Hinweis

Die vorliegende Lösung wurde im Rahmen der jeweiligen Lehrveranstaltung an der Universität Bonn erstellt. Sofern im oberen Teil der ersten Seite oder auf der unten angegebenen Webseite nicht anders vermerkt, wurde diese Lösung von mir, Marvin Zanke, alleine angefertigt und eingereicht. Bei allem in einer anderen Farbe als dem üblichen Blau handelt es sich in der Regel um Korrekturen von mir oder des Tutors. Für mehr Informationen und meine gesamten Unterlagen, siehe:
https://www.physics-and-stuff.com/

Ich erhebe keinen Anspruch auf Richtigkeit und Vollständigkeit der vorliegenden Lösungen! Dies gilt ebenso für obengenannte Korrekturen.

Sarrarin

Physik EXP II Blatt 6

Lukas Kümpel, Jonas Wilkenloh, Marvin Zanke

18/25

PI 1.0[illegible]33

1) a) 9/9

$$v_y = \sin(\alpha_0)\cdot v_0 = \frac{1}{\sqrt{2}} v_0$$

$$v_x = \cos(\alpha_0)\cdot v_0 = \frac{1}{\sqrt{2}}\cdot v_0$$

$$x(t) = \frac{1}{\sqrt{2}} v_0 \cdot t \iff \frac{\sqrt{2}\,x}{v_0} = t$$

$$y(t) = \frac{1}{\sqrt{2}} v_0 \cdot t - \frac{1}{2}at^2 \quad \Big| \; a = \frac{F_c}{m} = \frac{q\cdot E}{m} = \frac{q\cdot U}{dm}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{2}} v_0 \cdot t - \frac{q\cdot U}{2dm} t^2$$

$$y(x) \overset{t_{x}}{=} \frac{v_0}{\sqrt{2}}\cdot\frac{\sqrt{2}x}{v_0} - \frac{q\cdot U}{2dm}\cdot\frac{2x^2}{v_0^2}$$

Das ist eine Parabel!

$$= x - \frac{x^2}{v_0^2}\cdot\frac{qU}{dm}$$

eine Art Parabel; im $\lim_{x\to\infty}$ dominiert der quadratische Term

b)

$$y'(x) = 1 - 2\frac{x}{v_0^2}\cdot\frac{qU}{dm}$$

$$y(x_0) = \frac{d}{3} \qquad y'(x_0) = 0$$

$$0 = 1 - 2\frac{x}{v_0^2}\cdot\frac{qU}{dm} \iff 1 = \frac{2x}{v_0^2}\cdot\frac{qU}{dm}$$

$$\iff x = \frac{v_0^2}{\frac{2eU}{dm}} = \frac{dmv_0^2}{2eU}$$

$$\frac{d}{3} = x - \frac{x^2}{v_0^2}\cdot\frac{qU}{dm}$$

$$\frac{d}{3} = \frac{dmv_0^2}{2eU} - \frac{v_0^4 d^2 m^2}{4e^2U^2v_0^2}\cdot\frac{eU}{dm}$$

$$\iff \frac{d}{3} = \frac{v_0^2 dm}{2eU} - \frac{v_0^2 dm}{4eU}$$

$$\iff \frac{d}{3} = \frac{v_0^2 dm}{4eU} \iff \frac{4}{3}d\cdot\frac{eU}{dm} = v_0^2 \iff \frac{4eU}{3m} = v_0^2$$

$$\iff \frac{e}{m} = \frac{3v_0^2}{4\cdot U} = 1{,}764\cdot 10^{11}\,\frac{C}{kg}$$

c)

$$y(x) = x - \frac{x^2}{v_0^2}\cdot\frac{e\cdot U}{dm}, \quad y'(x) = 1 - \frac{2x}{v_0^2}\cdot\frac{q\cdot U}{dm}$$

$$E_{kin} = E_{el} \iff \frac{1}{2}mv^2 = q\cdot U$$

$$\iff U_B = \frac{mv^2}{2e}$$

$$y(x_0) = d, \quad y'(x_0) = 0 \iff 1 = \frac{2x}{v_0^2}\cdot\frac{e\cdot U}{dm} \iff x = \frac{v_0^2\cdot dm}{2eU}$$

$$d = \frac{v_0^2 dm}{2eU} - \frac{v_0^4 d^2 m^2}{4e^2U^2v_0^2}\cdot\frac{e\cdot U}{dm}$$

$$\iff d = \frac{v_0^2 dm}{2eU} - \frac{v_0^2 dm}{4eU} = \frac{v_0^2 dm}{2eU} - \frac{v_0^2 dm}{4eU} = \frac{v_0^2 dm}{4eU}$$

Vergleiche doch mal $|\vec{F}_G|$ mit $|\vec{F}_{el}|$

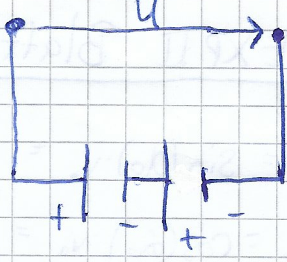
$$\iff v_0^2 = \frac{4eU}{m} \iff v_0 = \sqrt{\frac{4eU}{m}}$$

$$\implies U_B = \frac{m}{2e}\cdot\frac{4eU}{m} = 2U = 600V$$

Warum muss man F_G nicht beachten (dann kann man die Aufgabe ... nicht lösen??)

3) $C_1 = 1{,}2\,\mu F$, $C_2 = 5{,}5\,\mu F$

$U_1 = 150\,V$, $U_2 = 230\,V$



6/6

a) $U_{ges} = U_1 + U_2$

$= 380\,V$

b) $C_1 \cdot U_1 = Q_1 = 1{,}8 \cdot 10^{-4}\,C$

$C_2 \cdot U_2 = Q_2 = 1{,}265 \cdot 10^{-3}\,C$

c) $U_1' + U_2' = 0$, $Q_1 - Q_2 = Q_1' - Q_2'$

$Q_1 - Q_2 = 1{,}085 \cdot 10^{-3}\,C$

$$U_1 = \frac{1{,}085 \cdot 10^{-3}\,C}{6{,}7\,\mu F} = 161{,}94\,V$$

$U_2 = -U_1 = 161{,}94\,V$

d) $Q_1 = C_1 U_1 = 1{,}94328 \cdot 10^{-4}\,C = 194{,}33\,\mu C$

$Q_2 = C_2 U_2 = 8{,}9067 \cdot 10^{-4}\,C = 890{,}7\,\mu C$

3/10

2) a) Da die äußere Kugel geerdet ist, so ist die innere Kugel als Punktladung anzusehen.

Nach dem Satz von Gauß

$$\phi = \oint \vec{E}(r)\, d\vec{A} = E(r) \oint dA = E(r) \cdot \underbrace{4\pi r^2}_{\text{Kugel-oberfläche}} = \frac{Q}{\varepsilon_0}$$

$$\Longleftrightarrow E(r) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2} \quad \text{für } R_1 < r < R_2$$

Innerhalb der geladenen Hohlkugel ist wegen $r < R_1$ $E(r) = 0$.

Und für $r > R_2$ ist wegen der Erdung der äußeren Kugel kein E-Feld vorhanden $\Rightarrow E(r) = 0$ für $r > R_2$.

Potential:

$$\varphi(r) = \int_r^{R_2} E(\vec{r})\, d\vec{r} = \int_r^{R_2} \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{Q}{r^2}\, d\vec{r} = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R_2}\right)$$

Kapazität:

$$C = \frac{Q}{U}, \quad U = \varphi(R_1) - \varphi(R_2) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

$$\Rightarrow C = \frac{4\pi\varepsilon_0}{\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}} = 4\pi\varepsilon_0 \frac{R_1 R_2}{R_2 - R_1}$$

b) Analog gilt für $r > R_2$: $E(r) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{Q}{r^2}$

$$\varphi(r) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R_2}\right)$$

Im Inneren der äußeren Kugel ist $E(r) = 0$, da wir eine geladene Hohlkugel haben. f Durch die Erdung gibt es eine Ladung auf der inneren Kugel!

Im Inneren von der inneren Kugel baut sich wieder ein E-Feld auf nach $E(r) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{1}{r}$ für $r < R_1$. f Das ist die geladene Hohlkugel!

Nr. 2 außerhalb:

b) $Q_1 + Q = \oint E\,dA = 4\pi r^2 E$

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q+Q_1}{r^2}$$

$$U = -\int_{R_1}^{R_2} E\,dr = \frac{Q+Q_1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{R^2} \quad (1)$$

Q

$$\Leftrightarrow Q + Q_1 = 4\pi\varepsilon_0 U R^2$$

c) $\frac{Q_1}{Q} = \frac{Q_1}{4\pi\varepsilon_0 V(R_2-R_1)} \overset{*}{=} \dots = -\frac{R_1}{R_2}$

zw. Platten: $\frac{Q_1}{\varepsilon_0} = \underbrace{\oint E\,dA}_{\phi(R_2)-\phi(R_1)=} = 4\pi r^2 E \Rightarrow E = \frac{Q_1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{R^2}$

$$\Rightarrow Q_1 = U\,4\pi\varepsilon_0\frac{R_1R_2}{R_1-R_2} \quad (*)$$

$$C = \frac{Q}{U} \overset{(1)}{=} \frac{4\pi\varepsilon_0 Q R_2^2}{Q+Q_1} = \frac{4\pi\varepsilon_0}{1+\frac{Q_1}{Q}}R^2 \overset{(2)}{=} 4\pi\varepsilon_0\left(R_2 + \frac{R_1R_2}{R_2-R_1}\right)$$