

## i Institutt for fysikk

### Eksamensoppgave i TFY4125 Fysikk

**Eksamensdato:** 9. august 2022

**Eksamenstid (fra-til):** 09:00 – 13:00

**Hjelpemiddelkode/Tillatte hjelpemidler:** A / Alle hjelpemidler tillatt

**Faglig kontakt under eksamen:** Jon Andreas Støvneng

**Tlf.:** 45 45 55 33    **Epost:** [jon.stovneng@ntnu.no](mailto:jon.stovneng@ntnu.no)

**Teknisk hjelp under eksamen:** [NTNU Orakel](#)

**Tlf:** 73 59 16 00

### ANNEN INFORMASJON:

- Faglig kontaktperson skal fortrinnsvis kun kontaktes dersom det er feil eller mangler i oppgavesettet.
- Besvarelsen din i Inspira Assessment lagres automatisk. Jobber du i andre programmer – husk å lagre underveis.
- Eksamen skal være et **individuellt, selvstendig arbeid**. Det er tillatt å bruke hjelpemidler.
- Hvis det oppstår behov for å gi beskjeder til kandidatene underveis i eksamen (f.eks. ved feil i oppgavesettet), vil dette bli gjort via varslinger i Inspira. Et varsel vil dukke opp som en dialogboks på skjermen i Inspira. Du kan finne igjen varselet ved å klikke på bjella øverst i høyre hjørne på skjermen. Det vil i tillegg bli sendt SMS til alle kandidater for å sikre at ingen går glipp av viktig informasjon. Ha mobiltelefonen din tilgjengelig.
- 40 flervalgsoppgaver med lik vekt. Kun ett svar er korrekt på hver oppgave. 1 poeng for riktig svar. 0 poeng for feil svar eller intet svar.

### OM LEVERING:

- **Besvarelsen din leveres automatisk når eksamenstida er ute og prøven stenger**, forutsatt at minst én oppgave er besvart. Dette skjer selv om du ikke har klikket «Lever og gå tilbake til Dashboard» på siste side i oppgavesettet. Du kan gjenåpne og redigere besvarelsen din så lenge prøven er åpen. Dersom ingen oppgaver er besvart ved prøveslutt, blir ikke besvarelsen din levert.
- **Trekk fra eksamen:** Ønsker du å levere blankt/trekke deg, gå til hamburgermenyen i øvre høyre hjørne og velg «Lever blankt». Dette kan ikke angres selv om prøven fremdeles er åpen.
- **Tilgang til besvarelse:** Du finner besvarelsen din i Arkiv etter at sluttida for eksamen er passert.

## 1 OPPGAVE 1 - 3

En mann vandrer i ørkenen og befinner seg 25 km fra en oase (ved tidspunktet  $t = 0$ ). Sola steker, og mannen er både sliten og tørst. Han nærmer seg oasen med stadig mindre fart,

$$v(t) = v_0 e^{-\alpha t},$$

med  $v_0 = 1.4 \text{ m/s}$  og  $\alpha = 0.000025 \text{ s}^{-1}$ .

1. Hva er mannens maksimale akselerasjon, i absoluttverdi?

Velg ett alternativ:

- 60  $\mu\text{m/s}^2$
- 40  $\mu\text{m/s}^2$
- 35  $\mu\text{m/s}^2$
- 45  $\mu\text{m/s}^2$
- 50  $\mu\text{m/s}^2$
- 55  $\mu\text{m/s}^2$

2. Hva er mannens gjennomsnittsfart den første timen?

Velg ett alternativ

- 1.14 m/s
- 1.34 m/s
- 1.19 m/s
- 1.29 m/s
- 1.09 m/s
- 1.24 m/s

3. Hvor lang tid tar det før mannen er framme ved oasen?

**Velg ett alternativ**

- Litt mer enn tre og en halv time
- Litt mer enn fire og en halv time
- Litt mer enn sju og en halv time
- Litt mer enn to og en halv time
- Litt mer enn seks og en halv time
- Litt mer enn fem og en halv time

Maks poeng: 3

## 2 OPPGAVE 4 - 6

En karusell har diameter 7.0 m. Karusellen startes ved tidspunktet  $t = 0$  og roterer med vinkelhastighet  $\omega(t) = \omega_0[1 - \cos \omega_0 t]$ , med  $\omega_0 = 0.15 \text{ rad/s}$ .

4. Hva er karusellens maksimale vinkelakselerasjon?

Velg ett alternativ:

- 0.038 rad/s<sup>2</sup>
- 0.023 rad/s<sup>2</sup>
- 0.033 rad/s<sup>2</sup>
- 0.028 rad/s<sup>2</sup>
- 0.048 rad/s<sup>2</sup>
- 0.043 rad/s<sup>2</sup>

5. Per står på karusellen, 3.0 m fra dens sentrum. Hva er Pers maksimale banefart?

Velg ett alternativ

- 0.75 m/s
- 0.85 m/s
- 0.65 m/s
- 0.90 m/s
- 0.70 m/s
- 0.80 m/s

6. Hvor mange *hele* runder har Per rotert når det har gått en tid  $t = 126$  sekunder?

**Velg ett alternativ**

6

3

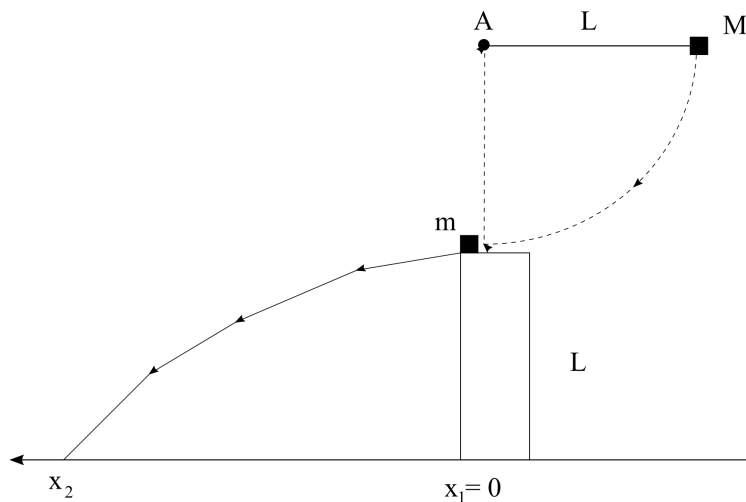
1

2

5

4

Maks poeng: 3



### OPPGAVE 7 - 8

En liten kloss med masse  $M$  er festet til ei tilnærmet masseløs snor med lengde  $L$ . Den andre enden av snora er festet i punktet  $A$ . Massen  $M$  slippes med stram og horisontal snor. Den svinger ned som vist i figuren og kolliderer i et sentralt og fullstendig uelastisk støt med en kloss som har masse  $m$ . Denne klossen ligger i utgangspunktet i ro på kanten av en søyle med høyde  $L$ . Snora kuttet samtidig som de to klossene kolliderer med hverandre.

Klossene er små og kan betraktes som punktmasser.

Anta at  $M = 80 \text{ g}$ ,  $m = 40 \text{ g}$  og  $L = 60 \text{ cm}$ .

7. Hvor stor felles fart  $v_1$  har de to klossene umiddelbart etter den kortvarige og fullstendige uelastiske kollisjonen?

Velg ett alternativ:

- 2.5 m/s
- 2.7 m/s
- 1.9 m/s
- 2.3 m/s
- 1.7 m/s
- 2.1 m/s

8. Hvor lang tid tar det fra de to sammenhengende klossene forlater søylen (med fart  $v_1$ ) til de lander på bakken (ved posisjon  $x_2$ ) ?

**Velg ett alternativ**

0.15 s

0.55 s

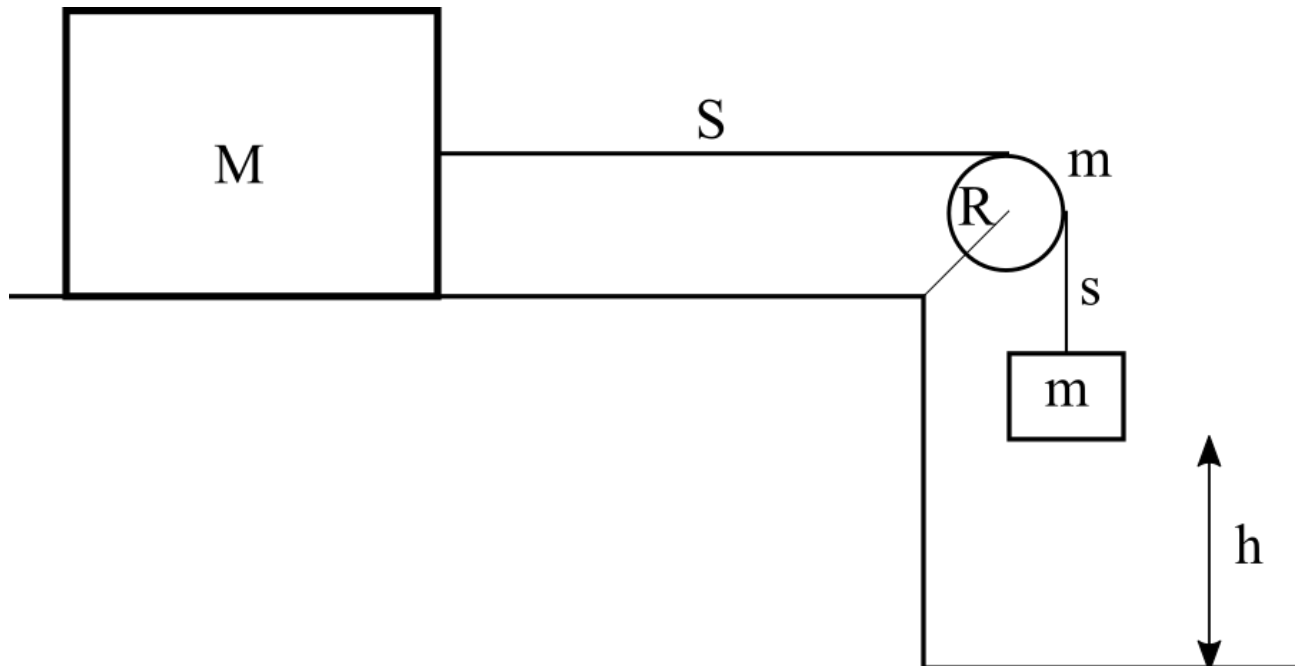
0.35 s

0.25 s

0.45 s

0.65 s

Maks poeng: 2



### OPPGAVE 9 - 11

En kloss med masse  $M$  kan gli på en bordplate. Ei tilnærmet masseløs snor forbinder denne klossen med en annen kloss med masse  $m$ . Snora går over ei trinse med masse  $m$ , radius  $R$  og treghetsmoment  $I_0 = \frac{1}{2}mR^2$  med hensyn på rotasjonsaksen gjennom trinsas massesenter. Her er  $M = 90 \text{ g}$ ,  $m = 40 \text{ g}$ ,  $R = 7.5 \text{ cm}$  og  $h = 15 \text{ cm}$ .

Det er stor nok friksjon mellom snor og trinse til at snora ikke glir mot trinsa. Trinsa roterer for øvrig uten friksjon. De to massene beveger seg med konstant fart  $25 \text{ cm/s}$  (massen  $m$  nedover; massen  $M$  mot høyre).

9. Hva er kinetisk friksjonskoeffisient mellom  $M$  og bordplata?

Velg ett alternativ:

- 0.14
- 0.34
- 0.54
- 0.24
- 0.64
- 0.44

10. Hva er snordraget?



**Velg ett alternativ**

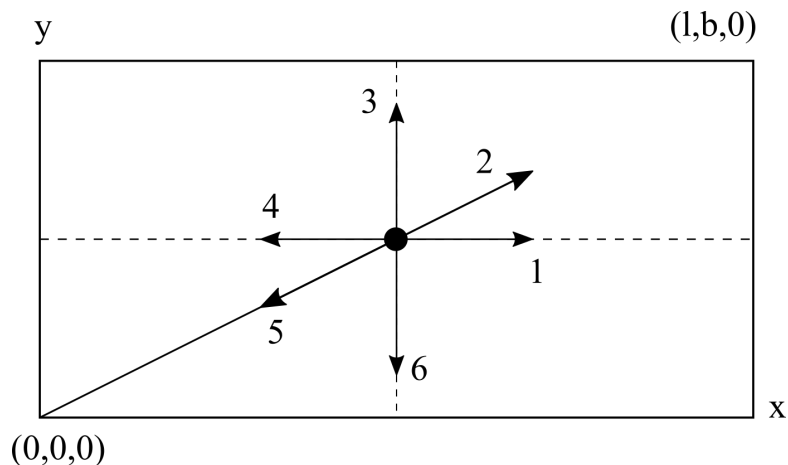
- 0.29 N
- 0.79 N
- 0.59 N
- 0.69 N
- 0.39 N
- 0.49 N

**11.** Hva er total dreieimpuls til de to klossene og trinsa, med hensyn på trinsas rotasjonsakse (dvs trinsas aksling)? Snoras forlengelse går gjennom klossenes massesenter.

**Velg ett alternativ**

- 5.8 mJs
- 6.8 mJs
- 3.8 mJs
- 4.8 mJs
- 2.8 mJs
- 1.8 mJs

Maks poeng: 3



### OPPGAVE 12 - 15

Et snookerbord med lengde  $l$  og bredde  $b$  ligger i  $xy$ -planet, slik at snookerkulas massesenter  $R_{CM} = (X, Y, Z)$  følger en bane i fast høyde  $Z = 0$ . Nedre venstre og øvre høyre hjørne er henholdsvis origo og  $(x, y) = (l, b)$ .

Ei snookerkule (kompakt og med uniform massefordeling; svart sirkel i figuren) med radius  $r = 26.25 \text{ mm}$  og masse  $m = 141 \text{ g}$  befinner seg i øyeblikket nøyaktig midt på bordet og ruller rent (dvs uten å gli) med hastighet  $V_0 = 43 \text{ cm/s}$  i en av de seks retningene angitt med tall i figuren.

12. Denne hastigheten fikk kula etter et kortvarig støt der en konstant kraft  $F = 200 \text{ N}$  virket på kula (i kulas fartsretning). Hvor lenge varte støtet?

Velg ett alternativ:

- 0.20 ms
- 0.60 ms
- 0.40 ms
- 0.30 ms
- 0.70 ms
- 0.50 ms

13. Hva er kulas spinn ("indre dreieimpuls")?

Velg ett alternativ

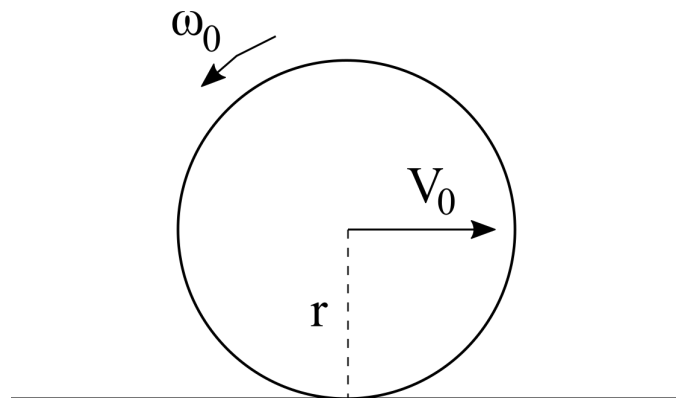
- 0.44 mJs
- 0.74 mJs
- 0.84 mJs
- 0.34 mJs
- 0.54 mJs
- 0.64 mJs

14. Kula ruller i retningen angitt med tallet 4 i figuren. Med origo som referansepunkt er kulas *totale* dreieimpuls  $\mathbf{L} = (L_x, L_y, L_z)$ . Hva er *fortegnet* til de tre komponentene av dreieimpulsen, dersom de ikke er lik null?

Velg ett alternativ

- (0, −, +)
- (+, 0, −)
- (0, +, −)
- (−, +, 0)
- (+, −, 0)
- (−, 0, +)

15.



I denne oppgaven har kula fått et støt som gir en starthastighet  $V_0$  som i de foregående oppgavene, men i tillegg har støtet gitt en vinkelhastighet  $\omega_0$  motsatt vei av hva den vil få ved ren rulling.

Vinkelhastigheten  $\omega_0$  har samme absoluttverdi som for ren rulling, men altså med motsatt fortegn. I hvilken høyde over bordflaten traff det kortvarige horisontale støtet?

Velg ett alternativ

- 20 mm
- 28 mm
- 32 mm
- 16 mm
- 12 mm
- 24 mm



## 6 OPPGAVE 16 - 20

Ei lita kompakt kule med uniform massetetthet ruller rent (dvs uten å gli) på en berg-og-dal-bane med baneform  $y(x) = y_0 \exp(-\alpha x/L)$  med  $y_0 = 30 \text{ cm}$ ,  $\alpha = 3.0$  og  $L = 1.4 \text{ m}$ .

Kula har masse  $m = 10 \text{ g}$  og radius  $r = 10 \text{ mm}$ . Vi ser bort fra luftmotstand og andre effekter som fører til tap av mekanisk energi. Kula starter ved  $x = 0$  med starthastighet lik null.

16. Hva er kulas hastighet ved banens ende  $x = L$ ?

Velg ett alternativ:

- 3.6 m/s
- 2.8 m/s
- 3.2 m/s
- 2.4 m/s
- 4.0 m/s
- 2.0 m/s

17. Hva er minste påkrevde statiske friksjonskoeffisient mellom kula og banen for å oppnå ren rulling fra start?

Velg ett alternativ

- 0.27
- 0.12
- 0.21
- 0.24
- 0.15
- 0.18

18. Hva er friksjonskraften fra banen på kula i posisjon  $x = L/2$  ?

Velg ett alternativ

- 3.6 mN
- 4.0 mN
- 5.2 mN
- 5.6 mN
- 4.4 mN
- 4.8 mN

19. Hva er kulas akselerasjon ved  $x = 0$ ?

Velg ett alternativ

- 4.2 m/s<sup>2</sup>
- 4.4 m/s<sup>2</sup>
- 3.6 m/s<sup>2</sup>
- 3.4 m/s<sup>2</sup>
- 4.0 m/s<sup>2</sup>
- 3.8 m/s<sup>2</sup>

20. Etter ei økt på laben har du målt kulas ankomsttid ved  $x = L$  ti ganger, med følgende resultater: 0.53 s, 0.52 s, 0.46 s, 0.47 s, 0.47 s, 0.52 s, 0.57 s, 0.50 s, 0.48 s, 0.55 s.

Hva er kulas ankomsttid ved  $x = L$ , angitt med gjennomsnittsverdi og standardfeil?

Velg ett alternativ

- $(0.49 \pm 0.01)$  m/s
- $(0.49 \pm 0.05)$  m/s
- $(0.51 \pm 0.05)$  m/s
- $(0.51 \pm 0.01)$  m/s
- $(0.49 \pm 0.03)$  m/s
- $(0.51 \pm 0.03)$  m/s



## 7 OPPGAVE 21 - 24

Tre punktladninger plasseres på x-aksen: En positiv ladning  $q$  i  $x=0$ , en positiv ladning  $2q$  i  $x=d$  og en negativ ladning  $-3q$  i  $x=2d$ .

Anta tallverdiene  $q = e$  og  $d = 1.0 \text{ nm}$ . ( $e = \text{elementærladningen}$ )

Anta null elektrisk potensial i uendelig avstand fra hver punktladning.

21. Hva er den elektriske feltstyrken på x-aksen i posisjonen  $x = d/2$  ?

Velg ett alternativ:

- 4.82 GV/m
- 2.34 GV/m
- 3.84 GV/m
- 1.09 GV/m
- 7.14 GV/m
- 0.85 GV/m

22. Hva er det elektriske potensialet på x-aksen i posisjonen  $x = d/2$ ?

Velg ett alternativ

- 1.38 V
- 5.76 V
- 4.62 V
- 0.44 V
- 3.84 V
- 2.05 V

23. Et sted mellom  $x=d$  og  $x=2d$  er  $V=0$ . Hvor?



**Velg ett alternativ**

- $x = 1.65 \text{ nm}$
- $x = 1.76 \text{ nm}$
- $x = 1.43 \text{ nm}$
- $x = 1.32 \text{ nm}$
- $x = 1.54 \text{ nm}$
- $x = 1.21 \text{ nm}$

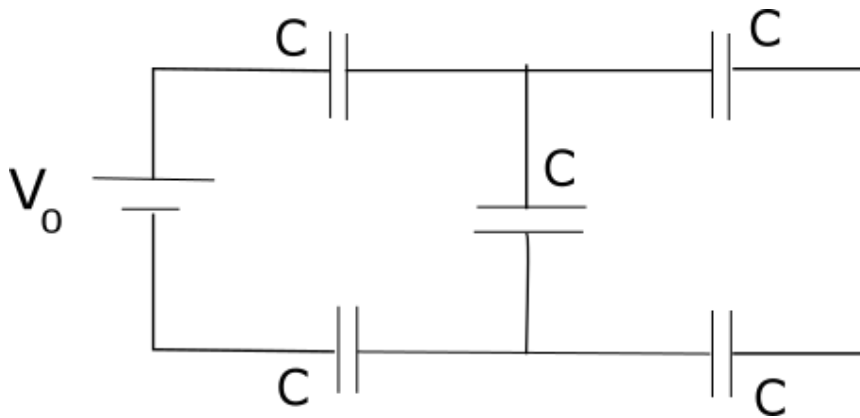
**24.** En fjerde punktladning  $q$  er plassert i  $xy$ -planet i posisjon  $(x,y) = (d,d)$ . De tre punktladningene på  $x$ -aksen virker på denne med en kraft  $\mathbf{F}$ . Hvor stor er vinkelen mellom kraftvektoren  $\mathbf{F}$  og  $x$ -aksen?

**Velg ett alternativ**

- 60 grader
- 69 grader
- 51 grader
- 24 grader
- 42 grader
- 33 grader

Maks poeng: 4

8



**OPPGAVE 25 - 26**

I kretsen ovenfor er  $V_0 = 12 \text{ V}$  og  $C = 12 \text{ nF}$ .

**25.** Hva er spenningen over kapasitansen  $C$  nederst til høyre i figuren?

**Velg ett alternativ:**

- 5.5 V
- 1.5 V
- 4.5 V
- 2.5 V
- 3.5 V
- 6.5 V

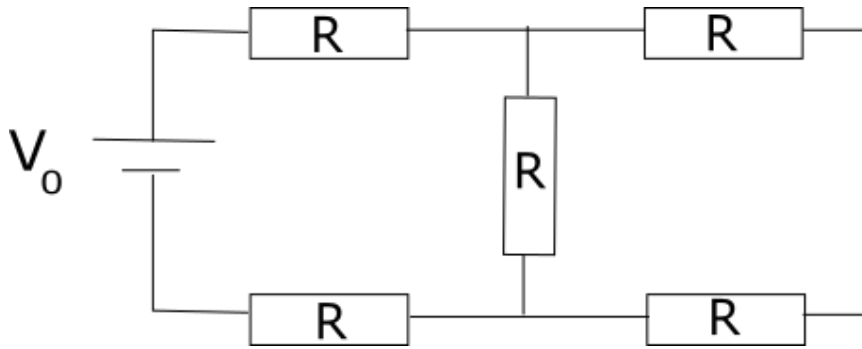
**26.** Hva er ladningen på kondensatoren øverst til venstre i figuren?

**Velg ett alternativ**

- 162 nC
- 216 nC
- 324 nC
- 54 nC
- 486 nC
- 108 nC

Maks poeng: 2

9



**OPPGAVE 27 - 28**

I kretsen ovenfor er  $V_0 = 12 \text{ V}$  og  $R = 12 \Omega$ .

27. Hva er spenningen over motstanden nede til høyre i figuren?

**Velg ett alternativ:**

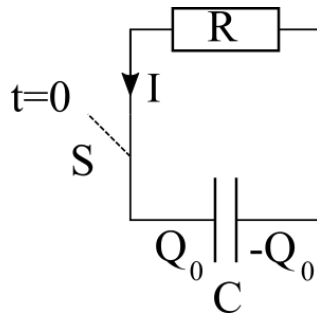
- 2.5 V
- 4.5 V
- 3.5 V
- 6.5 V
- 5.5 V
- 1.5 V

28. Hva er strømmen gjennom motstanden oppe til venstre i figuren?

**Velg ett alternativ**

- 250 mA
- 125 mA
- 375 mA
- 625 mA
- 500 mA
- 750 mA

Maks poeng: 2



### OPPGAVE 29 - 32

I kretsen ovenfor lukkes bryteren S ved tidspunktet  $t = 0$ . Kondensatorladningen er  $Q_0 = 25 \text{ mC}$  like før dette tidspunktet. Motstanden er  $R = 25 \text{ M}\Omega$  og kapasitansen er  $C = 25 \mu\text{F}$ .

29. Hvor mye energi er lagret i kondensatoren før bryteren lukkes?

Velg ett alternativ

- 27 J
- 41 J
- 6 J
- 13 J
- 34 J
- 20 J

30. Hva er strømstyrken like etter at bryteren lukkes, målt i enheten mikroampere?

Velg ett alternativ

- 25
- 30
- 35
- 40
- 20
- 45

31. Hva er strømstyrken 20 minutter etter at bryteren lukkes, målt i enheten mikroampere?

**Velg ett alternativ**

- 4.6
- 5.6
- 6.6
- 2.6
- 1.6
- 3.6

**32.** Hvor lenge etter at bryteren lukkes er 80% av den lagrede energien "tapt" i form av varme i motstanden?

**Velg ett alternativ:**

- 876 sekunder
- 503 sekunder
- 1288 sekunder
- 1439 sekunder
- 4008 sekunder
- 97 sekunder

Maks poeng: 4

### 11 OPPGAVE 33 - 34

Et elektron beveger seg i et uniformt magnetfelt  $\mathbf{B} = B_0 (\hat{x} + \hat{y})$  med  $B_0 = 0.55 \text{ T}$ . Ved et gitt tidspunkt er elektronets hastighet  $\mathbf{v} = v_0(\hat{x} - \hat{y})$ , med  $v_0 = 2.5 \cdot 10^5 \text{ m/s}$ .

33. Hva er radien i elektronets bane?

Velg ett alternativ:

- 5.8 mikrometer
- 12.5 mikrometer
- 8.9 mikrometer
- 2.6 mikrometer
- 1.3 mikrometer
- 19.7 mikrometer

34. Hva er retningen på den magnetiske kraften på elektronet på det aktuelle tidspunktet?

Velg ett alternativ

- I negativ x-retning
- I samme retning som  $\mathbf{B}$
- I negativ z-retning
- I samme retning som  $\mathbf{v}$
- Kraften er null
- I positiv y-retning

Maks poeng: 2

**12 OPPGAVE 35 - 36**

En kvadratisk spole med 400 viklinger har sidekanter med lengde 2.0 cm. Strømstyrken er 3.0 A.

**35.** Hva er spolens magnetiske dipolmoment?

**Velg ett alternativ:**

- 3.59 Am<sup>2</sup>
- 1.52 Am<sup>2</sup>
- 2.41 Am<sup>2</sup>
- 3.20 Am<sup>2</sup>
- 5.11 Am<sup>2</sup>
- 0.48 Am<sup>2</sup>

**36.** Hva er maksimalt dreiemoment som kan oppnås på denne spolen i et uniformt ytre magnetfelt med feltstyrke 0.75 T?

**Velg ett alternativ**

- 1.80 Nm
- 2.38 Nm
- 2.40 Nm
- 1.32 Nm
- 0.36 Nm
- 0.15 Nm

Maks poeng: 2

**13 OPPGAVE 37 - 40**

En enkel LC-krets består av en seriekobling av en kapasitans  $C = 1.0 \mu\text{F}$  og en induktans  $L = 0.20 \text{ H}$ . Kapasitansen har i utgangspunktet en ladning  $Q_0 = 75 \mu\text{C}$ . En bryter lukkes ved tidspunktet  $t = 0$  slik at en (tidsavhengig) strøm kan gå i kretsen.

**37.** Hva er maksimal strømstyrke i denne kretsen?

**Velg ett alternativ:**

- 208 mA
- 58 mA
- 168 mA
- 78 mA
- 328 mA
- 38 mA

**38.** Hvor ofte har strømmen denne maksimale verdien? Dvs, hvor lang tid går det mellom hver gang strømstyrken er maksimal, i absoluttverdi?

**Velg ett alternativ**

- 2.1 ms
- 3.1 ms
- 1.4 ms
- 6.3 ms
- 4.7 ms
- 5.5 ms

I virkeligheten har en slik krets en viss motstand. Denne kan vi betrakte som en resistans  $R = 2.0 \text{ m}\Omega$  koblet i serie med spolen og kondensatoren.

**39.** Hvor lang tid tar det før strøamplituden er redusert til 90% av sin opprinnelige verdi?



**Velg ett alternativ**

- 126 sekunder
- 63 sekunder
- 21 sekunder
- 84 sekunder
- 42 sekunder
- 105 sekunder

**40.** Et dempet masse-fjær-system med masse  $m$ , fjærkonstant  $k$  og dempingsfaktor  $b$  vil ha samme dynamiske oppførsel som RLC-kretsen i forrige oppgave. Hvilke tallverdier for  $m$ ,  $k$  og  $b$  skal du da bruke?

**Velg ett alternativ**

- $m=0.20$  kg,  $b=10^6$  g/s,  $k=2$  N/m
- $m=0.80$  kg,  $k=200000$  N/m,  $b=2$  g/s
- $m=2.0$  g,  $k=200000$  N/m,  $b=0.8$  kg/s
- $m=2.0$  g,  $k=10^6$  N/m,  $b=0.2$  kg/s
- $m=0.80$  kg,  $b=10^6$  g/s,  $k=2$  N/m
- $m=0.20$  kg,  $k=10^6$  N/m,  $b=2$  g/s

Maks poeng: 4