



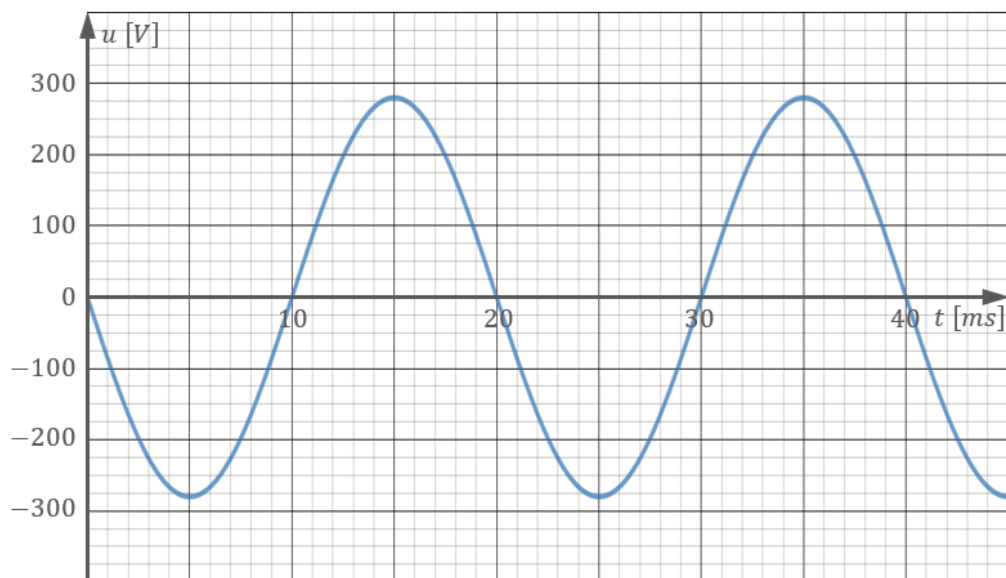
KTH Teknik och hälsa

TENTAMEN I FYSIK

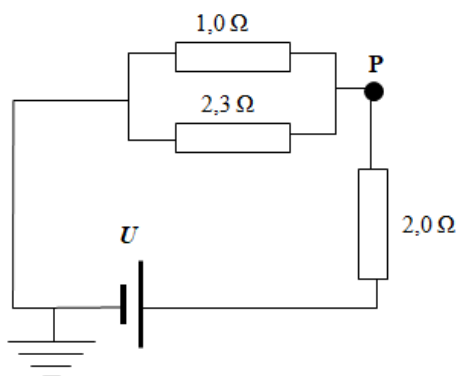
Kurs:	HF0025 Fysik för basår II						
Moment:	TENA 8 hp						
Program:	Tekniskt basår/Bastermin TBASA						
Rättande lärare:	Stefan Eriksson och Staffan Linnæus						
Examinator:	Staffan Linnæus						
Datum:	2019-12-19						
Tid:	8.00-12.00						
Jourhavande lärare:	Staffan Linnæus, tel 08 790 4804						
Hjälpmedel:	Miniräknare Godkänd formelsamling ISBN978-91-27-72279-8 eller ISBN978-91-27-42245-2, passare, gradskiva och linjal						
Omfattning och betygsgränser:	0-10p	11p	12-14	15-17	18-20	21-23	24-26
	F	Fx	E	D	C	B	A
Övrig information:	Till samtliga uppgifter krävs fullständiga lösningar. Lösningarna skall vara tydliga och lätta att följa. Skriv helst med blyertspenna. Införda beteckningar skall definieras. Uppställda samband skall motiveras. Till uppgifter innehållande kraftsituationer (eller andra vektorsituationer) skall vektorfigurer ritas med linjal. Uppgifter med elektriska kretsar skall redovisas med kopplingsscheman som definierar använda storheter. Lycka till!						

1. Grafen visar spänningen över ett motstånd som funktion av tiden från 0 till 40 ms. Motståndet har resistansen $3,2 \text{ k}\Omega$.

- a) Vilken frekvens har växelspänningen? (1p)
 b) Vilket effektivvärde har strömmen genom motståndet? (1p)

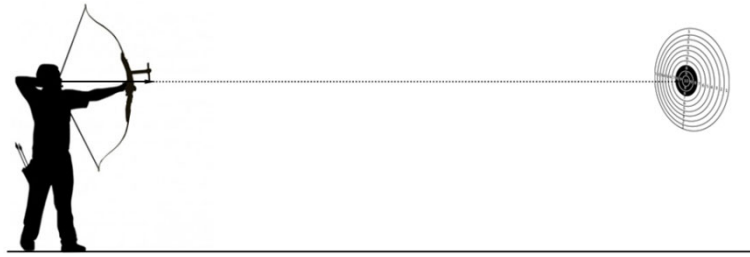


2. I kretsen gäller att batteriets polspänning $U = 4,5 \text{ V}$. Bestäm potentialen i punkten P. (2p)



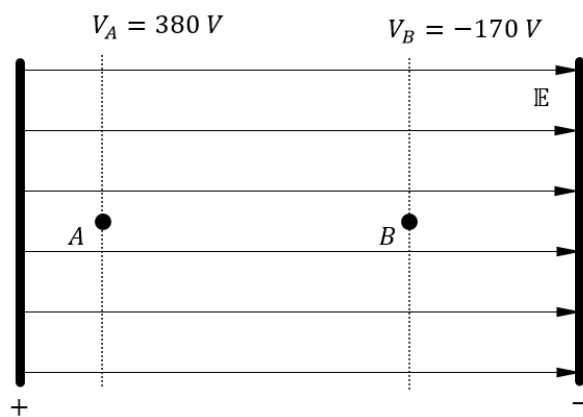
3. En kondensator i en TV-apparat består av två plattor där vardera plattan har arean 200 cm^2 . Avståndet mellan plattorna är $1,0 \text{ mm}$. Mellan plattorna finns plast med den relativa permittiviteten 11. Bestäm kondensatorns kapacitans. (2p)

4. En bågsskytt siktar rakt mot mitten av en måltavla. Pilen träffar, trots att det är helt vindstill, 0,20 m under tavlans mitt. Tavlan står på 16 meters avstånd från skytten.

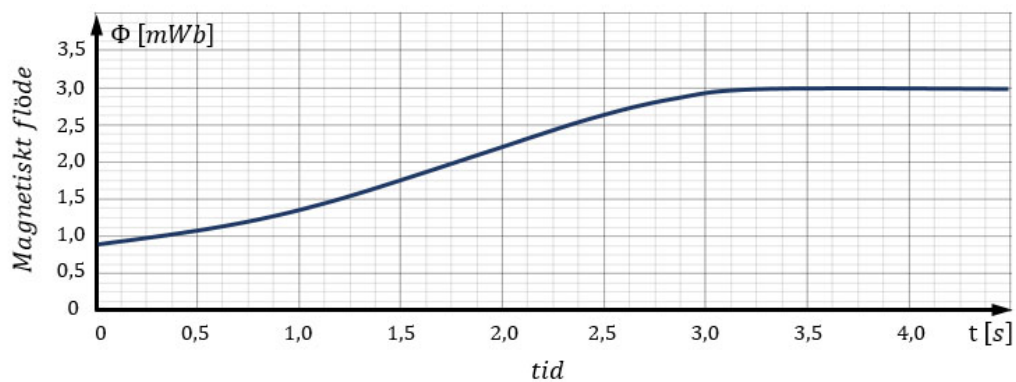


Vilken är pilens utgångshastighet om luftmotståndet kan försummas? (2p)

5. En proton rör sig i ett elektriskt fält.
Beräkna hur protonens rörelseenergi och potentiella energi förändras när den rör sig från punkt A med potentialen $+380\text{ V}$ till punkt B med potentialen -170 V . (2p)



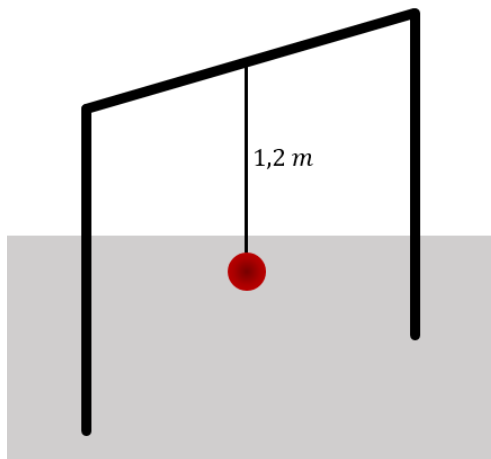
6. Diagrammet visar hur magnetfältet varierar inuti en slinga när en magnet rör sig i närheten.



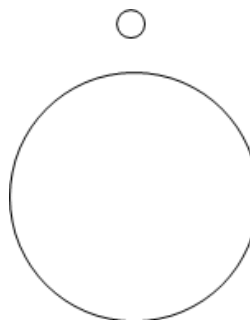
Bestäm den inducerade spänningen vid

- a) 1,5 s. (1p)
b) 3,5 s. (1p)

7. En metallkula som väger 15 kg hänger i ett 1,2 m långt snöre. Kulan sätts i gungning runt ett horisontellt räcke. Just då kulan befinner sig rakt under räcket är dess hastighet 4,4 m/s. Beräkna spännkraften i snöret i detta ögonblick. (2p)



8. Tänk dig en ganska liten måne som har en sfärisk form med diametern 12 km och en massa som är $2,0 \cdot 10^{15}$ kg. Månen har fått namnet Deimos. Linda har landat på Deimos och har med sig en liten boll.

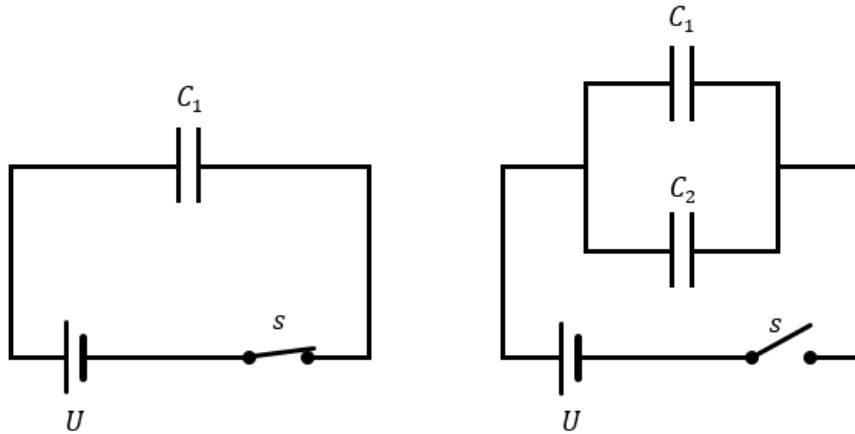


Deimos och en
liten boll.
Ej skalenlig.

Linda tänker att hon ska kasta den lilla bollen ett varv runt hela Deimos och fånga den när den kommer tillbaka. Hon kommer att kasta bollen rakt åt sidan utefter Deimos yta och vänta. Efter en tid kommer faktiskt bollen att komma tillbaka till Linda och hon kan vända sig om och fånga den.

Hur lång tid tar det för bollen att färdas ett varv runt Deimos? På Deimos finns inget luftmotstånd. (2p)

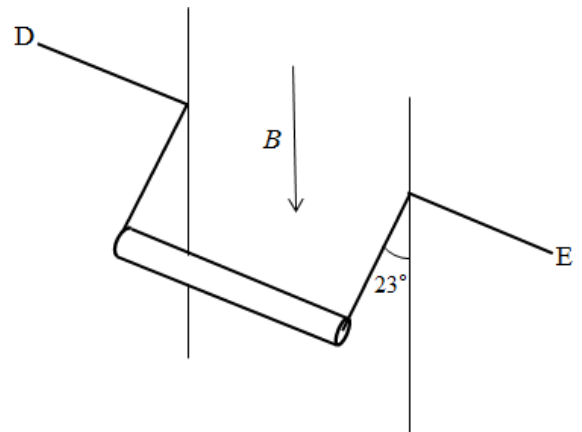
9. En kondensator med kapacitansen C_1 på $47\ \mu\text{F}$ laddas upp av en spänningskälla U via omkopplaren s till $18\ \text{V}$. Därefter kopplas spänningskällan bort. En ny oladdad kondensator C_2 med kapacitansen $32\ \mu\text{F}$ kopplas med den nyss uppladdade kondensatorn. Vad blir spänningen över kondensatorerna? (2p)



10. En $7,5\ \text{cm}$ lång kopparstav med massan $28\ \text{g}$ är upphängd som en gunga i tunna ledare. Den befinner sig i ett rakt nedåt riktat magnetfält med den magnetiska flödestätheten $0,94\ \text{T}$. Det jordmagnetiska fältet kan försummas.

Då en ström går genom ledarna och staven (avgränsningen mellan D och E) så kommer gungan att svänga ut 23° som figuren visar.

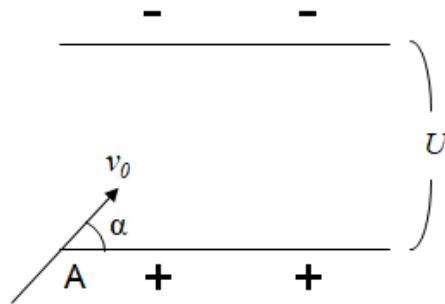
Bestäm strömmen till storlek och riktning.
(2p)



11. En kondensator med mycket stor kapacitans och en spole är kopplade till varandra i en enkel krets. Då den magnetiska flödestätheten genom spolen ändras kommer kondensatorn att tillföras laddningar. Spolen har 32 lindningsvarv och tvärsnittsarean är $150\ \text{cm}^2$. Kretsens resistans är $15\ \Omega$. Flödestätheten i spolen minskade linjärt från $7,5$ till $1,2\ \text{mT}$ under tiden $0,75\ \text{s}$. Vilken laddningsmängd tillfördes kondensatorn under samma tid? (Den stora kondensatorn får i detta fall försumbar spänning.) (3p)

12. Två plattor avgränsar ett utrymme mellan sig. Avståndet mellan plattorna är 1,50 cm och de är 2,50 cm långa. Över plattorna ligger en spänning på $U = 2,0$ V. En elektron skjuts in mellan plattorna med en vinkel mot nedre plattan vid punkten A, se figuren, med $v_0 = 1,00 \cdot 10^6$ m/s.

Beräkna den största vinkeln α som elektronen kan skjutas iväg med och ändå passera ut mellan plattorna på andra sidan. (3p)



Lösningsförslag.

1. a) Ur grafen hämtas $T = 20 \text{ ms}$. Frekvensen beräknas; $f = 1/T = 1/(20 \cdot 10^{-3}) = 50 \text{ Hz}$.
Svar a: $f = 50 \text{ Hz}$

b) För effektivvärden, $I = \frac{U}{R}$. Effektivvärdet av spänningen, $U = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}}$.

$$I = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2} \cdot R} = \frac{275}{\sqrt{2} \cdot 3,2 \cdot 10^3} = 0,0608 \text{ A} \approx 61 \text{ mA}$$

Svar b: $I = 61 \text{ mA}$

2. Först beräknas ersättningsresistansen för parallellkopplingen, $R_{\text{ers para}}$, sedan strömmen i kretsen. Därefter potentialvandring från jord till P.

$$R_1 = 1,0 \Omega$$

$$R_2 = 2,3 \Omega$$

$$\frac{1}{R_{\text{ers para}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{1,0} + \frac{1}{2,3}$$

$$R_{\text{ers para}} = 0,696 \dots \Omega$$

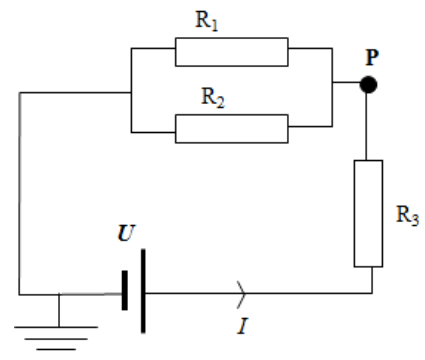
Potentialvandar från jord varvet runt i strömmens riktning.

$$R_3 = 2,0 \Omega$$

$$V_{\text{jord}} + U - R_3 \cdot I - R_{\text{ers para}} \cdot I = 0$$

$$0 + 4,5 - 2,0 \cdot I - 0,696 \dots I = 0$$

$$I = 1,668 \dots \text{ A}$$



Potentialvandring från jord till P i strömmens riktning.

$$V_P = V_{\text{jord}} + U - R_3 \cdot I$$

$$V_P = 0 + 4,5 - 2,0 \cdot 1,668 \dots = 1,162 \dots \text{ V}$$

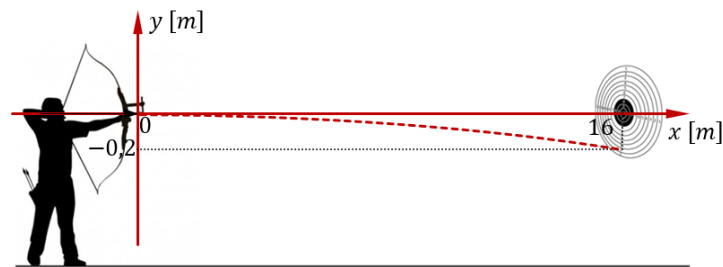
Svar: Potentialen i P är $+1,2 \text{ V}$

$$3. \quad C = \varepsilon \frac{A}{d} = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r \frac{A}{d} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow C = 8,8542 \cdot 10^{-12} \cdot 11 \cdot \frac{200 \cdot 10^{-4}}{0,0010} F = 1,94 \cdot 10^{-9} F$$

Svar: 1,9 nF

4.



Precis när pilen lämnar pilbågen har den bara en hastighet i x -led. Pilens rörelse i y -led är en accelererad rörelse. Rörelserna i x - och y -led är oberoende av varandra. Hastigheten i x -led är konstant om luftmotståndet kan försummas. Hastigheten i y -led är accelererande med begynnelse hastigheten $v_{0y} = 0$

Pilens medelhastighet (i x -led) ges av

$$v_x = v_{0x} = \frac{s_x}{t}$$

där t är den tid som det tar för pilen att falla 0,2 m.

Sträckan vid en accelererad rörelse ges av:

$$s_y = v_{0y} \cdot t - \frac{1}{2} g t^2 = \{v_{0y} = 0\} = -\frac{1}{2} g t^2$$

$$s_y = -\frac{1}{2} g t^2 \Rightarrow t = \sqrt{-\frac{2 \cdot s_y}{g}}$$

$$t = \sqrt{-\frac{2 \cdot s_y}{g}} \Rightarrow t = \sqrt{-\frac{2 \cdot (-0,2)}{9,82}} = 0,202 s$$

$$v_x = \frac{s_x}{t} = \left\{ \begin{matrix} s_x = 16m \\ t = 0,202s \end{matrix} \right\} \Rightarrow v_x = \frac{16}{0,202} = 79,207 m/s$$

Svar: $v_0 = 79 m/s$

5. Protonens rörelseenergi ökar lika mycket som dess potentiella energi minskar. Den potentiella energins minskning är:

$$V = \frac{E_p}{Q}$$

$$\Delta E_p = E_{p,B} - E_{p,A} = V_B \cdot Q - V_A \cdot Q = (V_B - V_A) \cdot Q$$

$$\Delta E_p = (-170 - 380) \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J} = -8,81 \cdot 10^{-17} \text{ J} = -88 \text{ aJ}$$

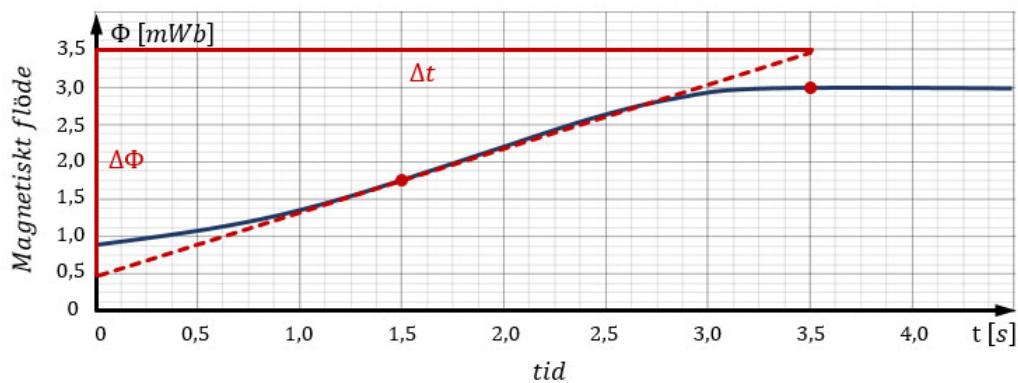
ΔE_k ökar lika mycket.

Svar: E_p minskar med 88 aJ. E_k ökar med 88 aJ.

6. Den inducerade spänningen ges av

$$e = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

Vi avläser lutningen ur diagrammet med hjälp av en tangent.



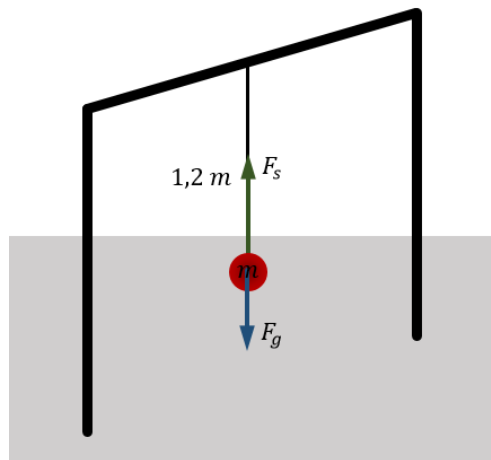
- a) Vid 1,5 s får vi:

$$e = \frac{(3,5 - 0,5) \cdot 10^{-3}}{3,5 - 0} \text{ V} = \frac{3,0 \cdot 10^{-3}}{3,5} \text{ V} = 0,857 \text{ mV}$$

- b) Vid 3,5 s är tangenten horisontell och därmed förändringskvoten $e = \Delta \Phi / \Delta t = 0 \text{ V}$.

Svar: a) 0,86 mV vid 1,5 s. b) 0 V vid 3,5 s

7.



Kraftsituationen på kulan ges av:

$$\sum F = ma_c \Rightarrow F_s - F_g = ma_c \quad (1)$$

$$(1) \Rightarrow F_s = ma_c + F_g \Rightarrow F_s = ma_c + mg \Rightarrow F_s = m(a_c + g) \Rightarrow \\ \Rightarrow F_s = m \left(\frac{v^2}{r} + g \right) \Rightarrow F_s = 15 \left(\frac{4,4^2}{1,2} + 9,82 \right) \text{ N} = 389,3 \text{ N}$$

Svar: 0,39 kN

8. Gravitationskraften utgör centripetalkraften på bollen.

$$F_G = F_c$$

$$F_c = m \cdot a_c$$

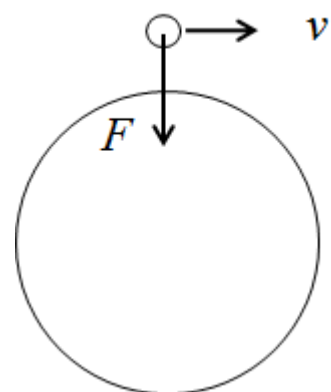
$$a_c = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$$

$$G \frac{m_b \cdot m_D}{r^2} = m_b \frac{4\pi^2 r}{T^2}$$

$$T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{G \cdot m_D}$$

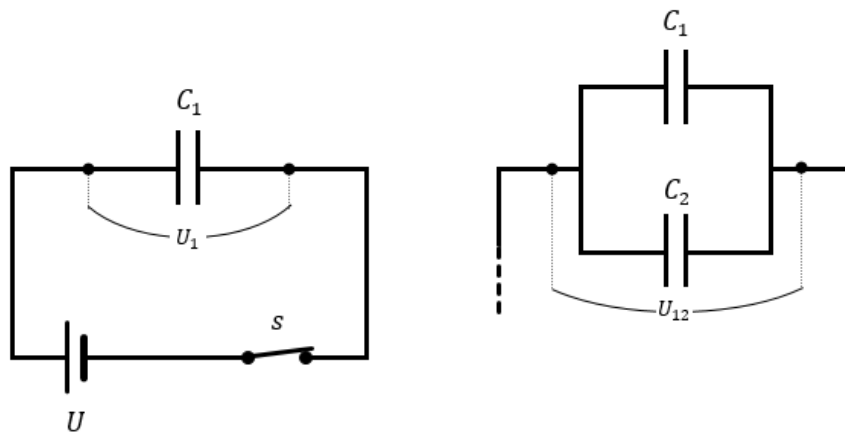
$$T^2 = \frac{4\pi^2 6000^3}{6,6727 \cdot 10^{-11} \cdot 2,0 \cdot 10^{15}}$$

$$T = 7994 \text{ s} = 2,22 \text{ h}$$



Svar: Det tar 2,2 timmar för bollen att färdas varvet runt Deimos.

9.



Laddningen som tillför den första kondensatorn:

$$Q = C_1 \cdot U_1 = 47 \cdot 10^{-6} \cdot 18 = 8,46 \cdot 10^{-4} \text{ C}$$

Laddningen fördelas på de två parallellkopplade kondensatorerna varvid de får samma spänning:

$$Q = Q_1 + Q_2 = C_1 \cdot U_{12} + C_2 \cdot U_{12} = U_{12} \cdot (C_1 + C_2)$$

$$U_{12} = \frac{Q}{C_1 + C_2} = \frac{8,46 \cdot 10^{-4}}{(47 + 32) \cdot 10^{-6}} = 10,7 \dots V$$

Svar: $U_{12} = 11 \text{ V}$

10. En kraftjämvikt på staven råder mellan F_M , mg och F_S .

Tolkning av kraftfigur på staven sett ur ett tvärsnitt:

$$\uparrow: F_{Sy} - mg = 0$$

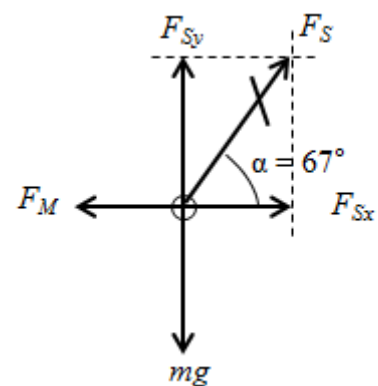
$$\rightarrow: F_{Sx} - F_M = 0$$

$$\alpha = 90^\circ - 23^\circ = 67^\circ$$

$$\frac{F_{Sy}}{F_{Sx}} = \tan 67^\circ$$

$$\frac{mg}{F_M} = \tan 67^\circ \Rightarrow \frac{mg}{B \cdot I \cdot l} = \tan 67^\circ$$

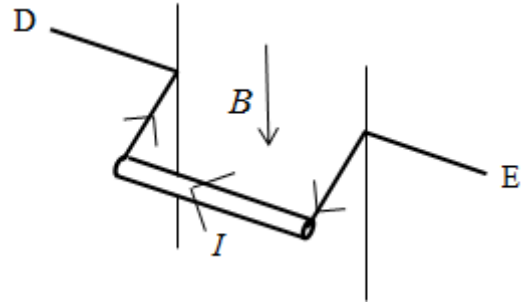
$$I = \frac{mg}{B \cdot l \cdot \tan 67^\circ}$$



$$I = \frac{28 \cdot 10^{-3} \cdot 9,82}{0,94 \cdot 7,5 \cdot 10^{-2} \cdot \tan 67^\circ} = 1,655 \dots A \approx 1,7 A$$

Strömriktning utifrån ett tvärsnitt av staven sett från E mot D: Högerhandsregeln ger

$$\left. \begin{array}{l} \vec{F}_M \leftarrow \\ \vec{B} \downarrow \end{array} \right\} I_x$$



Svar: Strömmen går in i pappret, riktning E mot D, med styrkan 1,7 A.

11. När det magnetiska flödet genom spolen minskar kommer enligt Lenz lag en inducerad spänning skapas över spolen. Den inducerade spänningen beräknas med induktionslagen.

$$\left. \begin{array}{l} e = N \cdot \frac{d\Phi}{dt} \\ \Phi = A \cdot B \end{array} \right\} e = N \cdot A \cdot \frac{dB}{dt} = 32 \cdot 150 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{(7,5 - 1,2) \cdot 10^{-3}}{0,75} \text{ V} = 0,004032 \text{ V}$$

Ohms lag används för att teckna strömmen. Därefter beräknas laddningen.

$$\left. \begin{array}{l} i = \frac{e}{R} \\ Q = i \cdot t \end{array} \right\} Q = \frac{e}{R} \cdot t = \frac{0,4032}{15} \cdot 0,75 \text{ C} = 2,016 \cdot 10^{-4} \text{ C}$$

Svar: Laddningen $Q = 0,020 \text{ mC}$.

12. Det som begränsar den maximala vinkeln är stighöjden 0,015 m förutsatt att den stighöjden kan nå inne i utrymmet samt att elektronen med den kastparabeln kan passera ut mellan plattorna.

Ett uttryck för accelerationen:

$$\left. \begin{array}{l} F = m \cdot a \\ E = \frac{U}{d} \\ E = \frac{F}{Q} \end{array} \right\} a = \frac{F}{m} = \frac{E \cdot Q}{m} = \frac{U}{d} \cdot \frac{Q}{m} \text{ med riktning mot + platta}$$

Tiden till y_{\max} där, $v_y = 0 \text{ m/s}$

$$v_y = v_{0y} - a \cdot t \Rightarrow t = \frac{v_{0y}}{a} = \frac{v_0 \sin \alpha}{a}$$

Uttryck för sträckan till y_{\max} : $s_y = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{at^2}{2}$

$$s_y = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{v_0 \sin \alpha}{a} - \frac{a \left(\frac{v_0 \sin \alpha}{a} \right)^2}{2} \Rightarrow s_y = \frac{v_0^2 \cdot (\sin \alpha)^2}{a} - \frac{v_0^2 \cdot (\sin \alpha)^2}{2a} \Rightarrow$$

$$s_y = \frac{v_0^2 \cdot (\sin \alpha)^2}{2a}$$

$$\Rightarrow \frac{2a \cdot s_y}{v_0^2} = (\sin\alpha)^2 \Rightarrow \frac{2U \cdot Q \cdot s_y}{d \cdot m \cdot v_0^2} = (\sin\alpha)^2$$

$$\sin\alpha = \sqrt{\frac{2U \cdot Q \cdot s_y}{d \cdot m \cdot v_0^2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2,00 \cdot 1,60218 \cdot 10^{-19} \cdot 0,015}{0,015 \cdot 9,1094 \cdot 10^{-31} \cdot (1,0 \cdot 10^6)^2}} = 0,8387 \Rightarrow \alpha = 57^\circ$$

Kontroll: Vad blir s_x för denna kastparabel? Kommer elektronen att slå i undre plattan?

$$s_y = v_0 \sin\alpha \cdot t - \frac{at^2}{2} \quad \text{Kasttiden för hel parabel ges av att } s_y = 0 \text{ m.}$$

$$s_y = v_0 \sin\alpha \cdot t - \frac{at^2}{2} \Rightarrow \frac{at^2}{2} = v_0 \sin\alpha \cdot t \Rightarrow t = \frac{2 \cdot v_0 \sin\alpha}{a}$$

Kastlängden ges av $s_x = v_x \cdot t$.

$$s_x = v_x \cdot t \Rightarrow s_x = v_0 \cos\alpha \cdot \frac{2 \cdot v_0 \sin\alpha}{a}$$

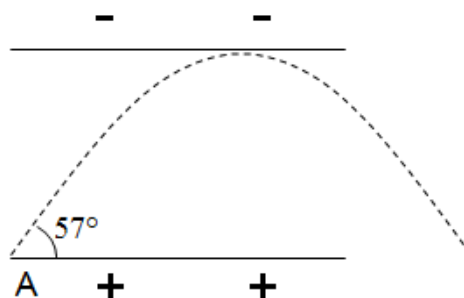
$$s_x = v_0 \cos 57^\circ \cdot \frac{2 \cdot v_0 \sin 57^\circ}{a} = v_0 \cos 57^\circ \cdot \frac{2 \cdot v_0 \sin 57^\circ}{\frac{U \cdot Q}{d \cdot m}}$$

$$s_x = v_0 \cos 57^\circ \cdot \frac{2 \cdot v_0 \sin 57^\circ \cdot d \cdot m}{U \cdot Q}$$

$$s_x = 1,0 \cdot 10^6 \cos 57^\circ \cdot \frac{2 \cdot 1,0 \cdot 10^6 \sin 57^\circ \cdot 0,015 \cdot 9,1094 \cdot 10^{-31}}{2,00 \cdot 1,60218 \cdot 10^{-19}} = 0,0389 \text{ m}$$

Slutsats: Elektronen kommer inte att slå i bottenplattan.

Svar: Den maximala vinkeln är 57° för att elektronen ska kunna passera mellan plattorna.



Rättningsmall

Räknefel	-1 p
Enhetsfel	-1 p
Avrundade delresultat	Per tenta första gången -1 p
Felaktigt avrundat slutresultat, ± 1 ok	Per tenta andra gången -1 p
Ofullständiga lösningar/lösningar svåra att följa	minst -1 p
Omvandlingsfel t.ex. km/h till m/s; ton till kg	-1 p
Prefixfel i svaret	Inget avdrag om rätt svar finns tidigare

1.		
	b) Intervallet 270 V till 290 V är OK.	
2.	Icke definierad ström, korrekt beräknad.	-1p
	Fysikaliskt fel i bestämningen av ström.	-2p
3.		
4.	Använder kastbreddsformeln utan motiverad anpassning.	-2p
5.	Fel tecken på E_p och E_k	-1p
6.	Värden för e (1,5 s) inom 0,72-1,0 mV är OK. Avläsning som ger större fel.	-1p
7.	Saknad eller felaktig kraftfigur.	-1p
	Ej cirkulär rörelse	-2p
	Ställer upp $F_R = F_s + F_g$	-2p
8.	Ej cirkulär rörelse	-2p
9.	Räknar på seriekoppling	-2p
	Kopplingsschema krävs inte.	
10.	Fel vinkel.	-1p
	Ej motiverad/angedd strömriktning	-1p
	Saknad/felaktig kraftfigur.	-1p
11.	Missar N.	-1p
12.	Beräknar vinkeln α med gränsfallet då elektronen precis nuddar övre plattan men kontrollerar inte bredden.	-1p
	Beräknar vinkeln α på gränsfallet då elektron precis slår i undre plattan men kontrollerar inte höjden. (Besvarar alltså inte frågan om största vinkeln.)	-2p