

|                     |                                       |                                                   |
|---------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------|
| <b>Semester:</b>    | WS 2009/2010                          | <b>Zahl der Blätter:</b> 4<br><b>Blatt Nr.:</b> 1 |
| <b>Fakultät:</b>    | Wirtschaftsingenieurwesen             | <b>Semester:</b> IWB 2                            |
| <b>Fach:</b>        | Physik 2                              | <b>Fachnummer:</b> 2071                           |
| <b>Hilfsmittel:</b> | Manuskript, Literatur, Taschenrechner | <b>Zeit:</b> 90min                                |

## Aufgabe 1

Der griechische Fischer Fanis Stamos freut sich schon sehr auf seinen Bootsausflug mit seiner Frau Eléni und seiner Tochter Vicky. Sowohl seine Frau als auch seine Tochter warten schon auf ihn in seinem kleinen Fischerboot, welches im ruhigen und schön gelegenen Hafenbecken von Zakynthos liegt. Fanis war noch schnell auf dem Markt, um Lebensmittel und Getränke für den Wochenendausflug zu besorgen. Da er endlich loskommen will, spart er sich die Leiter an der Kaimauer und springt stattdessen flink von der  $h = 1,5$  m hohen Mauer auf das Deck seines Fischerkahns, wodurch dieser in eine vertikale Schwingung versetzt wird. Der Fischer geht bei der Landung in die Knie und federt den Aufprall ab, so dass Sie im Folgenden von einem inelastischen Stoß ausgehen können.

- Das Boot von Fanis hat an der Wasserlinie eine Fläche von  $A = 6 \text{ m}^2$  und wiegt inklusive seiner Frau und Tochter  $m = 1170 \text{ kg}$ . Der Fischer Fanis bringt inklusive seines Einkaufs  $m_F = 95 \text{ kg}$  auf die Waage. Berechnen Sie die Frequenz  $f_0$ , mit der das Boot inklusive Besatzung im Wasser auf- und abschwimmt. Gehen Sie dabei davon aus, dass sich die Grundfläche des Bootes an der Wasserlinie während der vertikalen Bewegung nicht verändert und dass die Schwingung ungedämpft ist (Dichte des Meerwassers  $\rho = 1027 \text{ kg/m}^3$ ,  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ ).
- Mit welcher Amplitude  $\hat{y}$  wird das Boot inklusive Besatzung durch den Sprung des Fischers ausgelenkt und wie lautet die Bewegungsgleichung der Schwingung, wenn der Aufprall des Fischers zum Zeitpunkt  $t = 0 \text{ s}$  statt gefunden hat?
- Eléni, die Frau des Fischers, ist leider nicht besonders seefest. Daher ist sie froh, dass die Amplitude der Auf- und Abbewegung nach 10 Schwingungen schon auf die Hälfte abgeklungen ist. Berechnen Sie den Dämpfungsgrad  $\mathcal{D}$  unter der Annahme, dass die Reibung proportional zur Geschwindigkeit ist (viskose Reibung) und, dass die Periodendauer mit Reibung sich nur unwesentlich von der Periodendauer ohne Reibung unterscheidet.
- Nachdem sich Fanis von seinem gewagten Sprung erholt hat, geht er unter Deck und startet seinen ziemlich überdimensionierten 1-Zylinder Dieselmotor, der im Leerlauf mit der Drehzahl  $n = 66 \text{ min}^{-1}$  läuft. Durch die Auf- und Abbewegung des schweren Kolbens wirkt in guter Näherung eine harmonische Kraft mit einer Kraftamplitude von  $\hat{F} = 200 \text{ N}$  auf das Boot ein. Wie groß ist die Amplitude der erzwungenen Schwingung?

|                  |                           |                         |
|------------------|---------------------------|-------------------------|
| <b>Semester:</b> | WS 2009/2010              | <b>Blatt Nr.:</b> 2     |
| <b>Fakultät:</b> | Wirtschaftsingenieurwesen | <b>Semester:</b> IWB 2  |
| <b>Fach:</b>     | Physik 2                  | <b>Fachnummer:</b> 2071 |

## Aufgabe 2

Das Fischerboot von Fanis Stamos wird durch einen 1-Zylinder Dieselmotor in eine erzwungene Schwingung in vertikaler Richtung mit einer Frequenz von  $f = 2$  Hz versetzt.

- Als das Boot mit laufendem Motor noch an der Kaimauer liegt, beobachtet Fanis' Tochter Vicky, dass durch die Auf- und Abbewegung des Fischerboots Wasserwellen mit einer Wellenlänge von  $\lambda = 40$  cm erzeugt werden. Wie lange dauert es ab dem Zeitpunkt des Motorstarts, bis die Welle eine 25 m entfernte Entenfamilie erreicht hat? (Anmerkung: Nehmen Sie dazu an, dass die Wasserwellen in guter Näherung harmonisch sind.)
- Auf dem offenen Meer beobachtet Fanis nach einiger Zeit eine schnell heraneilende Motoryacht. Um die Yacht zu warnen, betätigt er sein Signalhorn. Das Horn, welches auf der hinteren Seite verschlossen und vorne offen ist, hat eine Länge von  $l = 50$  cm. Was ist die Grundfrequenz des erzeugten Tons? (Schallgeschwindigkeit in Luft  $c = 340$  m/s.)
- Zuerst reagiert die Motoryacht nicht auf das Warnsignal vom Fischerboot was daran liegt, dass der Skipper der Motoryacht durch das laute Motorengeräusch kaum etwas hört. Daher entscheidet sich Fanis sicherheitshalber, sein Fischerboot an zu halten. Erst als der Schallintensitätspegel des Warnsignals vom Fischerboot  $L = 90$  dB überschreitet nimmt der Skipper das Signal wahr. Wie weit ist zu diesem Zeitpunkt die Motoryacht vom Fischerboot entfernt? Das Signalhorn des Fischerboots gibt den Schall mit einer Leistung von  $P = 5$  W isotrop in den Halbraum ab.
- Die schnelle Motoryacht erwidert Fanis' Warnsignal mit zwei kurzen Tönen bevor die Yacht ein Ausweichmanöver einleitet. Fanis fällt auf seinem nun ruhenden Fischerboot auf, dass der Signalton der Motoryacht um etwa einen Halbton höher ist als der Ton seines Signalhorns (Frequenzverhältnis 1,05946). Wie schnell rast die Motoryacht auf das Fischerboot zu unter der Annahme, dass beide Boote das gleiche Signalhorn installiert haben?
- Nach einer ereignisreichen Fahrt sind der Fischer und seine Tochter froh, als sie am Abend durch eine nur  $b = 15$  m breite Einfahrt in eine wunderschöne kreisförmige Bucht einlaufen. Leider hat sich durch starken Wind auf dem Meer ein kräftiger Seegang mit einer Wellenlänge von  $\lambda = 10$  m eingestellt, der direkt auf die Einfahrt der Bucht zuläuft. Daher herrscht auch in der Bucht teilweise starker Seegang. Unter welchem Winkel sollte die Familie Stamos in die Bucht einlaufen, um einen möglichst ruhigen Ankerplatz zu finden? (Anmerkung: Da die gesamte Bucht von herrlichem flachem Sandstrand umgeben ist, kommt es zu keiner Reflexion der Wellen am Ufer)

|                  |                           |                         |
|------------------|---------------------------|-------------------------|
| <b>Semester:</b> | WS 2009/2010              | <b>Blatt Nr.:</b> 3     |
| <b>Fakultät:</b> | Wirtschaftsingenieurwesen | <b>Semester:</b> IWB 2  |
| <b>Fach:</b>     | Physik 2                  | <b>Fachnummer:</b> 2071 |

## Aufgabe 3

Das Fischerboot der Familie Stamos liegt vor Anker in einer herrlich gelegenen Bucht. Die Sonne scheint und eine Solarzelle an Deck mit einer Fläche von  $A_S = 10 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$  lädt Herrn Stamos' Handyakku auf. Um eine ausreichende Ladespannung von 7 V zu erreichen, ist die Solarzelle in 14 gleich große Subzellen unterteilt, die alle in Reihe geschaltet sind. Herr Stamos hat den ganzen Tag mit seinem Fotohandy Bilder von seinem Familienausflug gemacht, so dass der Akku komplett entladen ist.

- An diesem sonnigen Nachmittag erreicht die Sonne eine Bestrahlungsstärke von  $I = 970 \text{ W/m}^2$ . Wie viele Photonen treffen pro Sekunde auf ein Solarzellensubmodul, wenn Sie zur Vereinfachung von einer „effektiven“ Wellenlänge von  $\lambda = 550 \text{ nm}$  ausgehen? (Planck-Konstante  $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$  und Lichtgeschwindigkeit  $c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ )
- Wie viel Elektronen-Loch-Paare werden in jeder Subzelle pro Sekunde erzeugt, wenn sie davon ausgehen, dass  $\eta = 50 \%$  der Photonen in der Lage sind, ein Elektron-Loch-Paar zu erzeugen?
- Wie lange dauert es, bis der Handyakku mit einer Gesamtladung von  $Q = 1200 \text{ mAh}$  aufgeladen ist? Nehmen Sie dabei an, dass alle erzeugten Elektronen zur Akkuladung zur Verfügung stehen, und es keine weiteren Verluste gibt (Elementarladung eines Elektrons  $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ).
- Am Abend möchte die Familie Stamos die Bilder des Tages auf dem Fotohandy anschauen. Da sich Herr Stamos' Tochter über das kleine Display des Handys beklagt, kommt Herrn Stamos eine Idee. Von seinem alten Fernrohr, welches zu Bruch gegangen ist, hat er die Linsen aufbewahrt. Darunter ist eine Sammellinse mit einer Brennweite von  $f' = 100 \text{ mm}$  mit der er das Handydisplay vergrößert auf die Kajütwand abbilden möchte. Um sich die Abbildungseigenschaften einer Sammellinse wieder ins Gedächtnis zu rufen, beginnt Herr Stamos den Strahlengang einiger Lichtstrahlen durch die Sammellinse zu zeichnen. Konstruieren Sie den weiteren Verlauf der beiden im Anhang eingezeichneten Strahlen in der Paraxialnäherung.
- Berechnen sie nun, welche Entfernung  $a$  Herr Stamos zwischen Handy und Linse einstellen muss, um eine 5-fache Vergrößerung ( $\beta' = -5$ ) zu erzielen?
- In welchem Abstand  $a'$  hinter der Linse entsteht ein scharfes Bild?

|                  |                           |                         |
|------------------|---------------------------|-------------------------|
| <b>Semester:</b> | WS 2009/2010              | <b>Blatt Nr.:</b> 4     |
| <b>Fakultät:</b> | Wirtschaftsingenieurwesen | <b>Semester:</b> IWB 2  |
| <b>Fach:</b>     | Physik 2                  | <b>Fachnummer:</b> 2071 |

## Anhang zu Aufgabe 3

(Bitte Name vermerken und mit abgeben.)

