a)
- Für das Magnetfeld der langestreckten Spule gilt:

$$B = \mu_0 \cdot \frac{N}{l} \cdot I$$

Wobei N die Winungszahl der langestreckten Spule ist. Anhand der obigen Formel sieht man, dass die Flussdichte maximal wird, wenn der Strom maximal wird, somit gilt also für die maximale Flussdichte:

$$B_{\text{max}} = 1,26 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{5000}{0,60} \cdot 0,8\,\mathrm{T} \approx 0,0084\,\mathrm{T} = 8,4\,\mathrm{mT}\,.$$

- Eine Spannung wird genau dann induziert, wenn sich der magnetische Fluss ändert. Dieser ist definiert als das Produkt der Querschnittsfläche A mit dem dazu senkrecht stehenden Magnetfeld. Die Querschnittsfläche ist hier konstant, d.h. es wird eine Spannung induziert, weil sich das Magnetfeld ändert, da sich die Stromstärke ändert.
- Für die Induzierte Spannung gilt dann:

$$U_{\text{ind}} = -n \cdot \dot{\Phi} = -n \cdot a \cdot \dot{B} = -n \cdot A \cdot \mu_0 \cdot \frac{N}{l} \cdot \dot{I}\,.$$

Hierbei ist n die Anzahl der Windungen der Induktionsspule und $\dot{I}$ die Steigung im $I(t)$-Diagramm. Der Koeffizient $n \cdot A \cdot \mu_0 \cdot \frac{N}{l}$ ist für alle drei Zeitabschnitte gleich groß und kann zuvor bestimmt werden:

$$n \cdot A \cdot \mu_0 \cdot \frac{N}{l} = 200 \cdot 0,03^2 \cdot 1,26 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{5000}{0,60} \frac{\mathrm{Vs}}{\mathrm{A}} = 0,00189 \frac{\mathrm{Vs}}{\mathrm{A}}\,.$$

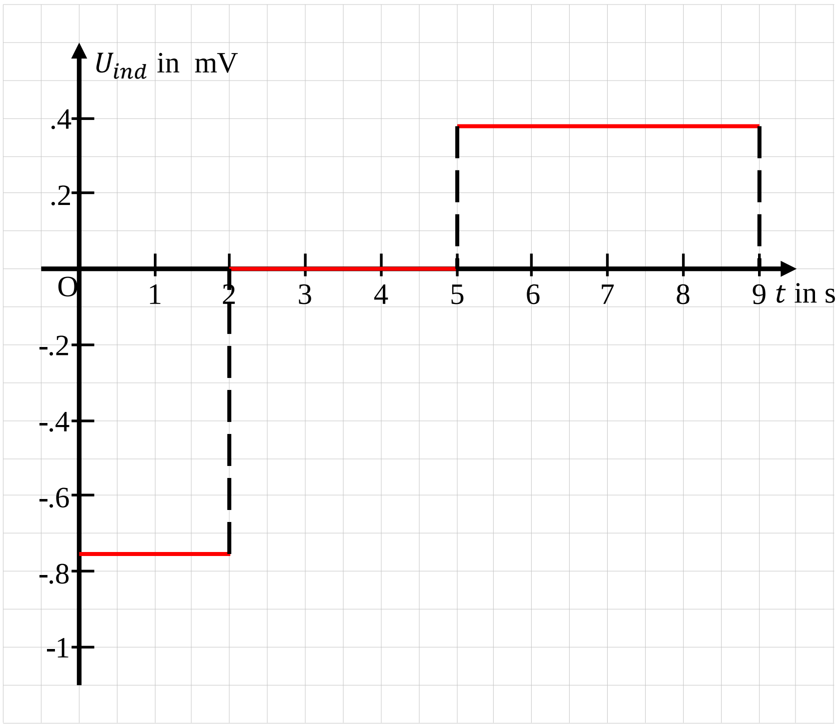
D.h. für die Induzierte Spannung gilt:

$$U_{\text{ind}} = -0,00186 \cdot \dot{I}\,\mathrm{V} = \begin{cases} -0,00189 \cdot \frac{0,8}{0,2}\,\mathrm{V} & 0\,\mathrm{s} \leq t \leq 2\,\mathrm{s} \\ -0,00189 \cdot 0\,\mathrm{V} & 2\,\mathrm{s} < t \leq 5\,\mathrm{s} \\ -0,00189 \cdot \frac{-0,8}{0,4}\,\mathrm{V} & 5\,\mathrm{s} < t \leq 9\,\mathrm{s} \end{cases}.$$

Also:

$$U_{\text{ind}} = \begin{cases} -7,56 \cdot 10^{-4}\,\mathrm{V} & 0\,\mathrm{s} \leq t \leq 2\,\mathrm{s} \\ 0\,\mathrm{V} & 2\,\mathrm{s} < t \leq 5\,\mathrm{s} \\ 3,78 \cdot 10^{-4}\,\mathrm{V} & 5\,\mathrm{s} < t \leq 9\,\mathrm{s} \end{cases}.$$

Hieraus ergibt sich das Folgende $U_{\text{ind}}(t)$-Schaubild



Bemerkung: Ein an der t-Achse gespiegeltest Schaubild ist ebenfalls korrekt.

b)
- Für die Kapazität eines Kondensators, bei gegebener Spannung und Ladung gilt

$$C = \frac{Q}{U}\,.$$

Plattenabstand in cm	3,00	3,50	4,00	5,00	6,00	7,00
Ladung in nC	2,97	2,55	2,23	1,78	1,48	1,27
Kapazität in pF	9,28	7,97	6,97	5,56	4,63	3,97
$C \cdot d$ in pF·cm	27,8	27,9	27,9	27,8	27,8	27,8

- Mit steigendem Plattenabstand nimm die Kapazität ab, dies legt nahe, dass die Kapazität umgekehrt proportional zum Plattenabstand ist: $C \sim \frac{1}{d}$. Zwei größen sind genau dann umgekehrt proportional zueinander, wenn $C \cdot d$ konstant ist.
Die letzte Zeile der Tabelle zeigt, dass das Produkt konstant ist, somit ist $C \sim \frac{1}{d}$. Dies ist auch direkt klar, da für die Kapazität bei gegebener Plattenfläche und gegebenem Plattenabstand gilt: $C = \varepsilon_0 \cdot \frac{A}{d}$.
- Aus der Formel $C = \varepsilon_0 \cdot \frac{A}{d}$ lässt sich die elektrische Feldkonstante ε_0 bestimmen. Es gilt somit für $\varepsilon_=0$:

$$\varepsilon_0 = \frac{C \cdot d}{A}\,.$$

Als Mittelwert für das Produkt $C \cdot d$ ergibt sich aus der Tabelle:

$$\overline{C \cdot d} \approx 27{,}83\,\text{pF} \cdot \text{cm} = 2{,}783 \cdot 10^{-15}\,\text{F} \cdot \text{m}$$

Daraus erhält man die elektrische Feldkonstante:

$$\varepsilon_0 = \frac{2{,}783 \cdot 10^{-15}\,\text{F} \cdot \text{m}}{\pi \cdot 0{,}100^2\,\text{m}^2} \approx 8{,}86 \cdot 10^{-12}\,\frac{\text{F}}{\text{m}}$$

- Bewegt man positive Ladung im elektrischen Feld entgegen der elektrischen Feldkraft, so muss zur Bewegung eine entsprechende Kraft aufgewandt werden. Es wird also Arbeit verrichtet, man nennt den Quotienten aus verrichteter Arbeit W und transportierter Ladung q die Spannung U. Die Spannung bezieht sich immer auf zwei Punkte, da Ladung von einem Punkt zum anderen transportiert wird. Unter dem Potential φ versteht man die Spannung zu einem zuvor festgelegten Bezugspunkt.

- Da die linke Platte geerdet ist, setzen dort das Potential $\varphi = 0\,\mathrm{V}$ dadurch hat die andere Platte das Potential $\varphi = 320\,\mathrm{V}$, da am Kondensator eine Spannung $U = 320\,\mathrm{V}$ anliegt.
  Im innern des Plattenkondensators ist das elektrische Feld homogen und es gilt $E = \frac{U}{d}$, also steigt die Spannung im Innern linear an:

  $$U(x) = E \cdot x\,.$$

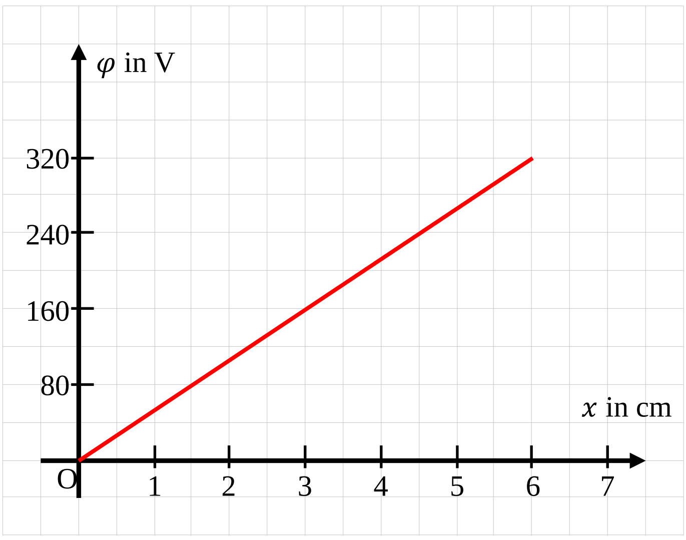
  Somit gilt allgemein für das Potential im Plattenkondensator:

  $$\varphi(x) = E \cdot x + \varphi(0)\,.$$

  Da wir $\varphi(0) = 0\,\mathrm{V}$ gesetzt haben, gilt für das Potential $\varphi(x) = E \cdot x$. Wobei für das elektrische Feld E gilt:

  $$E = \frac{U}{d} = \frac{320\,\mathrm{V}}{6\,\mathrm{cm}} \approx 53,33\,\frac{\mathrm{V}}{\mathrm{cm}}\,.$$

  Deshalb gilt für das Potential entlang der Mittelachse: $\varphi(x) = 53,33\,\frac{\mathrm{V}}{\mathrm{cm}} \cdot x$. Damit erhält man das folgende Schaubild:



- (1) Bei angeschlossener Spannungsquelle besitzt die rechte Kondensatorplatte immer noch das Potential $\varphi = 320\,\mathrm{V}$. D.h. das Schaubild ist eine Geraden mit der halben Steigung wie das Schaubild zuvor.

  (2) Bei abgetrennter Spannungsquelle kann sich die Ladung auf dem Kondensatorplatten nicht verändern, dies bedeutet, dass $Q = C \cdot U$ ist konstant. Da sich aufgrund der Formel $C = \varepsilon_0 \cdot \frac{A}{d}$ die Kapazität auf die Hälfte verringert, muss sich die Spannung verdoppeln, da das Produkt konstant sein muss. Damit bleibt aber die elektrische Feldstärke im Kondensator konstant, weshalb die Gerandensteigung unverändert bleibt.

c) - Trifft licht auf die Photokathode, so können Elektronen aus dieser herausgelöst werden, wenn die Energie der Photonen $W_{\mathrm{ph}} = h \cdot f$ größer ist als die Ablöseenergie der

Elektronen. Dadurch lädt sich der Kondensator auf. Weil für die Frequenz in Abhängigkeit der Wellenlänge gilt: $f = \frac{c}{\lambda}$, bedeutet dies, dass die Photonen von gelben Licht weniger Energie besitzen, als die Photonen von violetten Licht. Offenbar reicht die Energie der Photonen von violetten Licht aus um Elektronen aus der Kathode herauszulösen, während die Energie der Photonen des gelben Lichts nicht ausreicht.

- Die Energie der einfallenden Photonen beträgt:

$$W_{\mathrm{ph}} = h \cdot f = h \cdot \frac{c}{\lambda}\,.$$

Für die Energie der schnellsten Elektronen, die gerade noch gegen das elektrische Feld anlaufen können, gilt dann:

$$W_{\mathrm{el}} = \frac{h \cdot c}{\lambda} - W_{\mathrm{A}} = e \cdot U\,.$$

Daraus folgt für die Ablösearbeit:

$$\begin{aligned} W_{\mathrm{A}} &= \frac{h \cdot c}{\lambda} - e \cdot U \\ &= \frac{4,14 \cdot 10^{-15}\,\mathrm{eVs} \cdot 3,00 \cdot 10^{8}\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{405 \cdot 10^{-9}\,\mathrm{m}} - 0,81\,\mathrm{eV} \approx 2,26\,\mathrm{eV} = 3,62 \cdot 10^{-19}\,\mathrm{J}\,. \end{aligned}$$

- Für die Energie der schnellsten Elektronen, die gerade noch gegen das elektrische Feld anlaufen können, gilt dann:

$$\begin{aligned} W_{\mathrm{el}} &= \frac{h \cdot c}{\lambda} - W_{\mathrm{A}} \\ &= \frac{4,14 \cdot 10^{-15}\,\mathrm{eVs} \cdot 3,00 \cdot 10^{8}\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{436 \cdot 10^{-9}\,\mathrm{m}} - 2,26\,\mathrm{eV} \approx 0,59\,\mathrm{eV}\,. \end{aligned}$$

Somit lädt sich der Kondensator auf eine Spannung von $0,59\,\mathrm{V}$ auf.
Eine Erhöhung der Bestrahlungsstärke hat zur Folge, dass mehr Photonen auf den Kondensator treffen, dass also mehr Elektronen in der gleichen Zeit herausgelöst werden, so dass sich der Kondensator schneller auflädt. Da sich aber durch eine höhere Intensität die Energie der Photonen nicht ändert, bleibt die Spannung auf die sich der Kondensator auflädt gleich.