

Abschlussklausur

Vorname: _____ Nachname: _____

Matrikelnummer: _____

Studiengang: Chemie Biologie Lehramt Sonstiges: _____

- Bitte schreiben Sie Ihren Namen auf jede Seite und legen Sie Ihren Lichtbildausweis bereit.
- Erlaubt: Taschenrechner, ein beidseitig beschriebenes DIN A4 Blatt, Wörterbuch.
- Bearbeitungszeit: 120 min
- Ergebnisse bitte nur auf die Aufgabenblätter (zusätzliche Blätter sind bei den Tutoren erhältlich).
- 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

Viskosität von Wasser bei Normaldruck und $T = 20^\circ\text{C}$: $0,001 \text{ Pa}\cdot\text{s} = 0,001 \text{ kg}/(\text{m}\cdot\text{s})$

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

Avogadro-Konstante: $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Boltzmann-Konstante: $k_B = 1,381 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$

Gas-Konstante: $R = 8,314 \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol})$

$1 \text{ cal (Kalorie)} = 4,1868 \text{ J}$

Name: _____

Aufgabe 1

Verständnisfragen (30 Punkte). Geben Sie kurze Antworten (bei Multiple-Choice Fragen Zutreffendes ankreuzen, sonst 1-2 Sätze, bzw. kurze Rechnung, bzw. einfache Skizze) auf die folgenden Fragen.

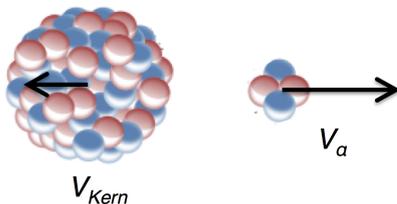
a) **Zentrifuge.** Sie wollen das Design Ihrer Laborzentrifuge verbessern. Welche Maßnahme führt zur größeren Erhöhung der Zentripetalbeschleunigung?

- A) Verdopplung des Radius des Rotors
- B) Verdopplung der Winkelgeschwindigkeit
- C) Die Maßnahmen in A und B haben den gleichen Effekt
- D) Die Antwort hängt noch von anderen Parametern ab

b) **Messwerte.** Sie wollen die NO_2 Konzentration an einer großen Münchener Kreuzung bestimmen. Dabei können Sie zwischen zwei Messgeräten auswählen: Messgerät A hat eine Standardabweichung der Messung von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und kann 100 (unabhängige) Messungen pro Stunde durchführen. Messgerät B hat eine Standardabweichung der Messung von $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und kann 10 (unabhängige) Messungen pro Stunde durchführen. Wenn Sie nach einer Stunde Messzeit eine möglichst genaue Angabe über die mittlere NO_2 Konzentration haben wollen, welches Messgerät sollten Sie anschaffen?

- A) Messgerät A
- B) Messgerät B
- C) Beide gleich gut

c) **α -Zerfall.** Ein ^{235}U Atomkern in Ruhe zerfällt in ein α -Teilchen (d.h. einen ^4He Kern) und einen ^{231}Th Kern. Wie groß ist die Geschwindigkeit des ^{231}Th Kern nach dem Zerfall (siehe Abbildung), wenn die Geschwindigkeit des α -Teilchens 10^7 m/s beträgt? *Hinweis:* Die Zahlen neben den Elementsymbolen geben ihre Masse an.



Name: _____

d) **Fallgeschwindigkeit.** Sie lassen zwei Kugeln mit gleicher Dichte aber mit unterschiedlichen Radien $R_1 > R_2$ von einem Wetterballon fallen. Welche Kugel erreicht die höhere Endgeschwindigkeit (d.h. die Geschwindigkeit bei der sich Schwerkraft und Reibungskraft in Luft aufheben)?

- A) Die Kugel mit R_1
- B) Die Kugel mit R_2
- C) Beide Kugeln gleich

e) **Längenänderung.** Wir betrachten ein gerades Segment von Eisenbahnschienen aus Stahl zwischen zwei Weichen in Chicago, das an einem heißen Sommertag ($T = 35\text{ °C}$) 400 m lang ist. Wie viel kürzer sind die Schienen bei extremem Winterwetter ($T = -35\text{ °C}$)? Der thermische Längenausdehnungskoeffizient von Stahl beträgt $\alpha = 17 \cdot 10^{-6}/\text{°C}$.

f) **Wasserspiegel.** Sie haben vier identische Eimer; in allen steht Wasser genau bis zum Rand, so dass es gerade überläuft. Eimer I) enthält nur Wasser, in Eimer II) schwimmt ein kleines Schiff aus Stahl auf dem Wasser, in Eimer III) ein Styropor-Klotz und in Eimer IV) ein Eisblock. Sie wiegen die vier Eimer. Welcher hat das größte Gewicht?

- A) Eimer I
- B) Eimer II
- C) Eimer III
- D) Eimer IV
- E) Alle gleich

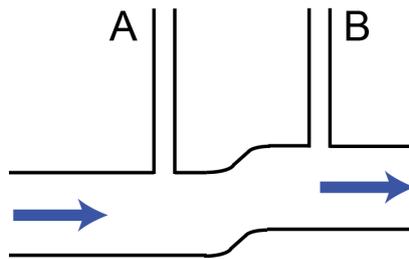
g) **Sirene.** Eine Pressluft-Sirene hat eine Frequenz von 440 Hz bei einer Lufttemperatur von 20 °C . An einem kalten Wintertag ist die Schallgeschwindigkeit 3% niedriger als bei 20 °C . Bei welcher Frequenz hören Sie jetzt die Sirene? *Hinweis:* Sie können etwaige Längenänderungen der Sirene vernachlässigen.

- A) 414 Hz
- B) 427 Hz
- C) 433 Hz
- D) 440 Hz
- E) 453 Hz

Name: _____

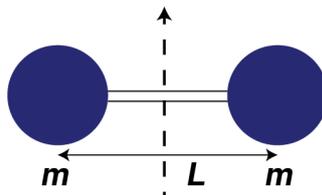
- h) **Temperaturskalen.** Die Schmelztemperatur einer DNA Sequenz, die Sie als *primer* verwenden wollen, beträgt 55°C . Geben Sie die Schmelztemperatur in K und $^{\circ}\text{F}$ an.

- i) **Fluid im Rohr.** Die Skizze unten zeigt ein Rohr, in dem ein inkompressibles und viskoses Fluid (d.h. mit Reibung) von links nach rechts strömt und mit dem zwei Steigrohre (A und B) verbunden sind. In welchem Steigrohr steht das Fluid höher?



- A) Steigrohr A
- B) Steigrohr B
- C) Beide Steigrohre gleich
- D) Kann nicht eindeutig beantwortet werden

- j) Eine Hantel besteht aus zwei Massen m in einem Abstand L (siehe Skizze), die sich um eine Achse durch ihre Mitte (gestrichelte Linie) dreht. Ihr Trägheitsmoment ist I . Was ist das neue Trägheitsmoment, wenn man den Abstand auf $L/2$ halbiert und gleichzeitig die Massen auf $2m$ verdoppelt?



- A) $2I$
- B) $I/2$
- C) $I/4$
- D) Keine der Antworten A-C

Name: _____

Aufgabe 2

Handball WM (20 Punkte). Der deutsche Handballnationaltorwart *Silvio Heinevetter* hat den Ball und bemerkt, dass das 35 m entfernte gegnerische Tor leer ist. Er beschließt direkt auf das Tor zu werfen. Sie können in dieser Aufgabe den Luftwiderstand vernachlässigen.

a) Mit welcher Geschwindigkeit (Betrag) muss *Heinevetter* den Ball in einem Winkel von 45° zur Horizontalen abwerfen, damit er auf gleicher Höhe direkt das gegnerische Tor erreicht?

b) Wie lange ist der Ball in der Luft, bevor er das gegnerische Tor erreicht?

c) Der französische Nationalspieler *Karabatić* reagiert blitzschnell und sprintet genau zum Zeitpunkt des Abwurfes in Richtung Tor, um den Ball noch auf der Torlinie abzuwehren. Kann er das Tor rechtzeitig erreichen, wenn er i) ebenfalls 35 m vom Tor entfernt ii) auf Höhe der Mittellinie, 20 m vom Tor entfernt, lossprintet? (*Hinweis:* Der Weltrekord im 100 m Lauf liegt bei 9,58 s).

Name: _____

- d) *Silvio Heinevetter* interessiert sich für Physik und möchte mehr über sein Spielgerät, den Handball, erfahren. Er lässt einen Handball aus einer Höhe h_0 fallen und stoppt die Zeitintervalle zwischen den Aufschlägen des Balles auf dem Boden. Für die ersten drei Zeitintervalle hat er die Ergebnisse in der Tabelle unten notiert. Was ist der Energieverlust des Balls beim Aufprall, d.h. was ist $E_{\text{nachher}}/E_{\text{vorher}}$?

Hinweis: Zwischen den Aufschlägen auf dem Boden kann man die Bewegung als freien Fall nähern und die gemessenen Zeiten sind die Abstände zwischen zwei Aufprallen, also eine Anstiegs- und eine Fallbewegung. Für die Energiebetrachtung ist es hilfreich, jeweils den höchsten Punkt zu betrachten.

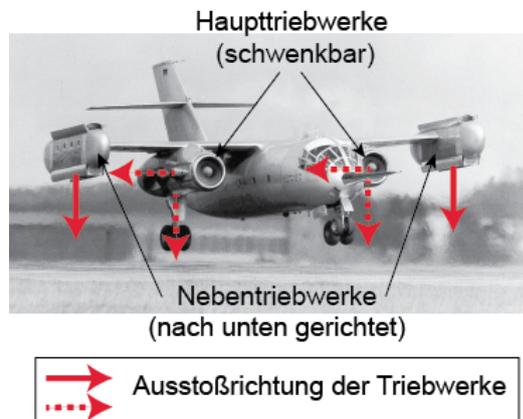
Δt_1	0,70 s
Δt_2	0,54 s
Δt_3	0,42 s

- e) Aus welcher Anfangshöhe h_0 hat er den Ball fallen lassen?

Name: _____

Aufgabe 3

Senkrechtstarter (20 Punkte). Die *Dornier Do-31* ist ein Senkrechtstarter-Frachtflugzeug. Das Flugzeug hat zwei Haupttriebwerke mit einem Schub von je 70 kN, die schwenkbar sind und ihren Schub entweder direkt nach unten (vertikal) oder direkt nach hinten (horizontal) richten können, wie in der Abbildung skizziert. Außerdem hat sie insgesamt 8 Nebentriebwerke, je 4 auf jeder Seite, die sich in den Kästen am Ende der Flügel befinden und nach unten gerichtet sind. Ihr Startgewicht beträgt insgesamt 21 000 kg.



- a) Wenn Haupt- und Nebentriebwerke mit maximalem Schub nach unten gerichtet sind, welchen Schub muss jedes der 8 Nebentriebwerke mindestens erzeugen können, damit das Flugzeug vertikal abhebt?

- b) Tatsächlich erreichen die Nebentriebwerke einen Schub von je 20 kN. Mit welcher Beschleunigung hebt das Flugzeug beim Senkrechtstart mit vollem Schub vom Boden ab?

Name: _____

- c) Das Flugzeug kann auch ohne die Nebentriebwerke abheben, wenn es mit horizontalen Haupttriebwerken auf einer Startbahn beschleunigt und den Auftrieb der Flügel nutzt. Als einfaches Modell für die Wirkungsweise der Flügel wollen wir Luft als ideales Fluid nähern und davon ausgehen, dass die Luft auf der Oberseite der Flügel immer 20% schneller strömt als auf der Unterseite der Flügel, d.h. dass $v_{\text{oben}} = 1,2 \cdot v_{\text{unten}}$. Was ist die Druckdifferenz zwischen der Unter- und Oberseite der Flügel $\Delta p = p_{\text{unten}} - p_{\text{oben}}$ als Funktion von v_{unten} und der Dichte der Luft ρ ?

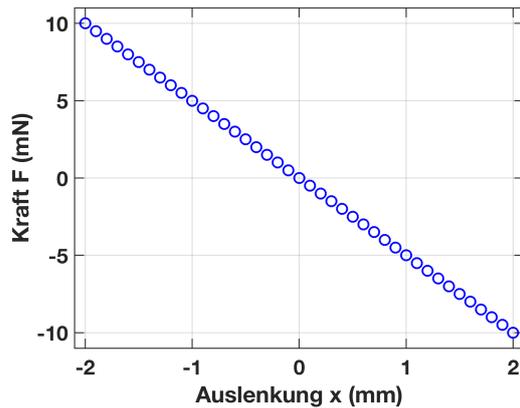
- d) Wenn die Dichte der Luft $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$ und die Fläche der Flügel insgesamt $A = 57 \text{ m}^2$ betragen, wie groß muss v_{unten} (und somit die Geschwindigkeit des Flugzeuges auf der Startbahn) mindestens sein, damit das Flugzeug abhebt?

Name: _____

Aufgabe 4

Seidenelastizität (15 Punkte). Seide ist ein von Seidenraupen produzierter Faserstoff. Die Abbildung unten zeigt eine Messung der Kraft F als Funktion der Auslenkung x eines Seidenfadens.

a) Was ist die Federkonstante k des Seidenfadens?



b) Zeichnen Sie schematisch die im Seidenfaden gespeicherte elastische potentielle Energie als Funktion der Auslenkung im Bereich $-2 \text{ mm} < x < 2 \text{ mm}$.

c) Sie beobachten eine Seidenraupe, die am oben gemessenen Faden hängt und nach einem Windstoß auf und ab schwingt. Sie bestimmen die Periodendauer der Schwingung zu $T = 0,2 \text{ s}$. Welche Masse hat die Raupe? *Hinweis: Wenn Sie die Teilaufgabe a) nicht lösen konnten, rechnen Sie mit $k = 1 \text{ N/m}$.*

Name: _____

Aufgabe 5

Seilwelle (15 Punkte). Eine Transversalwelle auf einem Seil wird dargestellt durch

$$y(x, t) = 0,48 \text{ m} \cdot \sin(5,6/\text{m} \cdot x + 85/\text{s} \cdot t)$$

Bestimmen Sie für diese Welle:

a) die Wellenlänge

b) die Frequenz

c) die Geschwindigkeit (Betrag und Richtung)

d) die Amplitude

e) die maximale Geschwindigkeit der Seilsegmente.