

Physik und Systemwissenschaft

Test, November 2009

Erstes Semester WI09

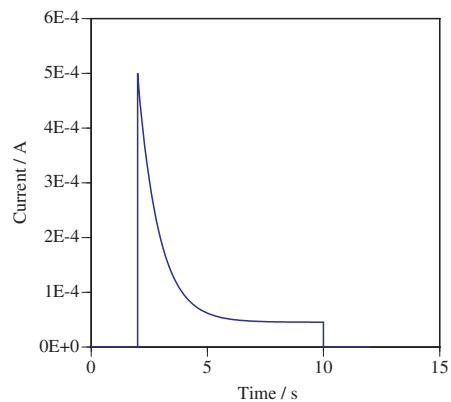
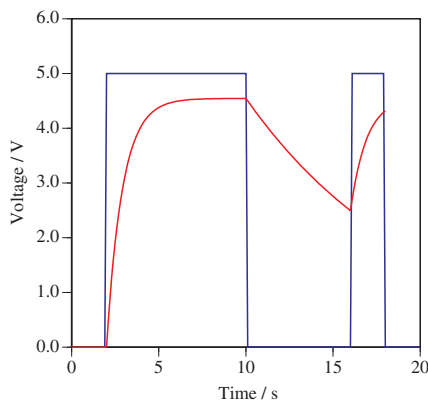
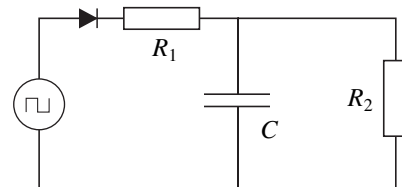
Erlaubte Hilfsmittel: Bücher und persönlich verfasste Zusammenfassung. Rechen- und Schreibzeugs.

Antworten müssen begründet und nachvollziehbar sein.

Eine elektrische Windkesselschaltung

Eine Windkesselschaltung ist wie in der beiliegenden Figur aufgebaut. Der Widerstandswert des zweiten Widerstandes R_2 beträgt $10^5 \Omega$. Die Spannung der Spannungsquelle ist im ersten Diagramm gezeigt (die Spannung ist entweder 5.0 V oder 0 V). Im Stromkreis mit R_1 hat es eine ideale Diode, über der die Spannung 0 V ist.

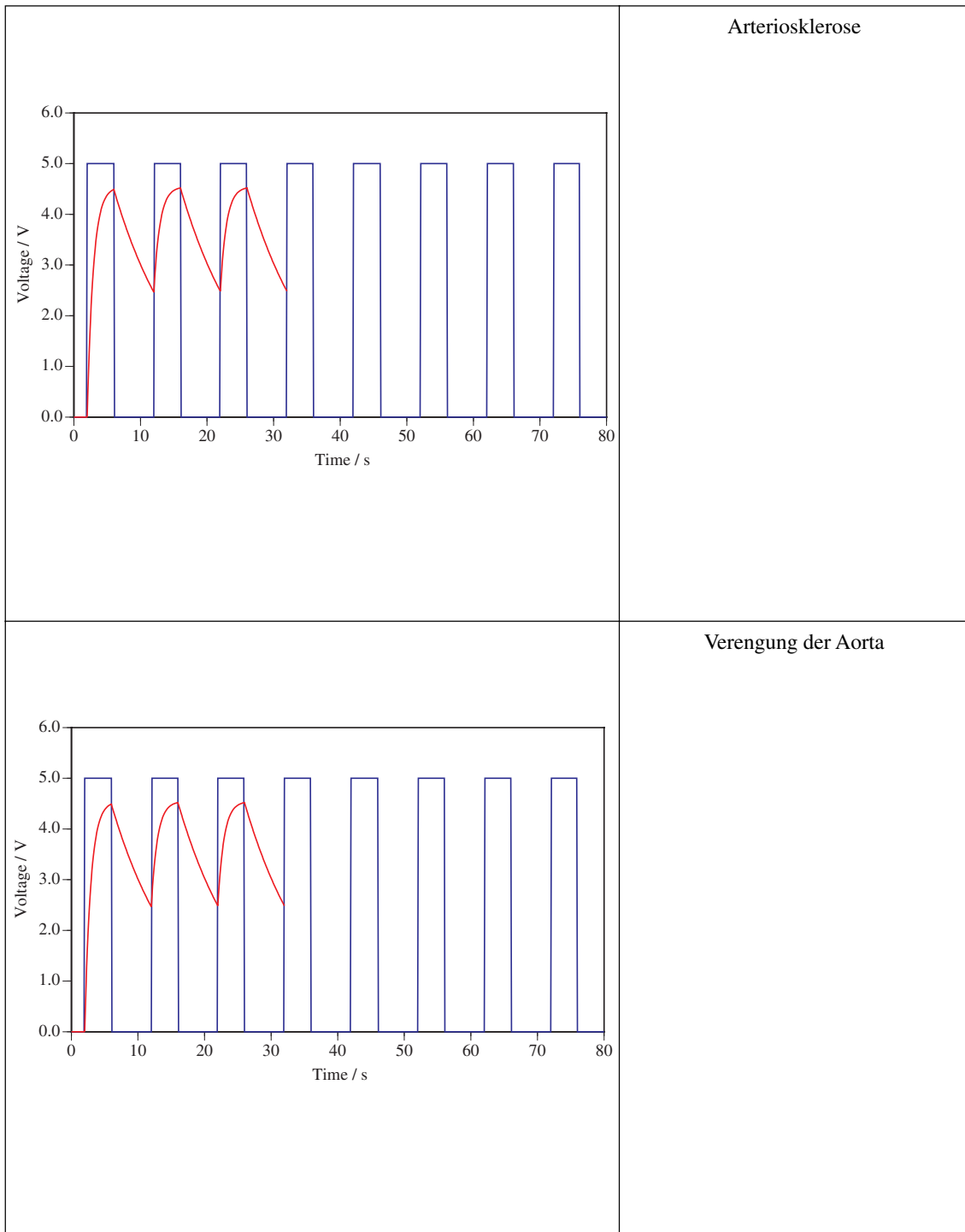
Im ersten Diagramm sieht man die Spannung über der Spannungsquelle und die Spannung über dem Kondensator (nur bis 18 s). Im zweiten Diagramm ist die elektrische Stromstärke durch R_1 gezeigt.

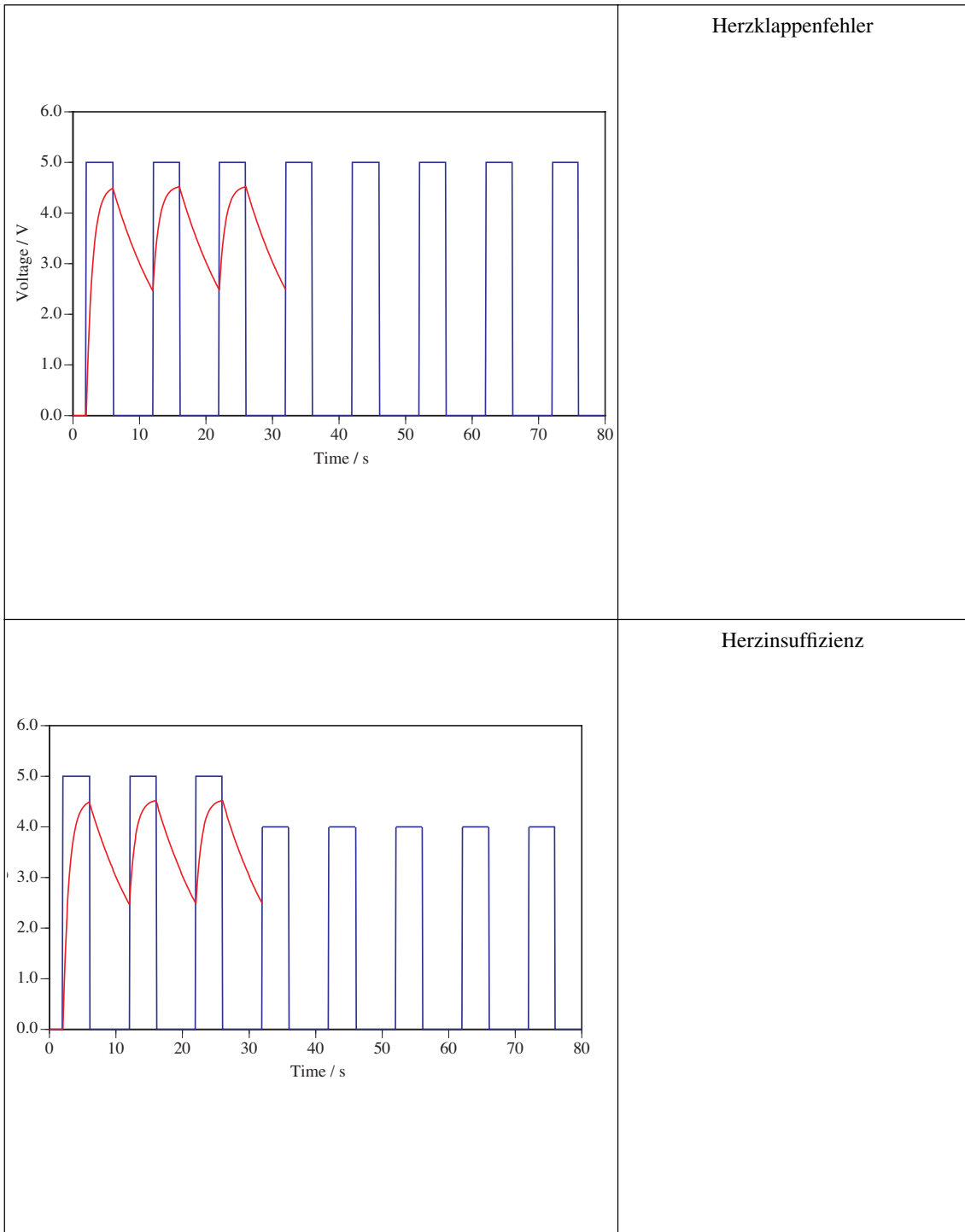


- Warum geht die Spannung über dem Kondensator während der ersten Phase (bis 10 s) nur auf 4.545 V und nicht auf 5.0 V? Benutzen Sie Ihre Erklärung, um den Widerstandswert für R_1 zu berechnen. [1.5 P.]
- Berechnen Sie die Stromstärke im Kreis mit R_1 gerade nach $t = 2.0$ s (gerade nach Anschalten der Spannungsquelle). Das Resultat sieht man im zweiten Diagramm. [1 P.]
- Man beobachtet, dass die Änderungsrate der Spannung des Kondensators gerade nach $t = 2.0$ s 5.0 V/s beträgt. Benutzen Sie diese Beobachtung, um die Kapazität des Kondensators zu bestimmen (Sie sollten $100 \mu\text{F}$ erhalten). [1.5 P.]

- d. Wieviel Energie hat die Spannungsquelle von $t = 2.0$ s bis $t = 10.0$ s abgegeben? Benutzen Sie die Daten in den Diagrammen für diese Bestimmung. Wieviel von dieser Energie ist im Kondensator gespeichert? [2 P.]
- e. Skizzieren Sie so genau wie möglich die Stromstärke im Kreis mit R_1 für die Periode von $t = 16.0$ s bis $t = 18.0$. [1.5 P.]
- f. Die Spannungsquelle bleibt nach 18 s abgeschaltet. Skizzieren Sie die Spannung über dem Kondensator so genau wie möglich von 18 s bis 40 s. [1.5 P.]
- g. Auf dem beiliegenden Blatt sind vier Diagramme vorbereitet, in die Sie Ihre Antworten für die folgenden Fragen eintragen sollen. Sie sollen sich vorstellen, die Schaltung sei ein Modell für den Blutkreislauf eines Menschen. Der Anfang der in den Diagrammen gezeigten Funktionen zeigt einen Normalzustand. Es wird etwas geändert, und Sie sollen die Änderung in der Spannung über dem Kondensator skizzieren und daneben kurz erklären. [4 P.]
1. Arteriosklerose: Blut fließt schlechter durch Körper
 2. Verengung der Aorta: Weniger Raum in der Aorta
 3. Herzklappenfehler: Die Aortaklappe ist nicht ganz dicht
 4. Herzinsuffizienz: Druckaufbau im Herz vermindert

Kreislaufprobleme





Solutions

- a. There is always an outflow of charge through R2. When steady-state has been reached, there is no flow through the capacitor, meaning that R1 and R2 are in series. The voltage across R1 is $U_{R1} = 5.0 \text{ V} - 4.545 \text{ V} = 0.455 \text{ V}$, and it is $U_{R2} = 4.545 \text{ V}$ across R2 at that time. The current through R1 and R2 is the same, so the resistance of R1 must be $4.545/0.455 = 10$ times smaller than that of R2: $R1 = 10^4 \Omega$.
- b. Electric current through R1 at $t = 2.0 \text{ s}$:

$$U_c(2) = 0 \text{ V} \quad , \quad U_{R1} = U_S - U_C = 5.0 \text{ V}$$

$$I_{Q1} = \frac{U_{R1}}{R_1} = \frac{5.0}{1.0 \cdot 10^4} = 5.0 \cdot 10^{-4} \text{ A}$$

- c. Capacitance of capacitor:

$$\dot{Q} = I_{Q1} - I_{Q2}$$

$$\dot{Q} = C \dot{U}_C$$

$$I_{Q2} = 0 \quad , \quad I_{Q1} = 5.0 \cdot 10^{-4} \text{ A}$$

$$C = \frac{\dot{Q}}{\dot{U}_C} = \frac{I_{Q1}}{\dot{U}_C} = \frac{5.0 \cdot 10^{-4} \text{ A}}{5.0 \text{ V/s}} = 100 \cdot 10^{-6} \text{ F}$$

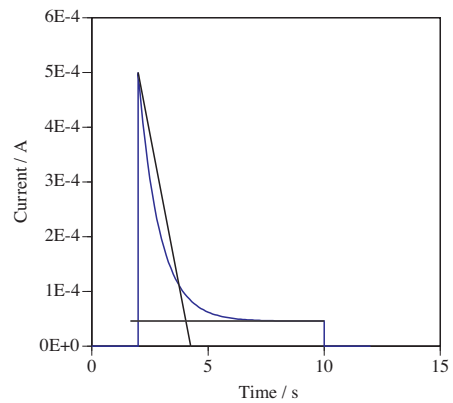
- d. Power of the power supply:

$$P_S = U_S I_{Q1}$$

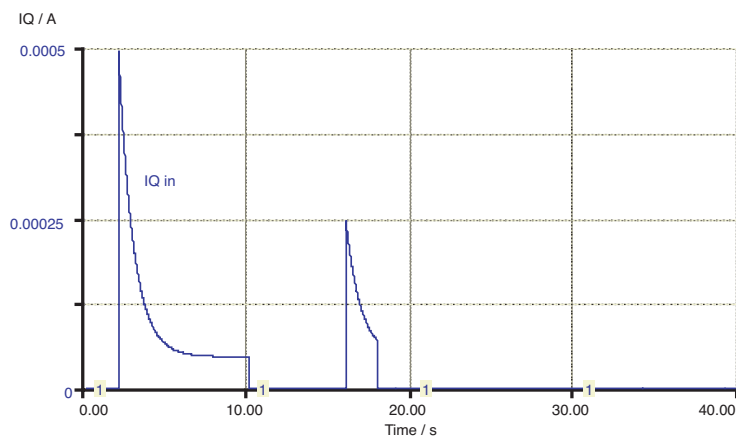
$U_S = 5.0 \text{ V}$ during this period, and the electric current I_{Q1} is given in the second diagram. We simply calculate the area between $I_{Q1}(t)$ and the t-axis, and multiply the result by 5.0 V :

$$W_{\text{released}} = 5.0 \cdot (0.5 \cdot 2.0 \cdot 5.0 \cdot 10^{-4} + 6.0 \cdot 0.4 \cdot 10^{-4}) \text{ J} = 37 \cdot 10^{-4} \text{ J} = 3.7 \text{ mJ}$$

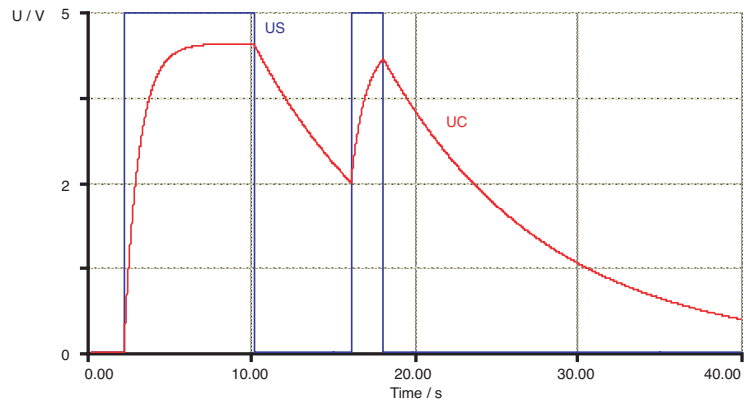
$$W_{\text{capacitor}} = 0.5 \cdot C \cdot U_C^2 = 0.5 \cdot 100 \cdot 10^{-6} \cdot 4.545^2 \text{ J} = 1.0 \text{ mJ}$$



- e.



f.



g.

<p>The graph shows a red curve representing voltage U/V over time. The y-axis ranges from 0 to 5 with a major tick at 2. The x-axis ranges from 0.00 to 80.00 with major ticks at 20.00, 40.00, 60.00, and 80.00. The curve shows a series of pulses. Each pulse rises to a peak of about 4.5V and then decays. The pulses are more frequent and narrower than in the first graph. Small orange markers are placed at the start of each pulse. The label '2' is placed above the first pulse.</p>	<p>Arteriosklerose</p> <p>Systemic resistance (R_2) made higher by a factor of 2.</p>
<p>The graph shows a red curve representing voltage U/V over time. The y-axis ranges from 0 to 5 with a major tick at 2. The x-axis ranges from 0.00 to 80.00 with major ticks at 20.00, 40.00, 60.00, and 80.00. The curve shows a series of pulses. Each pulse rises to a peak of about 4.5V and then decays. The pulses are more frequent and wider than in the first graph. Small orange markers are placed at the start of each pulse. The label '2' is placed above the first pulse.</p>	<p>Verengung der Aorta</p> <p>Capacitance made smaller by a factor of 0.7.</p>

