 738 km |
| Volum | $2,2 \cdot 10^{19}$ m ³ |
| Masse | $7,35 \cdot 10^{22}$ kg |
| Massetetthet | $3,3 \cdot 10^3$ kg/m ³ |
| Tyngdeakselerasjon ved overflaten | 1,62 m/s ² |
| Middelavstand fra jorda | $3,84 \cdot 10^8$ m |
| Siderisk måned (omløpstid om jorda målt i forhold til stjernehimmelen) | 27,322 d |
| Synodisk måned (omløpstid om jorda målt i forhold til sola) | 29,53 d |
| Temperatur | |
| dagside, maksimum | 120 °C |
| nattside, minimum | -180 °C |

Planetene og Pluto

| Planet | Masse, 10 ²⁴ kg | Ekvator-radius, 10 ⁶ m | Midlere solavstand, 10 ⁸ m | Rotasjonstid, d | Siderisk omløpstid ⁺ , a | Massetetthet, 10 ³ kg/m ³ | Tyngdeakselerasjon på overflaten, m/s ² | Baneplanetets vinkel med ekliptikken, grader | Antall måner påvist i 2008 |
|---------|-------------------------------|--------------------------------------|--|--------------------|--|--|---|---|----------------------------|
| Merkur | 0,33 | 2,44 | 57,9 | 58,6 | 0,24 | 5,4 | 3,7 | 7,00 | 0 |
| Venus | 4,9 | 6,05 | 108 | 243* | 0,62 | 5,2 | 8,9 | 3,39 | 0 |
| Jorda | 6,0 | 6,38 | 150 | 0,99 | 1,00 | 5,5 | 9,8 | 0 | 1 |
| Mars | 0,64 | 3,40 | 228 | 1,03 | 1,88 | 3,9 | 3,7 | 1,85 | 2 |
| Jupiter | 1900 | 71,5 | 778 | 0,41 | 11,9 | 1,3 | 25 | 1,31 | 63 |
| Saturn | 568 | 60,3 | 1429 | 0,45 | 29,5 | 0,7 | 10 | 2,49 | 60 |
| Uranus | 87 | 25,6 | 2871 | 0,72* | 84,0 | 1,3 | 8,9 | 0,77 | 27 |
| Neptun | 103 | 24,8 | 4504 | 0,67 | 165 | 1,6 | 11 | 1,77 | 13 |
| Pluto | 0,013 | 1,2 | 5914 | 6,39* | 248 | 2,1 | 0,6 | 17,15 | 3 |

* Retrograd rotasjonsretning, dvs. motsatt rotasjonsretning av den som er vanlig i solsystemet.

⁺ Omløpstid målt i forhold til stjernehimmelen.

IAU bestemte i 2006 at Pluto ikke lenger skulle regnes som en *planet*.

Noen konstanter

| Fysikkonstanter | Symbol | Verdi |
|----------------------------------|--------------|--|
| Atommasseenheden | u | $1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ |
| Avogadrokonstanten | N_A | $6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ |
| Biot-Savart-konstanten | k_m | $2 \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$ (eksakt) |
| Bohrkonstanten | B | $2,18 \cdot 10^{-18} \text{ J} = 13,61 \text{ eV}$ |
| Boltzmannkonstanten | k | $1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$ |
| Coulombkonstanten | k_e | $8,99 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ |
| Elementærladningen | e | $1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ |
| Gravitasjonskonstanten | γ | $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ |
| Hubblekonstanten | H_0 | $(22 \pm 2) \text{ (km/s)/(10}^6 \text{ l.y.)}$ |
| Lysfarten i vakuum | c | $3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ |
| Molar gasskonstant | R | $8,31 \text{ J/(K} \cdot \text{mol)}$ |
| Normalt lufttrykk | p_0 | $1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ |
| Planckkonstanten | h | $6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ |
| Permeabiliteten i vakuum | μ_0 | $1,26 \cdot 10^{-6} \text{ N/A}^2$ |
| Permittiviteten i vakuum | ϵ_0 | $8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$ |
| Solarkonstanten | S | $1,37 \cdot 10^3 \text{ W/m}^2$ |
| Stefan-Boltzmann-konstanten | σ | $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/(m}^2\text{K}^4)$ |
| Wiens forskyvningslov-konstanten | a | $2,90 \cdot 10^{-3} \text{ mK}$ |

| Masser | Symbol | Verdi |
|----------------|------------|---|
| Elektronmassen | m_e | $9,1094 \cdot 10^{-31} \text{ kg} = 5,4858 \cdot 10^{-4} \text{ u}$ |
| Nøytronmassen | m_n | $1,6749 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 1,0087 \text{ u}$ |
| Protonmassen | m_p | $1,6726 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 1,0073 \text{ u}$ |
| Hydrogenatomet | m_H | $1,6817 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 1,0078 \text{ u}$ |
| Deuterium | m_D | $3,3436 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 2,0136 \text{ u}$ |
| Tritium | m_T | $5,0074 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 3,0155 \text{ u}$ |
| Heliumatomet | m_{He} | $6,6465 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 4,0026 \text{ u}$ |
| Alfapartikkel | m_α | $6,6447 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 4,0015 \text{ u}$ |

Data for noen elementærpartikler

| Partikkel | Symbol | Kvark-sammensetning | 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} |
| Bunn | 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 | $\bar{\pi}^0$ |
| 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 | $\bar{\Omega}^-$ |

Formelvedlegg tillatt brukt ved eksamen i fysikk 2

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

Formler fra fysikk 1 som kan være til hjelp

(Noen av størrelsene i tabellene er vektorer og må derfor behandles vektorielt.)

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

Formler fra fysikk 2 som kan være til hjelp

| | | |
|---|---|---|
| $R = \mu N$ | | |
| $\lambda = \frac{h}{p}$ | $p = \frac{E}{c} = \frac{hf}{c} = \frac{h}{\lambda}$ | $hf_{\text{maks}} = eU$ |
| $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ | $t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \gamma t_0$ | $p = \frac{mv}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \gamma mv$ |
| $E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \gamma mc^2$ | $E_k = E - E_0 = (\gamma - 1)mc^2$ | $E = \frac{U}{d}$ |
| $(\Delta x)(\Delta p) \geq \frac{h}{4\pi}$ | $(\Delta E)(\Delta t) \geq \frac{h}{4\pi}$ | $\varepsilon = vB\ell$ |
| $\omega = 2\pi f$ | $U = U_m \sin \omega t$, der $U_m = nBA\omega$ | $U_s I_s = U_p I_p$ |
| $\frac{U_s}{U_p} = \frac{N_s}{N_p}$ | $E_t = hf = W + E_k$ | $F_m = k_m \frac{I_1 I_2}{r}$ |

Formler fra matematikk som kan være til hjelp

Likninger

| | |
|---------------------------------------|--|
| "abc-formel" for andreggradslikninger | $ax^2 + bx + c = 0 \Leftrightarrow x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$ |
|---------------------------------------|--|

Derivasjon

| | |
|----------------------------|---|
| Kjerneregel | $(g(u))' = g'(u) \cdot u'$ |
| 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 | $(\cos x)' = -\sin x$ |
| Ekspontialfunksjonen 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 | $\int \sin x dx = -\cos x + C$ |
| Cosinusfunksjonen | $\int \cos x dx = \sin x + C$ |
| Ekspontialfunksjonen e^x | $\int e^x dx = e^x + C$ |

Geometri

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

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$ <p>$\vec{a} \times \vec{b}$ står vinkelrett på \vec{a} og vinkelrett på \vec{b} \vec{a}, \vec{b} og $\vec{a} \times \vec{b}$ danner et høyrehåndssystem</p> |

Formler som forutsettes kjent ved del 1 av eksamen i fysikk 2

Dette formelarket kan ikke brukes under del 1 av eksamen.

(Noen av størrelsene i tabellene er vektorer, og må derfor behandles vektorielt. Bare i forbindelse med magnetiske felt er noen av formlene skrevet eksplisitt som vektorer).

| | |
|-----------------|--|
| Mekanikk | $v = s'(t)$ $a = v'(t)$ $v = v_0 + at$ $s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ $\sum F = 0 \Leftrightarrow v = \text{konstant}$ $\sum F = ma$ $F^* = -F$ $G = mg$ $W = Fs \cos \alpha$ $P = \frac{W}{t} = \frac{E}{t}$ $E_k = \frac{1}{2} mv^2$ $E_p = mgh$ $a = \frac{v^2}{r} = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$ $p = mv$ $p_{\text{etter}} = p_{\text{før}}$ $F = kx$ $E_p = \frac{1}{2} kx^2$ |
| Elektriske felt | $E = \frac{F}{q}$ $W = qU$ $F = k_e \frac{q_1 q_2}{r^2}$ $E_p = k_e \frac{qQ}{r}$ |

| | |
|-----------------------|---|
| Gravitasjonsfelt | $g = \frac{G}{m}$ $F = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2}$ $E_p = -\gamma \frac{Mm}{r}$ |
| Magnetiske felt | $B = k_m \frac{I}{r}$ $\vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B}$ $\vec{F} = I \vec{\ell} \times \vec{B}$ $\Phi = \vec{B} \cdot \vec{A} = BA \cos \alpha$ $\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\Phi'(t)$ |
| Atom- og kjernefysikk | $E = hf$ |

(Blank side)

Schweigaards gate 15
Postboks 9359 Grønland
0135 OSLO
Telefon 23 30 12 00
www.utdanningsdirektoratet.no