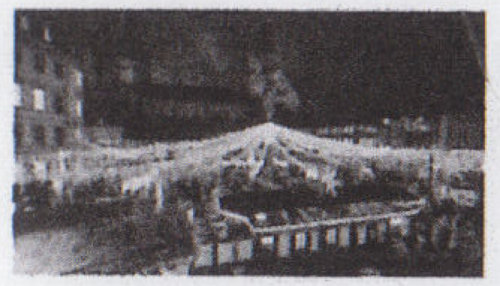
Mechanische und elektromagnetische Schwingungen

	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	Ø
>%																	

Name: Jonas Jelubow

Erlaubte Hilfsmittel: GTR (Ti-82 Stats), Formelsammlung

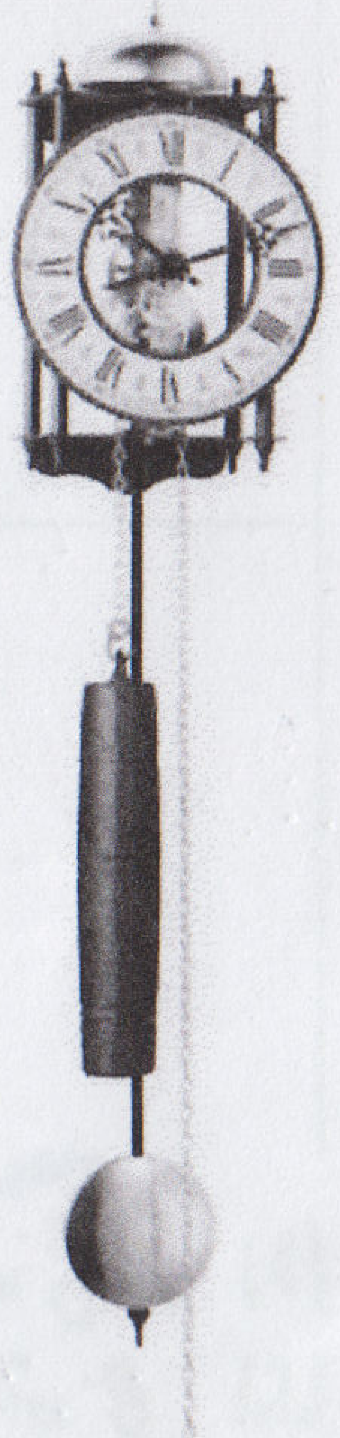
Hinweis: Stellen Sie alle Lösungswege und Rechnungen vollständig und nachvollziehbar dar.



Weihnachtsmärkte sorgen zur Winterzeit allerorts für stimmungsvolles Ambiente. Kinder dürfen sich auf allerlei spannende und unterhaltsame Aktivitäten und Erwachsene auf dampfenden Glühwein und liebevoll gestaltete Stände freuen.

Aufgabe 1. Pendeluhr im Aufzug.

Sie möchten den Weihnachtsmarkt von einem Turm aus betrachten und fahren hierzu mit dem Aufzug auf eine Aussichtsplattform. Einer der Aufzugsführer war ein Uhrenfan und brachte eine schöne Pendeluhr mit Sekundenpendel im Aufzug an. Die Bewegung des Aufzugs wird durch das t-v-Diagramm in Material M1 beschrieben.



a) Erläutern Sie was man unter einem Sekundenpendel versteht und berechnen Sie die entsprechende Länge des Pendels (Rechnen Sie wie mit einem idealisierenden Fadenpendel).

b) Neben dem Pendel und der Mechanik haben viele Pendeluhren auch noch ein Gewicht (siehe rechts). Erläutern Sie die Funktion dieses Gewichts und beschreiben Sie, wie man die Uhr, die „nach geht" wieder richtig einstellen könnte.

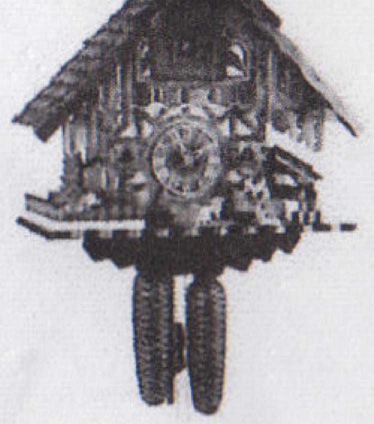
c) Begründen Sie, warum sich die Schwingungsdauer ändert, wenn der Aufzug beschleunigt oder abbremst. Berechnen Sie, wie groß die Schwingungsdauer des im Aufzug befindlichen Pendels in der Anfahrphase, in der Phase konstanter Geschwindigkeit und in der Abbremsphase ist.

d) Nehmen Sie begründet Stellung zu den folgenden Aussagen:

I. Lässt man die Pendeluhr vom Turm fallen, schwingt das Pendel nicht.

II. Die Aufzugfahrt hätte keinen Einfluss auf die Schwingungsdauer eines Federpendels.

III. Die Pendeluhr im Aufzug zeigt genau die gleiche Zeit, wie eine ähnliche Uhr, die sich nicht bewegt hat, d.h. sie geht weder vor noch nach.



Aufgabe 2. Kuckucksuhren mit Federpendel.

Völlig fasziniert von der Pendeluhr im Aufzug kaufen Sie eine kleine Kuckucksuhr aus dem Berner Oberland mit langen Federpendeln. Die Schwingungsdauer dieser Federn entspricht möglichst genau einer Sekunde und die Masse des Schwingers beträgt 45 g.

a) Beschreiben Sie die Energieumwandlungen des Federschwingers und skizzieren Sie ein Diagramm der Energien und der Gesamtenergie während der ersten vollen Schwingung.

b) Berechnen Sie die Federkonstante der Feder und wie schnell sich die Masse durch die Ruhelage bewegt, wenn die Anfangsauslenkung 15 cm beträgt.

c) Geben Sie ein Bewegungsgesetz für die Auslenkung s und die Geschwindigkeit v in Abhängigkeit von der Zeit an und erläutern Sie deren Bestandteile.

d) Bald bereuen Sie Ihren Erwerb: Die Uhr geht einfach zu schnell, etwa 5 s pro Stunde! Untersuchen Sie, wie Sie durch verändern der Masse dafür sorgen können, dass die Uhr korrekt läuft.

Aufgabe 3. Schwimmpendel.

Sie genießen eine warme Tasse Trinkschokolade und beobachten einen letzten verbliebenen Marshmallow auf der Flüssigkeitsoberfläche.

Immer, wenn Sie diesen nach unten auslenken, schwingt das weiße Pendel mehrmals auf und ab.

a) In Material M2 wird Ihnen ein theoretischer Lösungsansatz eines solchen Schwimmpendels dargestellt. Erläutern Sie die einzelnen Lösungsschritte.

b) Berechnen Sie die die Periodendauer, wenn der Schwimmkörper vereinfacht eine Querschnittsfläche von durchgehend 2,0 cm^2 aufweist, eine Masse von 10 g hat und die Dichte der Trinkschokolade 1080 $\frac{kg}{m^3}$ beträgt.

Aufgabe 4. Verschiedenes zum Schwingkreis.

Der elektrische Schwingkreis ist Grundlage für die Rundfunkt- und Fernsehtechnik. Ähnlich wie bei mechanischen Schwingungen wandeln sich dabei periodisch zwei Energieformen ineinander um.

a) In der Abbildung in Material M3 sind Schwingungsphasen eines elektromagnetischen Schwingkreises abgebildet. Ergänzen Sie die Abbildungen d) und e) mit den Größen und Feldlinien und erklären Sie qualitativ, wie es im Schwingkreis zur Entstehung einer Schwingung kommt.

7.T

b) Erklären Sie: Welchen Eigenschaften des Federpendels entsprechen die Größen L und C des Schwingkreises?

Ein Kondensator der Kapazität $64\,\mu F$ wird durch eine Gleichspannungsquelle mit der Spannung 10 V aufgeladen. Zur Zeit t=0 wird er über eine Spule der Induktivität 100 H entladen. Die ohmschen Widerstände sind vorerst zu vernachlässigen.

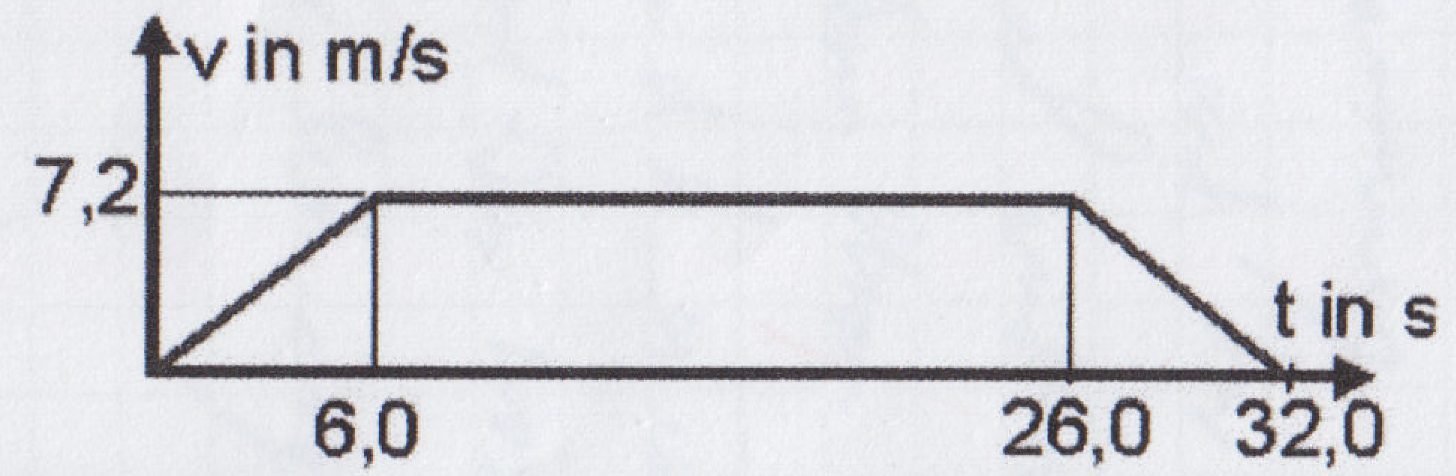
c) Berechnen Sie die Frequenz, in der der die Ladung schwingt und geben Sie die Spannung am Kondensator und die Stromstärke in der Spule als Funktion der Zeit an.

Material M4 zeigt den tatsächlichen Verlauf der Spannung am Kondensator. Dieser lässt sich durch die Funktion $U(t) = U_0 \cdot e^{-\delta t} \cdot \cos(\omega t)$ beschreiben.

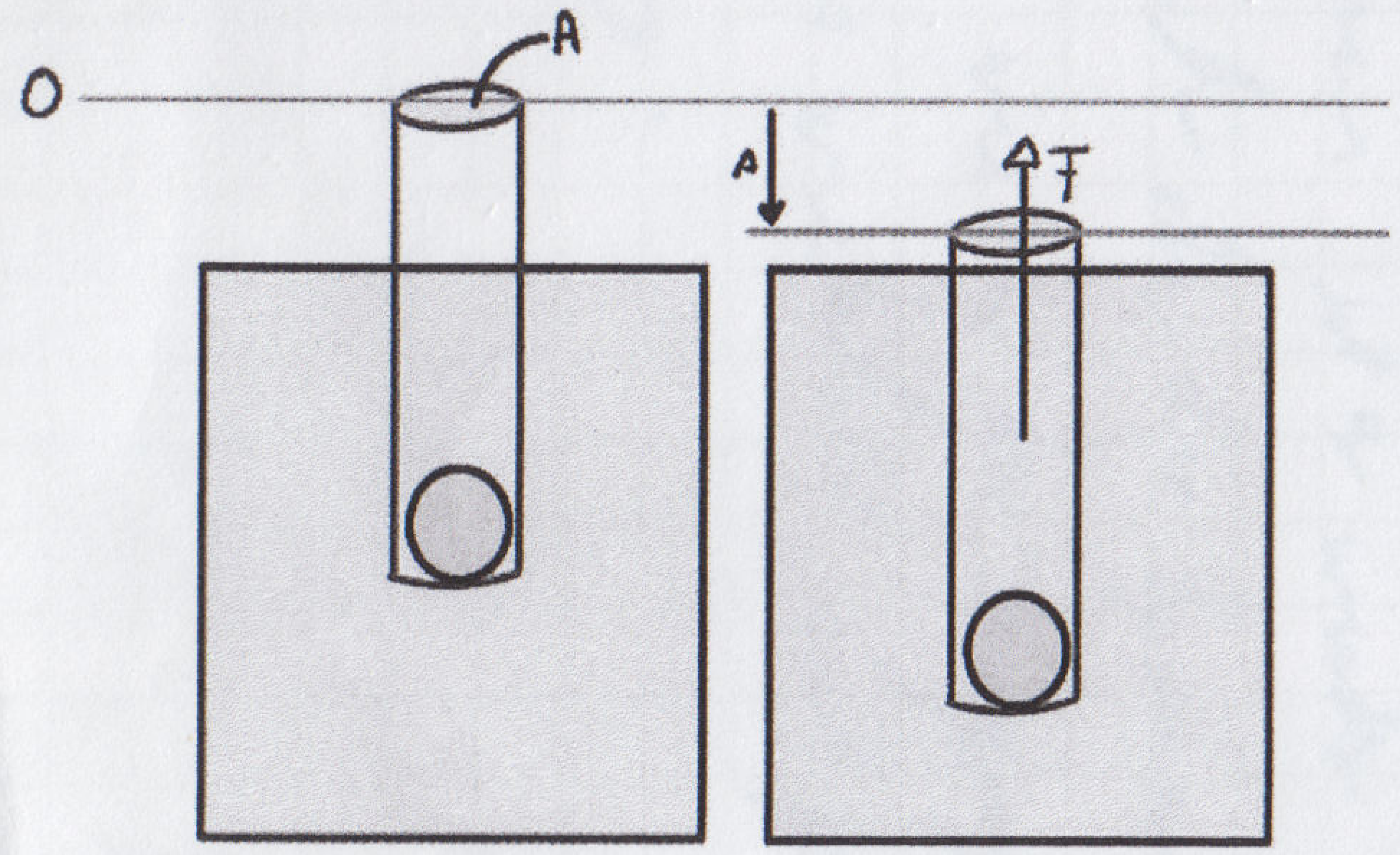
d) Ermitteln Sie aus dem Graphen die Dämpfungskonstante $\delta = \frac{R}{2L}$, bestimmen Sie den elektrischen Widerstand des Schwingkreises und erläutern Sie die Auswirkungen auf den Graphen und die Schwingung, wenn L vergrößert bzw. verkleinert wird.

Materialien

M1 Bewegung des Aufzugs



M2 Theorie zum Schwimmpendel



$F = -m_{Wasser} \cdot g$ (1)

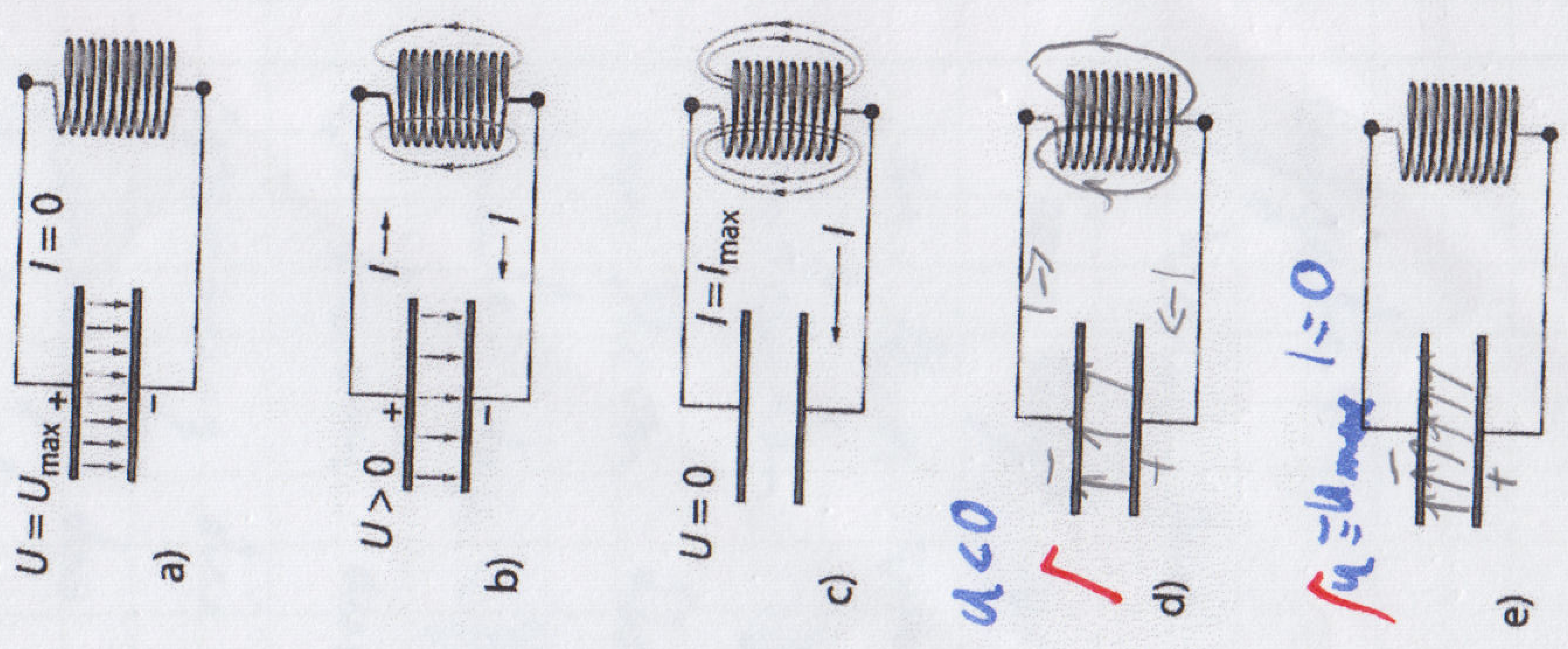
$F = -A \cdot s \cdot \rho_W \cdot g$ (2)

d.h. $F \sim s$ (3)

$\Rightarrow m\ddot{s} = -A \cdot s \cdot \rho_W \cdot g$ (4)

$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{A \cdot \rho_W \cdot g}{m}}$ (5)

M3 Schwingkreis (rechts)



M4 Spannungsverlauf gedämpfter Kondensator