

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i: FYS1001 — Innføring i fysikk
Eksamensdag: 16. august 2024, Kontinuasjonseksamen
Tid for eksamen: 09.00 – 13.00
Oppgavesettet er på 5 sider.
Vedlegg: Formelark
Tillatte hjelpemidler: Godkjent kalkulator
Gyldendals tabeller og formler i fysikk;
Fysikk 1 og Fysikk 2
Alle delspørsmål teller likt. Du må begrunne svarene.

Oppgave 1

a) Tegn kreftene som virker på en satellitt i bane rundt jorda. For enkelhets skyld kan du anta at det ikke finnes noe annet enn satellitten og jorda i universet, slik at du kan se bort fra krefter fra sola, månen og så videre. For hver kraft, angi hvilket legeme motkrafta virker på. Er satellitten i likevekt?

Kommunikasjonssatellitter går ofte i en spesiell bane, en såkalt geostasjonær bane. Dette er en sirkelbane rundt jorda, der omløpstida er akkurat ett døgn. Dermed går satellitten like fort rundt Jorda som Jorda roterer, og derfor står den alltid på samme punkt på himmelen når man ser den fra Jorda. Man kan derfor sikte inn en antenne mot satellitten, og man trenger ikke å flytte på den fordi satellitten beveger seg.

b) Jordas masse er $5,97 \times 10^{24}$ kg. Finn radien fra Jordas sentrum til en satellitt i geostasjonær bane.

c) Hvor stort arbeid gjør tyngdekrafta på satellitten i løpet av ett omløp?

d) Hva er den kinetiske energien til en satellitt i geostasjonær bane som har en masse på $m = 1000$ kg?

Oppgave 2

Det er plassert to høyttalere i et auditorium som sender ut en tone med konstant bølgelengde. Lyden fra de to høyttalerene er i fase. Studentene i auditoriet snakker sammen og finner ut at både studenten som sitter i en avstand 5,70 m fra den ene høyttaleren og 7,90 m fra den andre, og studenten som sitter 3,25 m fra den ene høyttaleren og 6,55 m fra den andre, hører tonen mye sterkere enn studentene som sitter mellom dem.

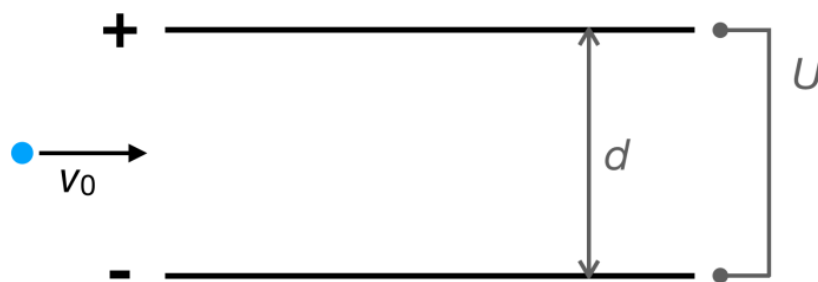
a) Hvorfor er lyden sterkere der disse studentene sitter? Tegn og forklar.

b) Lydfarta i luft er 340 m s^{-1} . Hva er frekvensen til tonen som høyttalerene spiller?

c) Hadde avstandene vært det samme hvis studentene hadde gjennomført eksperimentet med samme frekvens under vann, der lydfarta er 1500 m s^{-1} ? Forklar.

Oppgave 3

a) En positivt ladd partikkel kommer inn i det homogene feltet i en platekondensator som vist på tegninga under. Partikkelen har farta $v_0 = 2,0 \times 10^6 \text{ m s}^{-1}$ og ladningen $q = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$. Avstanden mellom platene er $d = 3,0 \text{ mm}$, og spenninga over kondensatoren er $U = 6,0 \text{ kV}$.



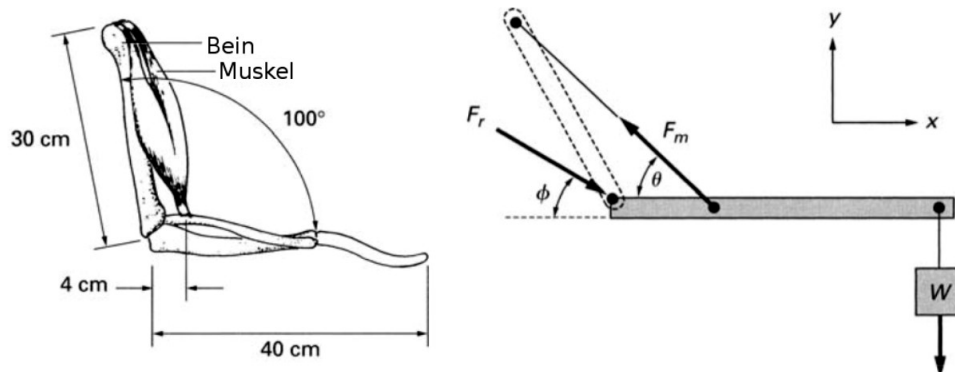
Hva blir størrelsen og retningen på den elektriske krafta som virker på partikkelen?

b) Den samme partikkelen som i oppgaven over blir sendt med samme fart v_0 inn i et homogent magnetfelt på $B = 1,0 \text{ T}$. Magnetfeltet peker inn i arket. Hva blir størrelsen og retningen på den magnetiske krafta som virker på partikkelen?

c) I et massespektrometer brukes en innretning som kalles *fartsvelger* til å sørge for at kun ladde partikler med ei bestemt fart sendes videre inn i instrumentet. Forklar hvordan det elektriske feltet og magnetfeltet i oppgavene over kan kombineres for å konstruere en fartsvelger.

Oppgave 4

Figuren til venstre nedafor viser bein og muskler i en arm som holder et lodd, og figuren til høyre viser en forenkla modell av den samme armen. Fra de oppgitte størrelsene følger det at vinkelen θ er omtrent $72,7^\circ$. (Du trenger ikke å vise dette.)



a) Anta at loddet W har massen 10 kg, og se bort ifra vekta til selve armen. Hvor stor er krafta F_m fra muskelen?

b) Hva er krafta $\vec{F}_r$ i albueleddet? Finn både størrelsen F_r og retningen ϕ .

I stedet for å holde et lodd, tenk deg nå at samme arm slår en volleyball rett oppover langs y-aksen. Volleyballen slås fra samme punkt på armen som loddet hang fra, og det er samme vinkel på albueleddet og muskelen som ovafor. (θ er fortsatt $72,7^\circ$.)

c) Hvilken retning har krafta fra volleyballen på armen under slaget? Begrunn svaret ditt.

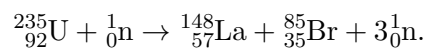
d) Volleyballen treffer armen med ei fart på $-7,7 \text{ m s}^{-1}$ langs y-aksen og slås til en høyde på 4 m over armen. Anta at volleyballen veier 260 g og at slaget varer i 100 ms, og se bort ifra luftmotstand. Hvor stor er da krafta F_m fra muskelen under slaget?

Oppgave 5

a) $^{235}_{92}\text{U}$ er et radioaktivt stoff. Hvis du har 1 mg $^{235}_{92}\text{U}$, hvor mange omdanninger får du i løpet av 12 millioner år? (Tips: Se appendiks for hjelp.)

b) Hvor mange protoner, elektroner og nøytroner har et elektrisk nøytralt $^{235}_{92}\text{U}$ -atom?

c) Et mulig reaksjonsuttrykk for spaltning av $^{235}_{92}\text{U}$ i en kjernereaktor er



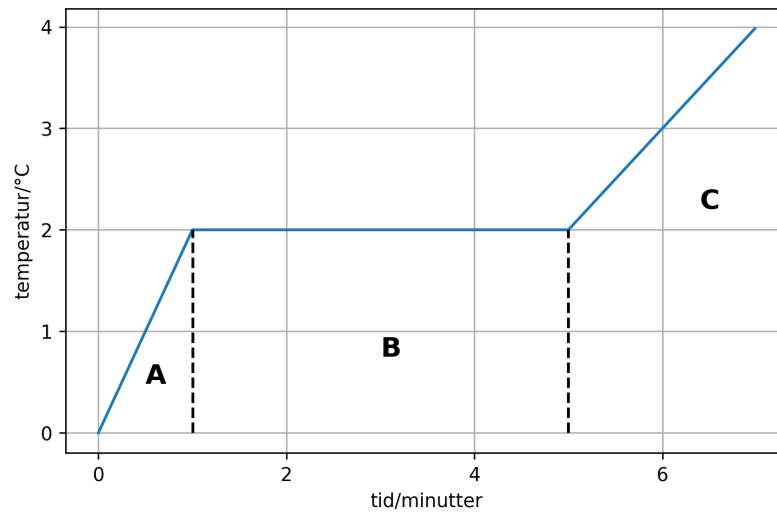
Finn reaksjonsenergien i en slik spaltning. (Tips: Se appendiks.)

d) Hvor mye energi blir frigjort ved spalting av alle kjernene i 1,0 kg $^{235}_{92}\text{U}$? Oppgi svaret i kilowattimer.

e) Forklar kort hva som menes med en kjernefysisk kjedereaksjon og hvordan denne utnyttes til å produsere strøm i et kjernekraftverk.

Oppgave 6

Vi plasserer et begerglass med det faste stoffet *uionium* (et fiktivt stoff) på ei kokeplate som avgir konstant effekt. Det faste stoffet har massen $m = 0,75 \text{ kg}$ og kokeplata har effekten $P = 2000 \text{ W}$, men bare 80 % går til oppvarming av stoffet. Vi måler hvordan temperaturen i stoffet endrer seg med tiden, og får en kurve slik figuren nedafor viser.



- a) Bestem smeltepunktet til uonium.
- b) Grafen er delt inn i tre områder, A, B og C. Gjør rede for hva som skjer med den indre kinetiske og potensielle energien i de tre områdene.
- c) Bestem den spesifikke smeltevarmen til uonium.
- d) Bestem den spesifikke varmekapasiteten for fast form av uonium.

Appendiks

Nuklide	Nuklidemasse	halveringstid
^1H	1,0087 u	614 s
^{14}C	14,0032 u	$5,70 \times 10^3$ a
^{15}O	15,0031 u	122,2 s
^{18}F	18,0009 u	109,7 min
^{22}Na	21,9944 u	2,602 a
^{26}Al	25,9869 u	$7,2 \times 10^5$ a
^{32}P	31,9739 u	14,26 d
^{35}S	34,9690 u	87,5 d
^{40}K	39,9640 u	$1,251 \times 10^9$ a
^{60}Co	59,9338 u	5,271 a
^{85}Br	84,9156 u	2,90 min
^{94}Kr	93,9344 u	0,21 s
^{90}Sr	89,9077 u	28,8 a
^{131}I	130,9061 u	8,021 d
^{137}Cs	136,9071 u	30,2 a
^{144}Ba	143,9230 u	11,5 s
^{148}La	147,9323 u	1,3 s
^{192}Ir	191,9626 u	73,83 d
^{210}Pb	209,9842 u	22,2 a
^{210}Bi	209,9841 u	5,01 d
^{210}Po	209,9829 u	138,4 d
^{211}Po	210,9867 u	0,516 s
^{214}Po	213,9952 u	$1,643 \times 10^{-4}$ s
^{215}Po	214,9994 u	$1,781 \times 10^{-3}$ s
^{218}Po	218,0090 u	3,10 min
^{219}Rn	219,0095 u	3,96 s
^{222}Rn	222,0176 u	3,823 d
^{223}Ra	223,0185 u	11,43 d
^{226}Ra	226,0254 u	1600 a
^{228}Ra	228,0311 u	5,75 a
^{227}Ac	227,0278 u	21,77 a
^{227}Th	227,0277 u	18,68 d
^{228}Th	228,0287 u	1,912 a
^{230}Th	230,0331 u	$7,54 \times 10^4$ a
^{231}Th	231,0363 u	1,063 d
^{234}Th	234,0436 u	24,10 d
^{231}Pa	231,0359 u	$3,28 \times 10^4$ a
^{234}Pa	234,0433 u	401,4 min
^{232}U	232,0372 u	68,9 a
^{234}U	234,0410 u	$2,455 \times 10^5$ a
^{235}U	235,0440 u	$7,04 \times 10^8$ a
^{236}U	236,0456 u	$2,342 \times 10^7$ a
^{238}U	238,0508 u	$4,47 \times 10^9$ a
^{239}Np	239,0529 u	2,356 d
^{240}Pu	240,0538 u	$6,56 \times 10^3$ a
^{241}Am	241,0568 u	432,2 a
^{247}Cf	247,0710 u	186,6 min
^{251}Fm	251,0816 u	318 min