



Fysikkolympiaden
1. runde
23. oktober – 3. november 2017

Hjelpemidler: Tabell og formelsamlinger i fysikk og matematikk

Lommeregner

Tid: 90 minutter

Oppgavesettet består både av flervalgsoppgaver og oppgaver der du skal vise hvordan du har kommet fram til svaret. På flervalgsoppgavene er det oppgitt fire mulige svar angitt med en bokstav. Sett en ring rundt bokstaven ved det svaret du mener er riktig. Maks poeng er angitt for hver oppgave.

Oppgavesettet har 4 sider, og det er 10 oppgaver.

Lykke til!

Oppgave 1 (2 poeng)

En fugl sitter på en båt som flyter på en innsjø. Plutselig letter fuglen. Hva er riktig? Vannivået i sjøen etter at båten har kommet til ro

- A. stiger.
- B. forblir uforandret.
- C. synker.
- D. Det er for lite informasjon tilgjengelig til at oppgaven kan besvares.

Oppgave 2 (2 poeng)

En veldig lat syklist bruker aldri pedalene. Han sykler ned en lang rett bakke, og når han har en medvind på 10 m/s er farten hans 20 m/s. Han bruker da 100 s på turen ned bakken. Når han skal tilbake venter han til vinden snur og er tilstrekkelig sterk. Hvis vinden på tilbaketuren er 20 m/s, hvor lang tid bruker han tilbake opp bakken? Anta at han bare akselererer i en kort tid i starten av hver tur, slik at vi kan regne farten som konstant for hver tur.

- A. 100 s
- B. 150 s
- C. 200 s
- D. 300 s

Oppgave 3 (2 poeng)

Et foton med energien $E = hf = 10$ aJ treffer et tenkt atom med kun ett elektron, og energitilstander $E_1 = 5$ aJ, $E_2 = 10$ aJ og $E_3 = 15$ aJ. Elektronet befinner seg i utgangspunktet i grunntilstanden. Fotonet absorberes av atomet. Hvor mange ulike fotoner kan atomet selv emittere etter absorpsjonen?

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 0

Oppgave 4 (3 poeng)

En 75,0 kg skiløper går med friksjonskoeffisienten 0,200 mellom skiene og snøen. Temperaturen i snøen er 0,0 °C denne dagen. Vi antar at all indre energi som friksjonen generer, blir overført til snøen. Hvor langt må skiløperen gå for å smelte 1,00 kg med snø?

- A. 170 km
- B. 2,27 km
- C. 28,4 m
- D. 15,4 km

Smeltevarmen for vann er 334 kJ/kg.

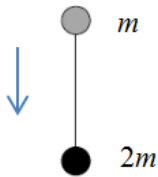
Oppgave 5 (3 poeng)

En liten ball med massen m plasseres på toppen av en større ball med masse $4m$. Ballene slippes fra høyden h . Den lille ballen spretter da opp igjen til høyden $3h$. Hva er da den største mulige høyden den store ballen kan sprette opp til?

- A. $\frac{h}{3}$
- B. $\frac{h}{2}$
- C. $\frac{2h}{3}$
- D. $\frac{h}{\sqrt{5}}$

Oppgave 6 (3 poeng)

To kuler er forbundet med en tynn lett tråd. Kulene er like store, men den nederste har dobbelt så stor masse som den øverste (se figuren). De to kulene faller i luft og har nådd maksimal fart (terminalfart).



Da blir snordraget i den tynne tråden

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

Oppgave 7 (3 poeng)

Et amperemeter er laget for å gi maks viser-utslag når strømmen gjennom det er 1,00 mA. Resistansen i amperemeteret er 20,0 Ω . Vi vil bruke dette amperemeteret til å måle større strømmer slik at vi får maks utslag når strømmen er 50,0 mA. Det kan vi gjøre ved å kople inn en motstand i parallell til amperemeterets motstand. Vi kaller dette en shuntmotstand. Resistansen til shuntmotstanden må være

- A. 0,400 Ω
- B. 0,408 Ω
- C. 2,00 Ω
- D. 2,45 Ω

Oppgave 8 (3 poeng)

Det er forbudt å være i besittelse av laserpekere med høyere effekt enn 1 mW i Norge. Derfor er du lovlydig og har en grønn laserpeker, med bølgelengden 532 nm og effekten 1,0 mW. Strålen har en spredningsvinkel på $1,5 \cdot 10^{-3}$ radianer. Laseren blir rettet mot månen.

Hva er maksimalt antall fotoner som treffer månen per kvadratmeter per sekund?
Avstanden jorden – månen er $3,84 \cdot 10^8$ m.

- A. 3
- B. $1,0 \cdot 10^4$
- C. $1,0 \cdot 10^7$
- D. $2,7 \cdot 10^{15}$

Oppgave 9 (4 poeng)

Et batteri med en elektromotorisk spenning på 9,0 V er koplet i serie med en regulerbar motstand. Det er også en resistans inne i batteriet. Den kaller vi batteriets indre resistans, og den vil vi måle. Det gjør vi ved å måle samhørende verdier for spenningen over batteriet og strømmen gjennom batteriet. Resultatet av målingene er gitt i følgende tabell:

I (A)	0,0	1,2	1,8	3,1	3,9	4,9	6,1	7,0	8,1	9,0
U (V)	9,0	8,8	8,6	8,3	7,6	7,8	7,3	6,6	6,4	6,0

Lag en graf som viser U som funksjon av I . Bruk grafen til å finne en verdi for den indre resistansen i batteriet. Oppgi svaret med usikkerhet.

Oppgave 10 (4 poeng)

En metallkule mottar korbølget stråling (sollys) og har konstant indre temperatur 25 °C. Vi tenker oss at kula roterer slik at den har tilnærmet samme temperatur overalt. Så dekker vi hele overflaten til kula med et tynt plastlag som slipper gjennom all kortbølget stråling. Plastlaget slipper derimot bare gjennom en andel $\alpha < 1$ av den langbølgete strålingen fra kula. Etter en stund har temperaturen i kula stabilisert seg på 40 °C. Se bort fra alt annet enn stråling og bestem α .

Fysikkolympiaden

1. runde

23. oktober – 3. november 2017

Løsning

Oppgave 1 C (2 poeng)

Fuglen presser båten litt ned i vannet. Det gjør at noe vann presses til side og vannet stiger litt. Når fuglen letter stiger båten litt opp, og vannet synker litt.

Oppgave 2 C (2 poeng)

Både på vei opp og på vei ned er tyngdens komponent langs bakken like stor som krafta fra vinden (luftmotstanden), siden farta er konstant. Det betyr at luftmotstanden må være den samme begge veier, og den er en funksjon av den relative farta mellom syklisten og lufta. Den relative farta er altså den samme begge veier. Nedover er farta til syklisten 20 m/s og til lufta 10 m/s, altså er den relative farta 10 m/s. Dette må gjelde oppover også, og siden lufta har farta 20 m/s har syklisten farta 10 m/s. Han har halvparten så stor fart oppover, og det tar dobbelt så lang tid, dermed er svaret 200 s.

Oppgave 3 B (2 poeng)

Absorpsjon av fotoet gjør at elektronet hopper til E_3 . Henfall herfra gir to muligheter, enten direkte henfall til E_1 , eller henfall via E_2 . Første mulighet gir emisjon av foton med samme energi som det innkomne. Andre mulighet gir emisjon av 2 fotoner, ett for hvert av sprangene. Disse sprangene er dog identiske i energiforskjell, og de 2 fotonene får dermed også lik energi. Dermed kan atomet eksitert til energitilstand E_3 kun sende ut to ulike fotoner.

Oppgave 4 B (3 poeng)

$$m_{\text{skiløper}} = 75,0 \text{ kg} \quad m_{\text{snø}} = 1 \text{ kg (det vi skal smelte)}$$

$$\mu = 0,200 \quad L_{\text{is}} = 334 \text{ kJ/kg}$$

$$W = R s = \mu N s = \mu G s = \mu m g s = Q \text{ (alt friksjonsarbeid blir til varme overført til snøen)}$$

$$\mu m_{\text{skiløper}} g s = m_{\text{snø}} L \text{ (der } L \text{ er latent smeltevarme for vann/snø)}$$

$$\text{gir } s = \frac{m_{\text{snø}} \cdot L}{\mu m_{\text{skiløper}} \cdot g} = \frac{1,0 \text{ kg} \cdot 334 \cdot 10^3 \text{ kJ/kg}}{75,0 \text{ kg} \cdot 0,200 \cdot 9,81 \text{ N/kg}} = 2270 \text{ m} \approx 2,27 \text{ km}$$

Oppgave 5 B (3 poeng)

Vi antar at ballene er svært små i forhold til h og at all mekanisk energi bevares.

Vi setter x lik maksimal høyde for den store ballen. Vi får da

$$(4m + m)gh = mg \cdot 3h + 4mg \cdot x$$

$$5mgh = 3mgh + 4mgx$$

$$4x = 5h - 3h$$

$$x = \frac{h}{2}$$

Oppgave 6 C (3 poeng)

Begge kulene faller med konstant fart, og siden kulene har samme form og størrelse, er luftmotstanden på hver av dem lik.

Da blir

$$2mg - L - S = 0 \quad \text{og}$$

$$S + mg - L = 0$$

Av dette får vi

$$S = \frac{mg}{2}$$

Oppgave 7 B (3 poeng)

$$U_A = U_{\text{shunt}}$$

$$I_A R_A = I_{\text{shunt}} R_{\text{shunt}}$$

$$I_{\text{shunt}} = I_{\text{maks}} - I_A$$

Da får vi at

$$R_{\text{shunt}} = \frac{I_A R_A}{I_{\text{maks}} - I_A} = 0,408 \Omega$$

Oppgave 8 B (3 poeng)

Diameteren til strålen når den treffer Månen: $3,84 \cdot 10^8 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$

$$\text{Areal opplyst på Månen: } \pi \cdot \left(\frac{3,84 \cdot 10^8 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}}{2} \right)^2 = 2,606 \cdot 10^{11} \text{ m}^2$$

$$\text{Energien til ett foton: } hf = \frac{hc}{\lambda}$$

Antall fotoner som kommer ut av laseren pr sekund:

$$\frac{1,0 \cdot 10^{-3} \text{ W} \cdot \lambda}{hc} = \frac{1,0 \cdot 10^{-3} \text{ W} \cdot 532 \cdot 10^{-9} \text{ m}}{6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \cdot 3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}} = 2,676 \cdot 10^{15} \text{ fotoner/s}$$

Maks antall fotoner som treffer Månen pr kvadratmeter pr sekund:

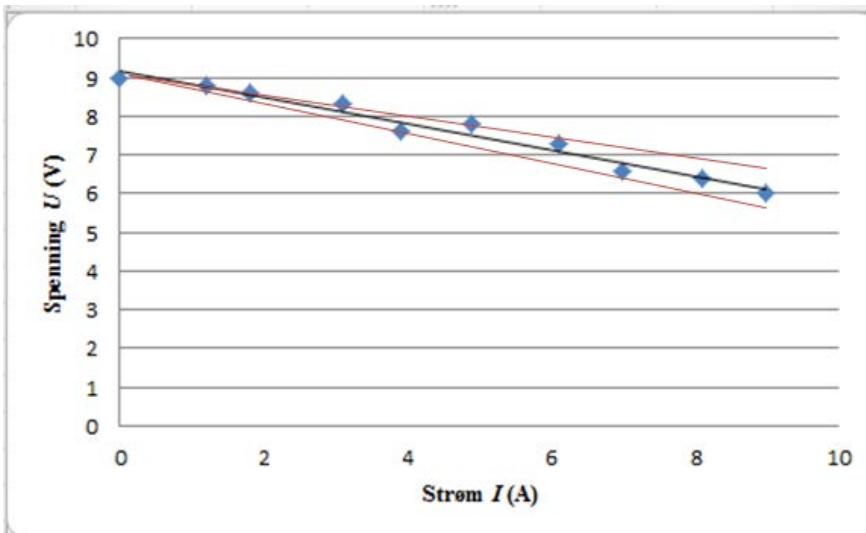
$$\frac{2,676 \cdot 10^{15} \text{ fotoner/s}}{2,606 \cdot 10^{11} \text{ m}^2} = 10269 \frac{\text{fotoner}}{\text{m}^2 \text{ s}} = 1,0 \cdot 10^4 \frac{\text{fotoner}}{\text{m}^2 \text{ s}}$$

Oppgave 9 (4 poeng)

Spenningen over batteriet er gitt av

$$U = \varepsilon - rI$$

Den indre resistansen er altså stigningstallet til grafen. Den finner vi til å være $r = 0,33 \Omega$ når vi bruker beste tilpassede rette linje.



Usikkerheten finner vi av å legge rette linjer som gir maksimale avvik fra gjennomsnittet. Av figuren kan vi finne at minste stigningstall er 0,26 og det største er 0,37. Det største avviket er omtrent 0,07 og det minste omtrent 0,04.

Den indre resistansen i batteriet kan vi dermed si er $r = 0,33 \Omega \pm 0,06 \Omega$

(0,06 Ω er altså gjennomsnittet av avvikene)

Andre måter å finne usikkerheten på, kan også godtas. F.eks. ved å regne ut resistansen for hvert målepunkt og så ta gjennomsnittet og avvik fra gjennomsnittet. Eller bruke kalkulatoren til å finne standardavviket.

Oppgave 10 (4 poeng)

Utstrålt effekt fra kula må i begge tilfeller være lik innstrålt effekt.

$$\text{Vi setter } T_1 = 273 \text{ K} + 25 \text{ K} = 298 \text{ K}$$

$$\text{og } T_2 = 273 \text{ K} + 40 \text{ K} = 313 \text{ K}$$

Stefan-Boltzmanns strålingslov gir da

$$A\sigma T_1^4 = \alpha A\sigma T_2^4$$

$$T_1^4 = \alpha T_2^4$$

A er overflatearealet til kula

$$\alpha = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^4$$

Vi får $\alpha = \left(\frac{298}{313}\right)^4 = 0,822$, det vil si $\alpha = 82\%$