

Version s1: Chemie, Biologie, Geowissenschaften

**Albert-Ludwigs-Universität
Fakultät für Mathematik und Physik**

**Abschlußklausur zur Vorlesung
Einführung in die Physik mit Experimenten für NaturwissenschaftlerInnen
und UmweltwissenschaftlerInnen
WS 2014/15**

3. März 2015

Hinweise:

Es werden 20 Aufgaben gestellt (bitte überprüfen Sie die Unterlagen). Zu jeder Aufgabe werden 5 Antworten angeboten; nur eine davon ist richtig (Zahlenwerte sind in der Regel etwas abgerundet). Kreuzen Sie die richtige Antwort auf dem angehängten Lösungsblatt an.

Für eine richtige Antwort erhalten Sie einen Punkt. Eine Aufgabe, bei der mehr als eine Antwort angekreuzt wurde, ist ungültig und geht nicht in die Wertung ein. Die Klausur ist mit 8 Punkten bestanden.

Vergessen Sie nicht, Ihren Namen (und Ihre Matrikelnummer) auf Ihrem Lösungszettel anzugeben!

Formelsammlung

Konstanten

Elektronenmasse	m_e	$9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Elektronenladung	$-e$	$-1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Protonenladung	e	$1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
atomare Masseneinheit	amu	$1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Induktionskonstante	μ_0	$4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am}$
Infinitenzkonstante	ϵ_0	$8.85 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm}$
Lichtgeschwindigkeit	c	$2.9979 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
Boltzmannkonstante	k_B	$1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$
Gravitationskonstante	G	$6.672 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$
Avogadro-Zahl	N_A	$6.022 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol}$
Erdbeschleunigung	g	9.81 m/s^2

Benutzte Größen

Energie	E
Frequenz	f
Kreisfrequenz	$\omega = 2\pi f$
Wellenlänge	λ
Wellenzahl	$k = \frac{2\pi}{\lambda}$
Impuls	p
Masse	m
Federkonstante	D
Teilchendichte	$n = N/V$

Einheiten

Kraft	Newton, [N]=[kg m/s ²]
Energie	Joule, [J]=[Nm]
Leistung	Watt, [W]=[J/s]
Ladung	Coulomb, [C]=[As]
Spannung	Volt, [V]=[J/C]
Widerstand	Ohm, [Ω]=[V/A]
Magnetfeld	Tesla, [T]=[Vs/m ²]

Basics

		genauer:
Geschwindigkeit	$v = \dot{x}$	$\vec{v} = \frac{d}{dt} \vec{x}(t) = \dot{\vec{x}}(t)$
Beschleunigung	$a = \dot{v}$	$\vec{a} = \frac{d^2}{dt^2} \vec{x}(t) = \ddot{\vec{x}}(t)$
Zurückgelegter Weg	$s = vt + \frac{1}{2}at^2$	
Kinetische Energie	$E = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{p^2}{2m}$	
Impuls	$p = mv$	$\vec{p} = m\vec{v}$
Drehimpuls		$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$
Betrag Drehimpuls($\vec{r} \perp \vec{p}$)	$L = r p = r m v = J\omega$	
Dynamik		genauer:
Aktionsprinzip	$F = ma$	$\vec{F} = m\vec{a}$
Gewichtskraft im Erdschwerefeld	$F = mg$	$\vec{F} = m\vec{g}$
Beschleunigung auf schiefer Ebene	$a = g \sin \alpha$	
Zentripetalbeschleunigung	$a = r\omega^2 = \frac{v^2}{r}$	
Arbeit	$W = F s$	$W = \int_{r_1}^{r_2} \vec{F} \cdot d\vec{s}$
Potenitielle Energie im (konstanten) Gravitationsfeld	$E_{pot} = mgh$	
Leistung	$P = \frac{dW}{dt}$	
Impuls	$p = Ft$	$\vec{p} = \vec{p}_0 + \int_0^t \vec{F} dt$
Reibung (Coulomb)	$F_R = \mu F_{\perp}$	
Dynamik starrer Körper		
Trägheitsmoment	$J = \sum_i m_i r_i^2$	$J = \int_V r_{\perp}^2 \rho(\vec{r}) dV$
Steinerscher Satz	$J = J_s + M a^2$	
Drehmoment	$T = r F$	$\vec{T} = \vec{r} \times \vec{F}$
Drehimpuls	$L = T t$	$\vec{L} = \vec{L}_0 + \int_0^t \vec{T} dt$
Arbeit bei Drehbewegung	$W = T \varphi$	$W = \int_0^{\varphi_0} T d\varphi$
Leistung Drehbewegung	$P = T \omega$	$P = \dot{W}$
Winkelbeschleunigung	$\dot{\omega} = T/J$	$\dot{\vec{\omega}} = \frac{1}{J} \vec{T}$
gesamte kinetische Energie	$E_{kin} = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}J\omega^2$	

	genauer:	genauer:
Dynamik deformierbarer Körper		
Federkraft	$F = Dx$	
Potenitielle Energie Feder	$E_{pot} = \frac{1}{2} Dx^2$	
Druck	$p = \frac{F}{A}$	
Volumenarbeit	$W = p\Delta V$	$W = \int_{V_1}^{V_2} p(V)dV$
Druck in Medien im Schwerefeld	$p = \rho gh + p_0$	
Auftrieb	$F = \rho gV$	
Oberflächenenergie	$E = \sigma A$	
Bernoulli-Gesetz	$p + \frac{1}{2}\rho v^2 = p_0$	
Schwingungen und Wellen		
Federpendel	$\omega = \sqrt{\frac{D}{m}}$	
Schwingungsfrequenz Federpendel	$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$	
Wellenlänge	$\lambda = \frac{c}{f}$	
Wellengeschwindigkeit (Phase)	$c_{ph} = \frac{\omega}{k}$	
Wärmelehre		
Gleichverteilungssatz	$E = Nfk_B T/2$	
Wärmekapazität	$C = \frac{dE}{dT}$	
1. Hauptsatz	$\Delta U = \Delta Q + \Delta W$	
Zustandsgleichung ideales Gas	$pV = nk_B T$	
Adiabatische Zustandsänderung	$p = p_0 \left(\frac{V}{V_0}\right)^{\gamma}$	
Adiabatenexponent	$\gamma = \frac{c_p}{c_v} = f + 2$	
Schallgeschwindigkeit	$c_s = \sqrt{\frac{\gamma p}{\rho}} = \sqrt{\frac{\gamma k_B T}{m}}$	
Elektrizitätslehre		
Coulomb-Gesetz	$F = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$	genauer: $\vec{F}_1 = -\frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0} \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{ \vec{r}_2 - \vec{r}_1 ^3}$
Kraft im elektrischen Feld	$F = qE$	$\vec{F} = q\vec{E}$
Potential	$U = Ed$	$U(\vec{r}) = -\int_{r_0}^{\vec{r}} \vec{E}d\vec{s}$
Feld im Kondensator	$E = \frac{Q}{\epsilon\epsilon_0 A} = \frac{U}{d}$	
Kapazität	$C = \frac{Q}{U}$	
Ohm'sches Gesetz	$I = \frac{U}{R}$	
Widerstände in Reihe	$R = R_1 + R_2$	
Widerstände parallel	$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$	
Elektrische Leistung	$P = UI$	
Magnetfeld in einer langen Spule	$B = \mu_0 \frac{N}{L} I$	
Lorentzkraft	$F = qvB$	$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$
Kraft auf Leiter im B-Feld	$F = I l B$	
Leiterschleife, induzierte Spannung	$U = n\dot{\Phi}$	
Lichtgeschwindigkeit (Vakuum)	$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0\epsilon_0}}$	
Optik		
Doppelspalt, 1. Maximum	$d \sin \alpha = \lambda$	
Wellenlänge im Medium	$\lambda = \frac{c}{n f} = \frac{\lambda_0}{n}$	
Brechungsgesetz	$\sin \alpha_1 = \frac{n_2}{n_1} \sin \alpha_2$	
Sammellinse: Abbildungsgesetz	$\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b}$	
Abbildungsmaßstab	$\frac{B}{G} = \frac{b}{g}$	
Radioaktivität		
Zerfallsgesetz	$N = N_0 2^{-t/T_{1/2}} = N_0 e^{-\ln(2)t/T_{1/2}}$	



Frage 1 Ein Speicherkraftwerk speichert Energie, indem es Wasser z.B. aus einem See in ein höher gelegenes Speicherbecken pumpt. Um eine elektrische Leistung von 100 MW (die Leistung eines größeren Windparks) zu speichern, wieviel Wasser pro Sekunde muss ein solches Kraftwerk pumpen, wenn der Höhenunterschied zwischen See und Speicherbecken 100 m beträgt? (die Dichte von Wasser ist 1000 kg/m^3 ; es wird angenommen, dass die elektrische Energie verlustfrei in Hubarbeit umgesetzt wird)

- A 10 l
- B 10 m^3
- C 100 l
- D 100 m^3
- E 1000 l

Frage 2 Wenn eine Kugel mit einem Winkel von 45 Grad zur Waagerechten vom Erdboden aus nach oben geworfen wird, wie groß muss dann ihre anfängliche Geschwindigkeit (in Wurfrichtung) sein, damit sie nach 4 s wieder auf dem Erdboden aufkommt? (Reibung vernachlässigt)

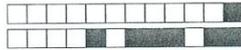
- A 19.6 m/s
- B 13.9 m/s
- C 39.2 m/s
- D 27.7 m/s
- E 55.4 m/s

Frage 3 Eine Probe alten Holzes zeige eine Kohlenstoff-14 Aktivität von 0.0156 Zerfällen pro Sekunde pro g Kohlenstoff; junges Holz würde 0.25 Zerfälle pro Sekunde pro g zeigen. Wie alt ist das Holz? (die Halbwertszeit von ^{14}C beträgt 5700 a).

- A 22800 a
- B 17100 a
- C 356 a
- D 15804 a
- E 91200 a

Frage 4 In einem zeitabhängigen Magnetfeld $B = B_0 \cos(\omega t)$ befinde sich eine flache Leiterschleife mit 3 Windungen und Fläche A, mit Flächennormale parallel zum Magnetfeld. Welche Spannung wird zwischen den beiden Enden der Leiterschleife induziert?

- A $B_0 A \cos(3\omega t)$
- B $3B_0 A \cos(\omega t)$
- C $B_0 A \cos(\omega t)$
- D $-3B_0 A$
- E $-3B_0 A \omega \sin(\omega t)$



Frage 5 Ein Bungee-Springer springe von einer 130 m hohen Brücke über einem Fluss. Das ungestreckte Bungee-Seil habe eine Länge von 80 m; der Springer habe eine Masse von 80 kg. Welche Federkonstante D muss das Bungee-Seil haben, damit der Springer die Wasseroberfläche gerade berührt, also hier kurzzeitig zur Ruhe kommt? (Tipp: der Springer verliert potentielle Energie durch die Höhenänderung und gewinnt kinetische Energie; im Bungee-Seil wird diese wieder als potentielle Energie gespeichert. Reibung ist vernachlässigt)

- A $D=126.7 \text{ N/m}$
- B $D=81.6 \text{ N/m}$
- C $D=15.7 \text{ N/m}$
- D $D=62.7 \text{ N/m}$
- E $D=12.1 \text{ N/m}$

Frage 6 Ein Kondensator mit einer Kapazität von $C = 10 \mu\text{F}$ werde mit einer Ladung von $Q = 0.01 \text{ C}$ geladen und dann über einen Widerstand mit $R = 100 \Omega$ entladen. Wie groß ist der anfängliche Strom?

- A 3.2 A
- B 7.3 A
- C 0.01 A
- D 5 A
- E 10 A

Frage 7 In einem Luftgewehr wirke auf ein rundes Geschoss mit Masse 0.5 g und Durchmesser 4.5 mm ein Druck von 200 bar ($2 \times 10^7 \text{ Pa}$). Wie groß ist anfänglich die Beschleunigung des Geschosses?

- A 9.81 m/s^2
- B 3200 m/s^2
- C $7.9 \times 10^8 \text{ m/s}^2$
- D $6.4 \times 10^5 \text{ m/s}^2$
- E 64000 m/s^2

$$2 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2$$

Frage 8 Die Intensität (Leistung pro Fläche) des Sonnenlichts beträgt um die Mittagszeit etwa 1 kW/m^2 . Wenn dieses Licht auf ein Wasserbecken mit 2 m^2 Fläche fällt, welches 10 cm hoch mit Wasser gefüllt ist, wie stark erwärmt sich dann das Wasser innerhalb von einer Stunde? (die Wärmekapazität von Wasser ist 4.2 MJ/K m^3 ; das Licht soll komplett absorbiert werden). $C = 4.2 \text{ MJ/K m}^3$

- A 4.3 K
- B 8.6 K
- C 2.4 K
- D 17.2 K
- E 0.86 K



Frage 9 Der Lichtstrahl eines grünen Lasers (Wellenlänge in Luft $\lambda = 532 \text{ nm}$) falle in ein wassergefülltes Aquarium und dort auf einen Doppelspalt mit Spaltabstand 0.03 mm . Auf einem Schirm, der sich im Wasser hinter dem Doppelspalt befindet, erscheint eine Beugungsfigur. Unter welchem Ablenkungswinkel erscheint hier das erste Beugungsmaximum? (Wasser hat einen Brechungsindex von $n=1.33$).

- A $\alpha = 1.02^\circ$
- B $\alpha = 0.51^\circ$
- C $\alpha = 0.76^\circ$
- D $\alpha = 2.04^\circ$
- E $\alpha = 0.38^\circ$

Frage 10 Eine Masse von 100 kg werde durch Drehung einer Spindel (einer großen Schraube) angehoben. Pro Umdrehung wird die Masse um 5 mm angehoben. Wenn es keine Reibungseffekte gibt, welches Drehmoment muss hierfür auf die Spindel ausgeübt werden? (Tipp: hier ist Dreharbeit gleich Hubarbeit)

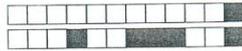
- A 2.45 Nm
- B 5.7 Nm
- C 3.6 Nm
- D 0.78 Nm
- E 4.9 Nm

Frage 11 Ein Luftballon werde oberhalb einer Wasseroberfläche auf ein Volumen von 1 l aufgepustet und dann in 5 m Wassertiefe gebracht. Welche Auftriebskraft wirkt hier auf den Ballon? (oberhalb der Wasseroberfläche wirke der normale Luftdruck, $p=10^5 \text{ Pa}$; die Hülle des Ballons soll sehr leicht dehnbar sein, also nicht zum Druck im Ballon beitragen; Luft wird als ideales Gas angesehen; die Temperatur sei überall gleich. Die Dichte von Wasser ist 1000 kg/m^3).

- A 20 N
- B 10 N
- C 6.5 N
- D 13 N
- E 11.4 N

Frage 12 Die Front eines Autos werde durch eine Sammellinse mit einer Brennweite von 0.3 m auf einen Schirm abgebildet. Der Abstand zwischen Auto und Linse sei 10 m . Wenn die beiden Autoscheinwerfer einen Abstand von 1.2 m haben, welchen Abstand haben dann die zwei zugehörigen Lichtpunkte auf dem Schirm?

- A 1.2 cm
- B 0.3 m
- C 1.2 m
- D 3.7 cm
- E 38.8 m



Frage 13 Ein LKW mit einer Masse von 40 t (40000 kg) fahre mit einer Geschwindigkeit von 80 km/h auf einen Kleinwagen mit einer Masse von 1000 kg auf, welcher in gleicher Richtung mit 60 km/h fährt. Wenn LKW und Kleinwagen nach dem Aufprall fest zusammenhängen, welches ist dann ihre gemeinsame Geschwindigkeit?

- A 79.5 km/h
- B 70 km/h
- C 80.5 km/h
- D 59.5 km/h
- E 100 km/h

Frage 14 Ein dünner Ring (anfangs in Ruhe) rolle eine schiefe Ebene hinunter; am Ende der Rampe habe er eine lineare Geschwindigkeit v_1 . Ein Klotz rutsche reibungslos die gleiche Rampe hinunter; hierbei erhält er die Geschwindigkeit v_2 . In welchem Verhältnis stehen die beiden Geschwindigkeiten?

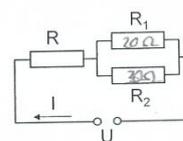
- A $v_2 = v_1$
- B $v_2 = \sqrt{2} v_1$
- C $v_2 = 2v_1$
- D $v_2 = 4v_1$
- E $v_2 = \sqrt{3} v_1$

Frage 15 Eine Person mit 100 kg Masse liege auf einer Luftmatratze, die auf einem See schwimmt. Welches Volumen muss die Luftmatratze haben, damit sie nur zur Hälfte in das Wasser eintaucht (die Person soll nicht eintauchen)? Die Dichte von Wasser ist 1000 kg/m^3 , die Masse der Luftmatratze sei vernachlässigt.

- A 200 m^3
- B 0.4 m^3
- C 100 l
- D 200 l
- E 20 l

Frage 16 In dem skizzierten Schaltkreis, wie groß muss der Widerstand R sein, damit ein Strom von $I=10 \text{ A}$ fließt? (Die Widerstände seien $R_1 = 20 \Omega$, $R_2 = 30 \Omega$, es sei eine Spannung von $U = 300 \text{ V}$ angelegt.)

- A 40Ω
- B 18Ω
- C 57Ω
- D 30Ω
- E 133Ω





Frage 17 Zwei Kugeln stoßen zentral und elastisch. Die erste Kugel hat die Masse $m_1 = 3$ kg und bewegt sich mit Geschwindigkeit $v_1 = 15$ m/s in Richtung der zweiten Kugel; diese hat die Masse $m_2 = 1$ kg. Welche Geschwindigkeit (in Richtung der ersten Kugel) muss die zweite Kugel haben, damit sich durch den Stoß bei beiden Kugeln die Bewegungen umkehren, d.h. sie sich mit Geschwindigkeiten $v'_1 = -v_1$ und $v'_2 = -v_2$ bewegen? (Tipp: man braucht nicht unbedingt zu rechnen - denken Sie an die Impuls- und Energieerhaltung. Ein positives v_2 bedeutet, dass sich die zweite Kugel in die gleiche Richtung wie die erste Kugel bewegt)

- A $v_2 = -15$ m/s
- B $v_2 = -45$ m/s
- C $v_2 = 15$ m/s
- D $v_2 = -7.5$ m/s
- E $v_2 = -5$ m/s

Frage 18 Eine Hantel, bestehend aus zwei Kugeln mit je 5 kg Masse, und einer masselosen Stange mit Länge 0.5 m dazwischen, hat bei der Rotation um ihren Schwerpunkt (dem Mittelpunkt der Stange) ein bestimmtes Trägheitsmoment J_1 . Wenn man die Hantel nun um eine Drehachse durch eine der beiden Kugeln rotieren lässt, besitzt es ein Trägheitsmoment J_2 . Wie ist die Beziehung der beiden Trägheitsmomente?

- A $J_2 = 1/4 J_1$
- B $J_2 = 4 J_1$
- C $J_2 = 2 J_1$
- D $J_2 = J_1$
- E $J_2 = 1/2 J_1$

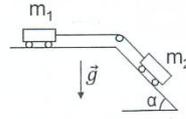
Frage 19 Geladene Ionen einer Sorte (z.B. Goldionen, Au^+) werden im Vakuum durch ein elektrisches Feld auf eine bestimmte kinetische Energie beschleunigt und durchfliegen danach ein magnetisches Feld senkrecht zu seiner Flugrichtung, wobei sie eine Kreisbahn beschreiben. Wie ändert sich der Radius der Kreisbahn, wenn man nun die Energie verdoppelt? (die Stärke des Magnetfeld bleibe gleich)

- A der Radius wird um $\sqrt{2}$ größer
- B der Radius halbiert sich
- C der Radius bleibt gleich
- D kann man nicht sagen, das hängt von der Masse des Ions ab
- E der Radius verdoppelt sich



+1/6/55+

Frage 20 Zwei Wagen seien wie skizziert über ein Seil verbunden, welches über eine Rolle läuft. Der erste Wagen mit Masse $m_1 = 5 \text{ kg}$ stehe auf einer ebenen Fläche, der zweite (mit Masse m_2) auf einer um $\alpha = 45^\circ$ geneigten Ebene. Welche Masse muss der zweite Wagen haben, damit beide Wagen mit 0.1 g beschleunigen?



- A 1.8 kg
- B 2.5 kg
- C 5 kg
- D 0.55 kg
- E 0.82 kg