Klausur Herbst 2013

Aufgabe 1 (Beschleunigung eines Klotzes, Prüfung ExPh H2013A1) Ag_EXPH_2013H_A1_Reibung.tex
Ein Klotz der Masse $m = 1{,}4 \cdot 10^3$ kg wird reibungsfrei und mit konstanter Beschleunigung $a = 1{,}5\,\mathrm{m/s^2}$ auf einer horizontalen Ebene von $v_0 = 0$ bis zur Endgeschwindigkeit $v_\mathrm{e} = 30\,\mathrm{km/h}$ beschleunigt.

a) Wie lange dauert der Beschleunigungsvorgang? Welcher Weg s wird dabei zurückgelegt? 5,56 s; 23,15 m

Lösung:

geg: $m = 1{,}4 \cdot 10^3\,\mathrm{kg}$ $\quad a = 1{,}5\,\mathrm{m/s^2}$
$v_0 = 0$ $\quad v_\mathrm{e} = 30\,\mathrm{km/h} = 8{,}33\,\mathrm{m/s}$

ges: t_1, s_1

$$v\,(t_1) = v_0 + a\,t_1 = a\,t_1 = v_\mathrm{e} \quad \Rightarrow \quad t_1 = \frac{v_\mathrm{e}}{a} = \frac{8{,}33\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{1{,}5\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}} = \underline{\underline{5{,}56\,\mathrm{s}}}$$

$$s\,(t_1)\, s_0 + v_0\,t_1 + \frac{1}{2}\,a\,t_1^2 = \frac{1}{2}\,a \cdot \frac{v_\mathrm{e}^2}{a^2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{v_\mathrm{e}^2}{a} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\left(8{,}33\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right)^2}{1{,}5\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}} = \underline{\underline{23{,}15\,\mathrm{m}}}$$

b) Welche Arbeit wird dabei an dem Klotz verrichtet? 48,6 kJ

Lösung:

ges: W_1

$$W_1 = \int F\,\mathrm{d}s = \int ma\,\mathrm{d}s = ma\,s = m\,a\,\frac{1}{2} \cdot \frac{v_\mathrm{e}^2}{a} = \frac{1}{2} m\,v_\mathrm{e}^2 = \ldots = \underline{\underline{48{,}6\ \mathrm{kJ}}}$$

c) Wie ändern sich die Ergebnisse von a.) und b.), wenn sich der Klotz bei unveränderten Werten von a und v_e nicht mehr reibungsfrei, sondern mit Reibung bewegt (Gleitreibungskoeffizient $\mu_\mathrm{gl} = 0{,}3$)? 5,56 s; 23,15 m; 144 kJ

Lösung:

geg: $\mu_\mathrm{gl} = 0{,}3$
ges: t_2, s_2, W_2

Da die Werte für a und v_e gleich bleiben, ändern sich auch t und s nicht:

$$t_2 = t_1 \text{ und } s_2 = s_1$$

Die den Körper beschleunigende Kraft $F_\mathrm{res} = m\,a$ ist jetzt die resultierende Kraft aus der Antriebskraft und der Reibungskraft:

$$\vec{F}_\mathrm{res} = \vec{F}_\mathrm{A} + \vec{F}_\mathrm{reib} \quad \text{bzw.} \quad F_\mathrm{res} = F_\mathrm{A} - F_\mathrm{reib}$$

$$\Rightarrow \quad F_\mathrm{A} = F_\mathrm{res} + F_\mathrm{reib} = m\,a + mg\mu_\mathrm{gl} = m\,(a + g\mu_\mathrm{gl})$$

Damit wird

$$W_2 = \int F_\mathrm{A}\,\mathrm{d}s = m\,(a + g\mu_\mathrm{gl})\,\frac{1}{2} \cdot \frac{v_\mathrm{e}^2}{a} = \ldots = \underline{\underline{144\,\mathrm{kJ}}}$$

d) Wie ändern sich die Ergebnisse von a.) und b.), wenn sich der Klotz bei unveränderten Werten von a und v_0 reibungsfrei auf einer schiefen Ebene mit der Steigung $\varphi = 30°$ bergauf bewegt?

5,56 s; 23,15 m; 207 kJ

Lösung:

geg: $\varphi = 30°$
ges: t_3, s_3, W_3

Da die Werte für a und v_e gleich bleiben, ändern sich auch t und s nicht:

$$t_3 = t_1 \text{ und } s_3 = s_1$$

Die den Körper beschleunigende Kraft $F_{res} = m\,a$ ist jetzt die resultierende Kraft aus der Antriebskraft und der Hangabtriebskraft:

$$\vec{F}_{res} = \vec{F}_A + \vec{F}_{HA} \quad \text{bzw.} \quad F_{res} = F_A - F_{HA}$$

$$\Rightarrow \quad F_A = F_{res} + F_{HA} = m\,a + mg\sin\varphi = m\,(a + g\sin\varphi)$$

Damit wird

$$W_2 = \int F_A\,\mathrm{d}s = m\,(a + g\sin\varphi)\,\frac{1}{2}\cdot\frac{v_e^2}{a} = \ldots = \underline{\underline{207\,\mathrm{kJ}}}$$

e) Wie ändern sich die Ergebnisse von a.) und b.), wenn sich der Klotz bei unveränderten Werten von a und v_0 stattdessen eine schiefe Ebene mit der Steigung $\varphi = 30°$ hinaufbewegt und zusätzlich Reibung vorhanden ist (Gleitreibungskoeffizient $\mu_{Gleit} = 0{,}3$)?

5,56 s; 23,15 m; 290 kJ

Lösung:

geg: $\varphi = 30°, \mu_{gl} = 0{,}3$
ges: t_4, s_4, W_4

Da die Werte für a und v_e gleich bleiben, ändern sich auch t und s nicht:

$$t_4 = t_1 \text{ und } s_4 = s_1$$

Die den Körper beschleunigende Kraft $F_{res} = m\,a$ ist jetzt die resultierende Kraft aus der Antriebskraft, der Hangabtriebskraft und der Reibungskraft:

$$\vec{F}_{res} = \vec{F}_A + \vec{F}_{HA} + \vec{F}_{gl} \quad \text{bzw.} \quad F_{res} = F_A - F_{HA} - F_{gl}$$

$$\Rightarrow \quad F_A = F_{res} + F_{HA} + F_{gl} = m\,a + mg\sin\varphi + mg\cos\varphi\cdot\mu_{gl} = m\,(a + g\sin\varphi + g\cos\varphi\cdot\mu_{gl})$$

Damit wird

$$W_2 = \int F_A\,\mathrm{d}s = m\,(a + g\sin\varphi + g\cos\varphi\cdot\mu_{gl})\,\frac{1}{2}\cdot\frac{v_e^2}{a} = \ldots = \underline{\underline{290\,\mathrm{kJ}}}$$

Quelle: Prüfungsaufgaben zur Experimentalphysik A/B

Aufgabe 2 (Schwingungen und Wellen) Ag_EXPH_2013H_A3_Theorie.tex

a) Was versteht man unter einer Schwingung? Geben Sie ein Beispiel für eine harmonische Schwingung an.

zeitlich periodischer Vorgang; Masse an Hookescher Feder

Lösung:

Eine Schwingung ist ein zeitlich periodischer Vorgang, d.h. ein physikalischer Vorgang wiederholt sich periodisch immer wieder nach einem bestimmten Zeitintervall. (Dabei wird ein System auf Grund einer Störung aus seinem Gleichgewichtszustand gebracht und durch eine rücktreibende Kraft wieder in Richtung des Ausgangszustandes gezogen.)
Eine Schwingung ist harmonisch, wenn die Rückstellkraft bzw. das rückstellende Drehmoment direkt proportional zum Negativen der Auslenkung bzw. zum Auslenkwinkel ist. Eine harmonische Schwingung wird durch eine Kosinus- oder Sinusfunktion beschrieben.
Beispiel: Masse an Hookescher Feder

b) Geben Sie eine Formel an, mit der man die Schwingungsamplitude einer harmonischen Schwingung als Funktion der Zeit beschreiben kann. $f(t) = A\cos(\omega\, t + \varphi_0)$

Lösung:

$$f(t) = A\cos(\omega\, t + \varphi_0)$$

mit A: Amplitude
$\omega = 2\pi f$: Kreisfrequenz (f: Frequenz)
φ_0: Anfangsphase

c) Was versteht man allgemein unter einer Welle? In Raum und Zeit periodische Ausbreitungen eines Schwingungszustandes

Lösung:

Eine Welle ist ein Vorgang, bei dem sich eine Erregung im Raum ausbreitet.
Wellen sind in Raum und Zeit periodische Ausbreitungen eines Schwingungszustandes, bei der Energietransport ohne gleichzeitigen Massentransport stattfindet.
Bei harmonischen Wellen lässt sich der Verlauf durch eine Kosinus- bzw. Sinusfuntion beschreiben.

d) Was versteht man unter einer transversalen Welle? Nennen Sie hierfür ein Beispiel. $\vec{k} \perp \vec{x}$; Elektromagnetische Welle

Lösung:

Die Richtung der Oszillation der oszillierenden Größe steht bei transversalen Wellen senkrecht zur Ausbreitungsrichtung der Welle.
Beispiel: Elektromagnetische Welle

e) Was versteht man unter einer longitudinalen Welle? Nennen Sie hierfür ebenfalls ein Beispiel. $\vec{k} \parallel \vec{x}$; Schallwellen

Lösung:

Bei longitudinalen Wellen erfolgt diese Oszillation in Ausbreitungsrichtung.
Beispiel: Schallwellen

f) Geben Sie eine Formel an, mit der man eine ebene Welle beschreiben kann, und benennen Sie alle darin auftretenden Größen. $f(\vec{r}, t) = A\cos\left(\omega\, t - \vec{k}\vec{r} + \varphi_0\right)$

Lösung:

$$f(\vec{r}, t) = A\cos\left(\omega\, t - \vec{k}\vec{r} + \varphi_0\right)$$

mit A: Amplitude
ω: Kreisfrequenz
$\vec{k}$: Wellenzahlvektor
φ_0: Phasenverschiebung

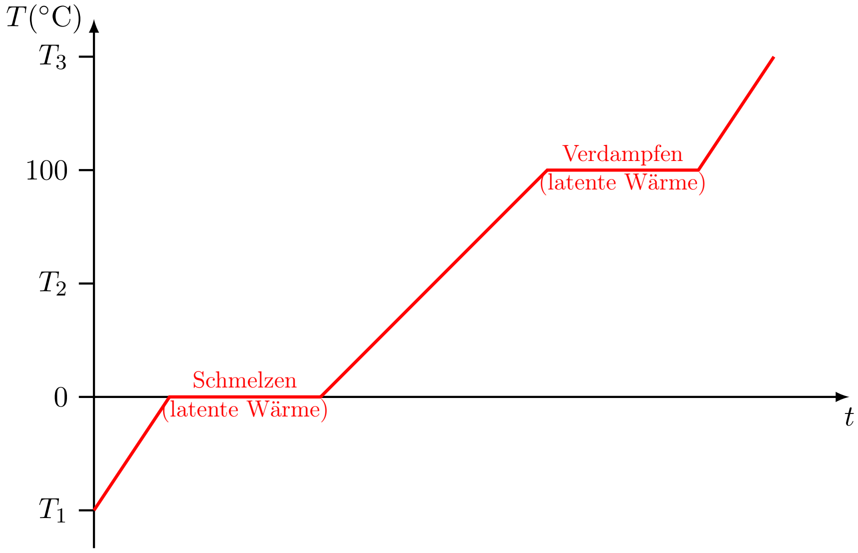
Quelle: Prüfungsaufgaben zur Experimentalphysik A/B

Aufgabe 3 (Eisblock) Ag_EXPH_2013H_A4_Schmelzen.tex

Ein Eisblock der Masse m und der Temperatur T_1 wird aus dem Gefrierfach entnommen und in einem Mikrowellenherd der Leistung P vom Zeitpunkt t_0 an erwärmt.

a) Skizzieren Sie den Temperaturverlauf in einem $T(t)$ –Diagramm zwischen T_1 und T_3..

Lösung:



Steigung:

$$\mathrm{d}Q = P \cdot \mathrm{d}t = c \cdot m \, \mathrm{d}T$$
$$\Rightarrow \quad \frac{\mathrm{d}T}{\mathrm{d}t} = \frac{P}{c \cdot m} \sim \frac{1}{c}$$

b) Was versteht man unter latenten Wärmen? Wo treten sie im Diagramm von a.) auf?

Lösung:

Latente Wärme bezeichnet die bei einem Phasenübergang 1. Ordnung aufgenommene oder abgegebene Wärmeenergie. die Temperatur ändert sich dabei nicht. Im $T(t)$ –Diagramm sind dies die waagrechten Bereiche der Kurve (Schmelzen und Verdampfen).

c) Nach welcher Zeit ist das ganze Eis geschmolzen? 15,3 min

Lösung:

$$\Delta Q = P\,\Delta t$$
$$\Delta t = \frac{\Delta Q}{P} = \frac{\Delta Q_{\text{Erwären}}}{P} + \frac{\Delta Q_{\text{Schmelzen}}}{P} = \frac{1}{P}\left(c_{\mathrm{E}} \cdot m \cdot \Delta T + m \cdot c_{\mathrm{S}}\right)$$
$$= \frac{1}{50\,\mathrm{W}}\left(2{,}1\,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{g\,K}} \cdot 120\,\mathrm{g} \cdot 25\,\mathrm{K} + 120\,\mathrm{g} \cdot 330\,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{g}}\right) = \underline{\underline{918\,\mathrm{s} = 15{,}3\,\mathrm{min}}}$$

d) Welche Energie wird für die Erwärmung von T_1 auf T_2 benötigt? Die Wärmekapazität des Gefäßes werde vernachlässigt. 71,1 kJ

Lösung:

$$\Delta Q = c_\mathrm{E} \cdot m \cdot \Delta T_\mathrm{E} + m \cdot c_\mathrm{S} + c_\mathrm{W} \cdot m \cdot \Delta T_\mathrm{W}$$
$$= 2{,}1\,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{g\,K}} \cdot 120\,\mathrm{g} \cdot 25\,\mathrm{K} + 120\,\mathrm{g} \cdot 330\,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{g}} + 4{,}2\,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{g\,K}} \cdot 120\,\mathrm{g} \cdot 50\,\mathrm{K} = \underline{\underline{71{,}1\,\mathrm{kJ}}}$$

Zahlenwerte: $m = 120\,\mathrm{g}$; $T_1 = -25°\mathrm{C}$; $T_2 = 50°\mathrm{C}$; $T_3 = 150°\mathrm{C}$; $P = 50\,\mathrm{W}$;
spezifische Wärme von Eis: $c_\mathrm{E} = 2{,}1\,\mathrm{J/g\,K}$;
spezifische Wärme von Wasser: $c_\mathrm{W} = 4{,}2\,\mathrm{J/g\,K}$;
Schmelzwärme von Eis: $c_\mathrm{S} = 330\,\mathrm{J/g}$.

Quelle: Prüfungsaufgaben zur Experimentalphysik A/B

Aufgabe 4 () Ag-EXPH-2013H-A5.tex

Ein einatomiges ideales Gas (Helium, Molmasse $M_\text{molar, He} = 4\,\mathrm{g/mol}$) der Stoffmenge 1,0 mol wird bei konstantem Volumen $V_1 = 0{,}01\,\mathrm{m}^3$ von 17°C auf 27°C erwärmt.
Angabe: $R = 8{,}3\,\mathrm{J/(mol \cdot K)}$

a) Wie groß ist die spezifische Wärme c_V des Gases (bei konstantem Volumen)? (12,45 J/ (mol · K))

Lösung:

einatomiges Gas ⇒ Freiheitsgrade $f = 3$

$$c_\mathrm{V} = \frac{f}{2} R = 32 \cdot 8{,}3\,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{mol \cdot K}} = \underline{\underline{12{,}45\,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{mol \cdot K}}}}$$

b) Berechnen Sie die für die Erwärmung zuzuführende Wärmeenergie ΔQ_1. (124,5 J)

Lösung:

$$\Delta Q_1 = n \cdot c_\mathrm{V} \Delta T = 1\,\mathrm{mol} \cdot 12{,}45\,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{mol \cdot K}} \cdot 10\,\mathrm{K} = \underline{\underline{124{,}5\,\mathrm{J}}}$$

c) Berechnen Sie den Druck p des Gases nach der Erwärmung. (2,49 bar)

Lösung:

$$p\,V = nRT_2$$
$$\Rightarrow \quad p = \frac{n\,R\,T_2}{V} = \frac{1\,\mathrm{mol} \cdot 8{,}3\,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{mol \cdot K}} \cdot (27 + 273)\ \mathrm{K}}{0{,}01\,\mathrm{m}^3} = 249000\,\mathrm{Pa} = \underline{\underline{2{,}49\,\mathrm{bar}}}$$

d) Wie groß ist nach der Erwärmung die mittlere kinetische Energie der Gasatome, wie groß ihre mittlere Geschwindigkeit v_rms? ($6{,}2 \cdot 10^{-21}\,\mathrm{J}$, $1367\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$)

Lösung:

$$E_\mathrm{kin} = \frac{1}{2}\frac{M_\mathrm{mol}}{N_\mathrm{A}} v_\mathrm{rms}^2 = \frac{f}{2} RT_2 \cdot \frac{1}{N_\mathrm{A}} = \frac{3}{2} \cdot 8{,}3\,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{mol\,K}} \cdot (27 + 273)\ \mathrm{K} \cdot \frac{1}{6{,}02 \cdot 10^{23}\,/\mathrm{mol}} = \underline{\underline{6{,}2 \cdot 10^{-21}\,\mathrm{J}}}$$

$$\Rightarrow \quad v_\mathrm{rms} = \sqrt{\frac{3\,RT_2}{M_\mathrm{mol}}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 8{,}3\,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{mol \cdot K}} \cdot 300\,\mathrm{K}}{4 \cdot 10^{-3}\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{mol}}}} = \underline{\underline{1367\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}}$$

e) Anschließend erfolgt eine isotherme Expansion des Gases auf das doppelte Volumen. Berechnen Sie

(i) die hierfür zuzuführenden Wärmeenergie ΔQ_2 sowie (1726 J)

(ii) die bei diesem Prozess auftretende Entropieänderung. ($5{,}75\,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{K}}$)

Handelt es sich dabei um eine Entropieerhöhung oder um eine Entropieerniedrigung?

Lösung:

(i) istotherm: alle zugeführte Wärme ist gleich der abgegebenen mechanische Arbeit:

$$\Delta Q_2 = W_{\mathrm{ab}} = \int F \mathrm{d}s = \int p\,A\,MDs = \int p\,\mathrm{d}V$$

$$pV = nRT \Rightarrow \qquad p = \frac{nRT}{V}$$

$$\Delta Q_2 = \int_{V_1}^{V_2} \frac{nRT}{V}\,\mathrm{d}V = nRT\,[\ln V]_{V_1}^{V_2} = nRT\ln\frac{V_2}{V_1} = nRT\ln\frac{2V_1}{V_1} = nRT\ln 2 = \underline{\underline{1726\,\mathrm{J}}}$$

(ii)

$$\Delta S = \int_{Q_1}^{Q_2} \frac{1}{T_2}\,\mathrm{d}Q = \frac{1}{T_2}\,[Q]_{Q_1}^{Q_2} = \frac{1}{T_2}\Delta Q_2 = \frac{1726\,\mathrm{J}}{300\,\mathrm{K}} = \underline{\underline{5{,}75\,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{K}}}}$$

Entropieerhöhung (Zufuhr von Wärme)

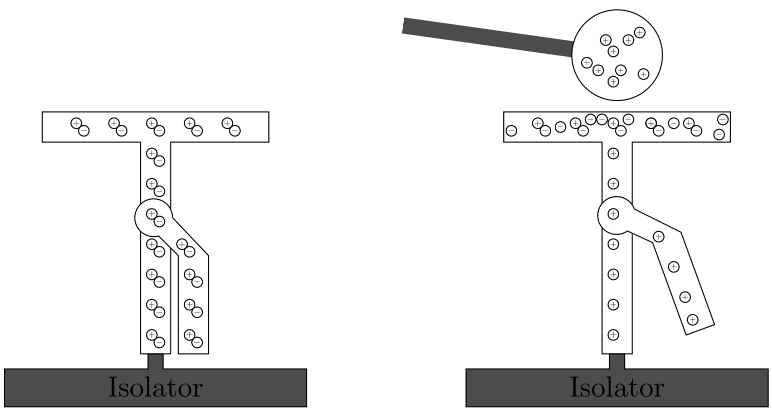
Quelle: Prüfungsaufgaben zur Experimentalphysik A/B

Aufgabe 5 (Influenz und Punktladung, Prüfung ExPh H2010A6) Ag-EXPH-2013H-A6.tex

a) Was versteht man in der Elektrostatik unter Influenz? Nennen Sie ein Beispiel, wo Influenz eine Rolle spielt, und erläutern Sie dies mit Hilfe einer Skizze.

Lösung:

Influenz: die Verschiebung der beweglichen Ladungen in einem Leiter, wenn er in ein äußeres elektrisches Feld gebracht wird.
Beispiel: Elektroskop:

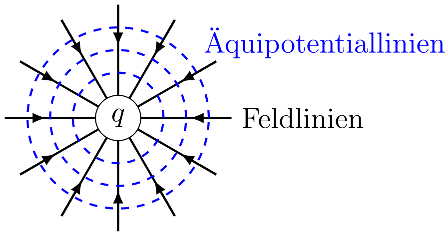


b) Wie groß ist die elektrische Feldstärke und das elektrostatische Potential im Feld einer negativen Punktladung q im Abstand r von dieser Punktladung? Zeichnen Sie die Feldlinien und die Äquipotentiallinien.

Lösung:

$$\vec{E}\,(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2} \cdot \vec{e}_r$$

$$\varphi = \vec{E} \cdot \vec{r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r}$$



c) Wie groß ist der elektrische Fluss ϕ durch eine geschlossene konzentrische kugelförmige Hüllfläche um diese Ladung?

Lösung:

$$\phi_{\mathrm{el}} = \int \vec{E}\mathrm{d}\vec{A} = \frac{q}{\epsilon_0}$$

d) Wie ändert sich das Ergebnis von c.), wenn die geschlossene Hüllfläche, die die Ladung q umschließt,

(i) die Form eines Würfels und

(ii) die Form eines Rotationsellipsoid hat?

Bitte geben Sie eine kurze Begründung.

Lösung:

Da der gaußsche Satz besagt, dass der Fluss durch eine beliebige geschlossene Hüllfläche immer gleich der in der Hülle eingeschlossenen Ladung geteilt durch ϵ_0 ist, ändert sich der Fluss nicht, solange die eingeschlossene Ladung gleich bleibt.

Quelle: Prüfungsaufgaben zur Experimentalphysik A/B

Aufgabe 6 (Dielektrikum in Plattenkondensator) Ag-EXPH-2013H-A7.tex

Ein luftgefüllter Plattenkondensator besitze die Kapazität C_0 und die Ladung Q.

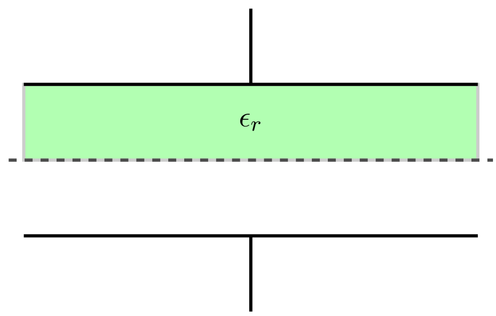
a) Berechnen Sie die Änderung von

(i) der Kapazität C,

(ii) der elektrischen Feldstärke E zwischen den Platten innerhalb und außerhalb des Dielektrikums,

(iii) der Flächenladungsdichte σ auf den Kondensatorplatten sowie

(iv) der im elektrischen Feld gespeicherten Energie W_{el},



wenn bei konstanter Ladung Q das Volumen zwischen den Platten anschließend wie skizziert zur Hälfte mit einem Dielektrikum mit der Dielektizitätszahl ϵ_{r} gefüllt wird?

$\frac{2\epsilon_{\mathrm{r}}}{1+\epsilon_{\mathrm{r}}} C_0$; E_0, $\frac{E_0}{\epsilon_{\mathrm{r}}}$; $\frac{Q_0}{A}$; $\frac{1+\epsilon_{\mathrm{r}}}{2\epsilon_{\mathrm{r}}} W_0$

Lösung:

Die neue Anordnung kann als Serienschaltung von zwei Kondensatoren mit den Kapazitäten C_1 (Luft) und C_2 (Dielektrikum) mit jeweils dem Plattenabstand $d = d_0/2$ betrachtet werden. Das Dielektrikum ist im allgemeinen $\epsilon_{\mathrm{r}} > 1$.

(i) ursprüngliche Kapazität: $C_0 = \epsilon_0 \cdot \frac{A}{d_0}$

$$\begin{aligned} C_1 &= \epsilon_0 \cdot \frac{A}{d/2} = 2C_0 \\ C_2 &= \epsilon_0\epsilon_\mathrm{r} \cdot \frac{A}{d/2} = 2\epsilon_\mathrm{r} C_0 \\ C_\mathrm{ges} &= \frac{1}{\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}} = \frac{C_1C_2}{C_1+C_2} = \frac{4\epsilon_\mathrm{r}C_0^2}{2C_0\,(1+\epsilon_\mathrm{r})} \\ &= \frac{2\epsilon_\mathrm{r}}{1+\epsilon_\mathrm{r}} C_0 \end{aligned}$$

(ii) $E = \frac{U}{d} = \frac{Q}{C\,d}$

$$\begin{aligned} E_1 &= \frac{Q_0}{C_1 \cdot d/2} = \frac{Q_0}{2C_0 \cdot d/2} = \frac{Q_0}{C_0\,d} = E_0 \\ E_2 &= \frac{Q_0}{C_2 \cdot d/2} = \frac{Q_0}{2\epsilon_\mathrm{r}C_0 \cdot d/2} = \frac{Q_0}{\epsilon_\mathrm{r}C_0\,d} = \frac{E_0}{\epsilon_\mathrm{r}} \end{aligned}$$

(iii) $\sigma = D = \epsilon_0\epsilon_\mathrm{r}E \rightarrow \quad \sigma_1 = \sigma_2 = \epsilon_0 E_0 = \sigma_0 = \frac{Q_0}{A}$

(iv) $W_\mathrm{el} = \frac{1}{2} \cdot \frac{Q_0^2}{C_\mathrm{ges}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{Q_0^2(1+\epsilon_\mathrm{r})}{2\epsilon_\mathrm{r}C_0} = \frac{1+\epsilon_\mathrm{r}}{2\epsilon_\mathrm{r}}\, W_0$

b) Berechnen Sie die Änderung der in a.) genannten Größen, wenn beim Einführen des Dielektrikums nicht die Ladung Q, sondern die am Kondensator angelegte Spannung U konstant gehalten wird.

$\frac{2\epsilon_\mathrm{r}}{1+\epsilon_\mathrm{r}} C_0$; $\frac{2\epsilon_\mathrm{r}}{\epsilon_\mathrm{r}+1} \cdot E_0$, $\frac{2}{\epsilon_\mathrm{r}+1} \cdot E_0$; $\frac{2\epsilon_\mathrm{r}}{\epsilon_\mathrm{r}+1} \cdot \sigma_0$; $\frac{2\epsilon_\mathrm{r}}{\epsilon_\mathrm{r}+1} \cdot W_0$

Lösung:

(i) Die Kapazität ist nur geometrie- und materialabhängig: $C_\mathrm{ges} = \frac{2\epsilon_\mathrm{r}}{1+\epsilon_\mathrm{r}} C_0$ wie in a.).

(ii) Da die Spannung konstant ist, muss sich die Ladung auf den Platten ändern:

$$\begin{aligned} Q_\mathrm{neu} &= C_\mathrm{ges} \cdot U = \frac{2\,\epsilon_\mathrm{r}}{\epsilon_\mathrm{r}+1} \cdot C_0\,U \\ E_1 &= \frac{Q_\mathrm{neu}}{C_1 \cdot d/2} = \frac{2\,\epsilon_\mathrm{r}}{\epsilon_\mathrm{r}+1} \cdot \frac{C_0\,U}{2C_0 \cdot d/2} = \frac{2\epsilon_\mathrm{r}}{\epsilon_\mathrm{r}+1} \cdot \frac{U}{d} = \frac{2\epsilon_\mathrm{r}}{\epsilon_\mathrm{r}+1} \cdot E_0 \\ E_2 &= \frac{Q_\mathrm{neu}}{C_2 \cdot d/2} = \frac{2\,\epsilon_\mathrm{r}}{\epsilon_\mathrm{r}+1} \cdot \frac{C_0\,U}{2\epsilon_\mathrm{r}\,C_0 \cdot d/2} = \frac{2}{\epsilon_\mathrm{r}+1} \cdot \frac{U}{d} = \frac{2}{\epsilon_\mathrm{r}+1} \cdot E_0 \end{aligned}$$

(iii) $\sigma_1 = \sigma_2 = \frac{2\epsilon_0\epsilon_\mathrm{r}}{\epsilon_\mathrm{r}+1} \cdot E_0 = \frac{2\epsilon_\mathrm{r}}{\epsilon_\mathrm{r}+1} \cdot \epsilon_0 \cdot E_0 = \frac{2\epsilon_\mathrm{r}}{\epsilon_\mathrm{r}+1} \cdot \sigma_0 = \frac{Q_\mathrm{neu}}{A}$

(iv) $W_\mathrm{el} = \frac{1}{2}C_\mathrm{ges} \cdot U^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{2\epsilon_\mathrm{r}}{\epsilon r+1} \cdot C_0\,U^2 = \frac{2\epsilon_\mathrm{r}}{\epsilon_\mathrm{r}+1} \cdot W_0$

Quelle: Prüfungsaufgaben zur Experimentalphysik A/B

Aufgabe 7 (Radioaktiver Zerfall) Ag-EXPH-H2013.tex

a) Wie lautet das Gesetz für $N\,(t)$ beim radioaktiven Zerfall (das so genannte Zerfallsgesetz)? Benennen Sie alle darin auftretenden Größen.

Lösung:

$$N\,(t) = N_0\,e^{-\lambda\,t}$$

$N\,(t)$: Anzahl der Kerne in der Probe (Mutterkerne) zur Zeit t
N_0: Anzahl der Kerne in der Probe (Mutterkerne) zur Zeit $t = 0$
λ: Zerfallskonstante

b) Von einem Radionuklid sind zum Zeitpunkt $t = 0$ insgesamt 0,01 kg vorhanden. Welche Masse ist von dem Radionuklid nach dem Verstreichen des Doppelten bzw. des Zehnfachen seiner Halbwertszeit jeweils noch übrig? 2,5 g; 0,01 g

Lösung:

Nach der Halbwertszeit $T_{1/2}$ ist jeweils nur noch die Hälfte der ursprünglich vorhandenen Mutterkerne vorhanden:

$$
\begin{aligned}
& N\left(T_{1/2}\right) = \frac{1}{2} N_0 \\
\Rightarrow\quad & N\left(2\,T_{1/2}\right) = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}\, N_0 = \frac{1}{4}\, N_0 \\
\Rightarrow\quad & m\left(2\,T_{1/2}\right) = \frac{1}{4}\, m_0 = 0{,}0025\,\mathrm{kg} = 2{,}5\,\mathrm{g} \\
& N\left(10\,T_{1/2}\right) = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}\, N_0 = \left(\frac{1}{2}\right)^{10} \cdot N_0 = \frac{N_0}{1024} \\
\Rightarrow\quad & m\left(10\,T_{1/2}\right) = \frac{m_0}{1024} = 9{,}8 \cdot 10^{-6}\,\mathrm{kg} \approx 0{,}01\,\mathrm{g}
\end{aligned}
$$

c) Was passiert beim sogenannten α-Zerfall? Was ist ein α-Teilchen?

Lösung:

Beim α-Zerfall verlässt ein α-Teilchen den Kern unter Nutzung des Tunneleffekts.

Ein α-Teilchen besteht aus zwei Protonen und zwei Neutronen und entspricht einem Helium-Atomkern.
α-Teilchen: ${}^{2}_{4}\mathrm{He}^{2+} = 2$ Protonen $+2$ Neutronen

Quelle: Prüfungsaufgaben zur Experimentalphysik A/B