

Abschlussklausur

Name: _____

Matrikelnummer: _____

- Bitte schreiben Sie Ihren Namen auf jede Seite und legen Sie Ihren Lichtbildausweis bereit.
- Erlaubte Hilfsmittel: Taschenrechner, zwei beidseitig beschriebene DIN A4 Blätter.
- Bearbeitungszeit: 120 min
- Ergebnisse bitte nur auf die Aufgabenblätter (ggf. auch die Rückseiten beschreiben).
- Viel Erfolg!

Aufgabe	Erreichte Punkte	Mögliche Punkte
1		30
2		20
3		20
4		15
5		15
Σ		100

Einige nützliche Konstanten

Gravitationskonstante $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/(\text{kg} \cdot \text{s}^2)$

Erdmasse $M_E = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

Erdradius $R_E \approx 6400 \text{ km}$

Dichte von Luft bei Normaldruck und $T = 20^\circ\text{C}$: $1,2 \text{ kg/m}^3$

Dichte von Wasser bei Normaldruck und $T = 20^\circ\text{C}$: 1000 kg/m^3

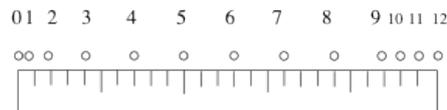
Normaldruck: $1 \text{ atm} = 1013 \text{ mbar} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

Name: _____

Aufgabe 1

Verständnisfragen (30 Punkte). Geben Sie kurze Antworten (1-2 Sätze, bzw. kurze Rechnung, bzw. einfache Skizze) auf die folgenden Fragen.

- a) Die stroboskopische Aufnahme („Multi-Blitz“ Aufnahme) in der Abbildung zeigt einen Ball, der entlang einer Geraden neben einem Metermaß rollt. Der Blitz blitzt einmal pro Sekunde und die Zeit ist über den jeweiligen Aufnahmen angegeben. Zeichnen sie die Geschwindigkeit v des Balls schematisch in ein Koordinatensystem von v als Funktion von t .



- b) Eine Masse $m = 50$ kg wird mit konstanter Geschwindigkeit an einem Seil in den Liebig-Hörsaal herabgelassen. Wie groß ist die Spannung im Seil?
- c) Kann ein sich in Ruhe befindliches Objekt mit einem sich bewegenden Objekt zusammenstoßen und nach dem Stoß einen größeren Impuls haben als vor dem Stoß? Warum oder warum nicht?

Name: _____

d) Ein Reifen, eine (massive) Kugel und eine (massive) Scheibe, alle mit gleichem Radius R und gleicher Masse M , rollen mit der gleichen Geschwindigkeit v in einer Ebene. Welches der drei Objekte hat die größte mechanische Energie?

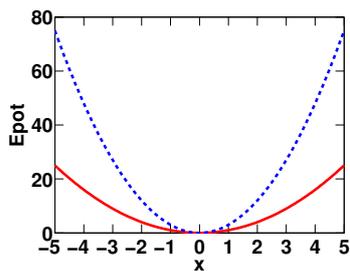
e) Zwei Satelliten gleicher Masse befinden sich auf kreisförmigen und stationären Umlaufbahnen um die Erde. Die Umlaufbahn von Satellit A hat den doppelten Abstand zum Mittelpunkt der Erde verglichen mit Satellit B. Was ist das Verhältnis der Zentripetalbeschleunigungen von Satellit A und B: $a_{Zent.,A}/a_{Zent.,B}$?

f) Ein Kind schaukelt mit Periode T auf einer Schaukel, die sich als Pendel annähern lässt. Nun steigt der große Bruder des Kindes, der dreimal so viel wiegt wie das Kind, mit auf die Schaukel. Wie verändert sich die Periode der Schaukel?

Name: _____

- g) Sie rudern mit einem Boot auf einen stillen See. In der Mitte des Sees bemerken Sie, dass sich schwere Steine im Boot befinden. Sie beschließen, die Steine über Bord in den See zu werfen. Wie ändert sich die Wasserspiegel im See? Warum?

- h) Die Abbildung unten zeigt die potentielle Energie als Funktion der Auslenkung x für eine steife und für eine weiche Feder als gestrichelte und als durchgezogene Linie. Welche der beiden Linien entspricht der weichen Feder?



- i) Nun befestigen Sie Gewichte gleicher Massen an den beiden Federn aus der letzten Teilaufgabe und starten sie aus der Ruhelage mit gleichen Anfangsgeschwindigkeiten. Die Masse an welcher der beiden Federn führt Schwingungen mit der größeren Amplitude aus? Warum?

- j) Wie tief muss man in einen See tauchen, damit der Druck 2,0 atm beträgt?

Name: _____

Aufgabe 2

Besuch auf dem Olympiaturm (20 Punkte). Die Aussichtsplattform und das *Restaurant 181* des Münchener Olympiaturms befinden sich auf 181 m Höhe. Der Fahrstuhl zur Aussichtsplattform beschleunigt aus der Ruhe in 2,0 s auf seine Endgeschwindigkeit von 7 m/s.

a) Was ist die Beschleunigung des Fahrstuhls in der ersten zwei Sekunden, unter Annahme konstanter Beschleunigung?

b) Wie weit fährt der Fahrstuhl in den 2,0 s?

c) Was ist die Durchschnittsgeschwindigkeit des Fahrstuhls, wenn die Auffahrt zur Aussichtsplattform insgesamt 30,0 s dauert?

Name: _____

- d) Das *Restaurant 181* und die Aussichtsplattform haben einen Durchmesser von 28,3 m und drehen sich um die Turmachse. Eine 360-Grad Drehung dauert 53 min. Wie groß ist die Zentripetalkraft, die auf Sie ($m = 55 \text{ kg}$) wirkt, wenn Sie am Rande der Aussichtsplattform sitzen?

- e) Welchen Winkel zur Horizontalen hat die Oberfläche des Weines in einem Weinglas, das auf einem Tisch vor Ihnen steht?

Name: _____

Aufgabe 3

Luftschiff Hindenburg (20 Punkte). Der Zeppelin *Hindenburg* war eines der größten jemals gebauten Luftschiffe. Der Zeppelin war ungefähr zylinderförmig mit einer Länge von 245 m und einer Durchmesser von 33 m und mit (gasförmigem) Wasserstoff (Dichte $\rho_{H_2} = 0,09 \text{ kg/m}^3$) gefüllt.

a) Was ist die Auftriebskraft der Wasserstofffüllung? Was ist das daraus resultierende maximale Startmasse, d.h. die maximale Masse der Zeppelinkonstruktion, der Passagiere und der Nutzlast?

b) Die Reisegeschwindigkeit des Zeppelins betrug 125 km/h. Wie groß ist die Luftreibungskraft, die dabei überwunden werden muss? (Hinweis: Sie können die Formel für Newton-Reibung benutzen; für einen Zeppelin beträgt der Widerstandkoeffizient $C_w \approx 0,05$).

Name: _____

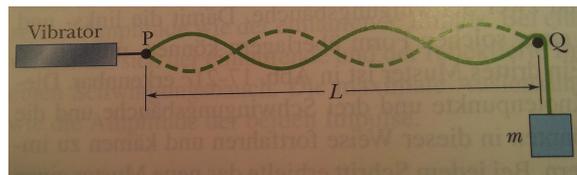
c) Was ist die Motorleistung, die nötig ist, um mit konstanter Geschwindigkeit von 125 km/h zu fliegen, wenn der Gesamtwirkungsgrad der Motoren und Propeller 30% beträgt?

d) Wie groß ist die maximale Startmasse, wenn man den Zeppelin mit Helium ($\rho_{He} = 0.18 \text{ kg/m}^3$) statt Wasserstoff füllt? Nutzen Sie ihre "chemische Allgemeinbildung", um zu beantworten, warum es trotzdem eine gute Idee ist, das Luftschiff mit Helium zu befüllen?

Name: _____

Aufgabe 5

Schwingenden Seil (15 Punkte). Ein Seil (siehe Abbildung unten) ist auf der linken Seite am Punkt P mit einem sinusförmig schwingenden Vibrator verbunden und auf der rechten über eine Rolle Q umgelenkt, so dass es von einem Gewicht der Masse m gespannt wird. Der Abstand zwischen P und Q ist $L = 2$ m, die lineare Massendichte (Masse pro Länge) des Seils $\mu = 1,6$ g/m und die Schwingungsfrequenz des Vibratos 120 Hz. Die Amplitude der Anregung bei P sei klein genug, damit der Punkt P als Knoten betrachtet werden kann. Ausserdem sei ein Knoten bei Punkt Q.



- a) Geben sie einen allgemeinen Ausdruck (d.h. als Formel, ohne eingesetzte Zahlenwerte) für die Resonanzfrequenz der n -ten Eigenschwingungen des Seils an, als Funktion der Wellengeschwindigkeit v und der Seillänge L .
- b) Für welche Masse m kann der Vibrator die 4. Harmonische (d.h. die Eigenschwingung mit $n = 4$, wie in der Skizze gezeigt) anregen? (Hinweis: Überlegen Sie, wie die Wellengeschwindigkeit von der Masse m abhängt.)
- c) Was passiert, wenn nun ein Gewicht mit $m = 3$ kg (anstelle der in der letzten Teilaufgabe berechneten Masse) an das Seil gehängt wird? (Hinweis: Kann sich noch eine harmonische Eigenschwingung ausbilden?) Wie groß ist die Amplitude der angeregten Schwingung, im Vergleich zur Situation in der letzten Teilaufgabe?