

Repetitions-Prüfung zu PHY 117, Physik für Studierende der Biologie und Chemie, HS 2010

Montag 05.09.11, 1400h - 1600h

Name:..... Vorname:.....

Matrikel-Nummer:..... Unterschrift:.....

Bitte in Blockschrift ausfüllen - die folgende Tabelle leer lassen

Aufgabe	A	B	1	2	3	4	Σ
Punkte							

Note:.....

Regeln zur Benützung von Hilfsmitteln

Jegliche Art von Taschenrechnern und anderen elektronischen Hilfsmitteln (Laptops, Mobiltelefone, Nachschlagewerke, etc.) sind verboten.

Erlaubt ist eine eigenhändig verfasste, doppelseitig beschriebene A4 Seite mit einer Formelsammlung. Fremdsprachige Studierende dürfen ein normales Wörterbuch verwenden.

Weitere Hinweise

Vergewissern Sie sich, dass Sie eine komplette Klausur bekommen haben (es sollten mit dem Deckblatt 16 Blätter, also 32 Seiten, sein).

Für die Prüfung haben Sie zwei Stunden Zeit. Sie müssen nicht alle Aufgaben richtig gelöst haben für die Maximalnote. Nehmen Sie sich lieber Zeit und lösen Sie die bearbeiteten Fragen richtig.

Die Prüfung besteht aus multiple-choice Aufgaben und einigen normalen Lösungsaufgaben.

Es gibt zwei Arten von multiple-choice Aufgaben, die erste Gruppe (Typ A) hat nur eine richtige Antwort, bei der zweiten Gruppe (Typ B), sind mehrere Antworten möglich. Bei Fragen vom Typ B geben angekreuzte falsche Antworten negative Punkte. Dies jeweils so, dass die Summe der möglichen positiven Punkte der der möglichen negativen Punkte entspricht. Im Total können aus einer Aufgabe aus Teil B aber nicht weniger als Null Punkte gemacht werden. D.h. Alles ankreuzen gibt genauso Null Punkte wie Nichts ankreuzen.

Die Antworten der multiple-choice Aufgaben tragen Sie auf dem speziell dafür vorgesehenen Blatt auf Seite 3 ein.

Bei den anschliessenden normalen Aufgaben (ab Seite 9) schreiben Sie die Lösungen direkt auf die Blätter in die vorgesehenen Zwischenräume zwischen den jeweiligen Fragen. Falls Sie nicht genug Platz haben, können Sie auch die Rückseite der Blätter benützen. Markieren Sie in diesem Fall deutlich, wo der Korrigierende die Antwort suchen soll.

Lesen Sie die Aufgabenstellung immer zuerst genau durch.

Lösen Sie Aufgaben immer zuerst algebraisch und setzen Sie erst dann Zahlenwerte ein. Wenn nicht explizit Zahlenangaben verlangt sind, reicht eine Formel als Antwort.

Im Titel der Aufgabe ist jeweils angegeben, wieviele Punkte mit dieser Aufgabe maximal erreicht werden können.

Ableitungsregeln: Für die Ableitung von Produkten gilt $(f * g)' = f' * g + g' * f$; bei impliziten Funktionen gilt $(f(g(x)))' = g' * df/dg$. Ableitungen von Standardfunktionen: $(x^n)' = n * x^{n-1}$, $(e^x)' = e^x$, $\sin'(x) = \cos(x)$, $\cos'(x) = -\sin(x)$, $\ln'(x) = 1/x$.

Näherungen zum Rechnen ohne Taschenrechner (alle diese Näherungen stimmen auf mindestens 2% Genauigkeit): $\pi^2 = 10$; $\sqrt{2} = 1.4$; $\sqrt{5} = 2.2$; $\sqrt{3} = 1.7$; $\ln(2) = 0.7$; $k_B T = 4pNm$ (bei einer Temperatur von 293 K); $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Schreiben Sie bitte leserlich.

Ich wünsche Ihnen viel Erfolg!

C. Aegerter

Lösungen der multiple-choice Aufgaben

Bitte tragen Sie die richtigen Lösungen der multiple-choice Fragen hier durch Ankreuzen ein.

A.1) A B C D E

A.2) A B C D E

A.3) A B C D E

A.4) A B C D E

A.5) A B C D E

A.6) A B C D E

A.7) A B C

A.8) A B C D E

A.9) A B C

A.10) A B C D E

A.11) A B C

A.12) A B C D E

B.1) A B C D E F

B.2) A B C D E F

B.3) A B C D E F

B.4) A B C D E F

Rückseite des multiple-choice Antwortblatts

Multiple-choice Aufgaben, Typ A

1. Kinematik [MC:A, 1P]

Ein Autofahrer will eine Strecke von 40 km mit einer mittleren Geschwindigkeit von 40 km/h zurücklegen. Auf den ersten 20 km fährt er im Mittel 60 km/h. Auf den nächsten 10 km kommt er nur noch auf eine mittlere Geschwindigkeit von 20 km/h. Wie schnell muss er auf den verbleibenden 10 km fahren um doch noch eine mittlere Geschwindigkeit von 40 km/h zu erreichen?

- A 20 km/h
- B 40 km/h
- C 60 km/h
- D 80 km/h
- E das geht gar nicht mehr

2. Fehlerrechnung [MC:A, 1P]

Sie führen N Messungen einer Grösse durch, wobei jede einzelne Messung einen Fehler σ hat. Was ist der Fehler des Mittelwerts der Messungen?

- A σ
- B $\sigma * \sqrt{N}$
- C σ/\sqrt{N}
- D σ/N
- E $\sigma * N$

3. Einheiten [MC:A, 1P]

Welche der folgenden Gleichungen ist dimensionsmässig korrekt (x ist eine Länge, t ist eine Zeit, v ist eine Geschwindigkeit, a ist eine Beschleunigung)?

- A $a = v/x$
- B $v = x * t$
- C $v = x^2/t$
- D $v = a * t$
- E $x = v^2 * a$

4. Genauigkeit [MC:A, 1P]

Wie lang ist das Brett dessen Länge in der Figur gemessen wird? Die Massstabseinteilung ist in Centimetern angegeben.



- A (63 ± 2) m
- B 63(2) cm
- C $0.632 \text{ m} \pm 10\%$
- D (0.63224 ± 0.02489) m
- E 63.2(2) cm

5. **Skalengesetze** [MC:A, 1P]

Eine lineare Kurve mit Steigung a und Achsendurchgang b , also $y = a * x + b$ wird auf einer doppelt logarithmischen Skala aufgetragen. Was für eine Kurve erhalten Sie?

- A Eine Gerade mit Steigung 0
- B Eine Gerade mit Steigung a
- C Eine Gerade mit Steigung 1
- D Eine Gerade mit Steigung b
- E Keine Gerade

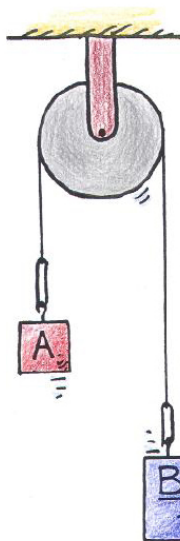
6. **Taylorentwicklung** [MC:A, 1P]

Was ist die Taylorentwicklung bis zur 1. Ordnung von $\exp(-x)$ um den Nullpunkt? Das heisst, wie dürfen Sie die Funktion nähern wenn x klein ist?

- A $1 - x$
- B $1 + x$
- C x
- D $1/(1 - x)$
- E $1 + x/2$

7. **Kräfte** [MC:A, 1P]

Zwei Gewichte A und B (die Masse von Gewicht B ist grösser) hängen wie gezeigt über einer Rolle. Beide sind mit identischen Gummibändern am Seil festgemacht. Welches Gummiband wird mehr auseinandergezogen?



- A Das bei Gewicht A
- B Das bei Gewicht B
- C Beide gleich

8. **Boltzmann Verteilung** [MC:A, 1P]

Die Moleküle in einem idealen Gas haben ein Gewicht und werden deshalb von der Erde angezogen. Um eine Höhe h zu erreichen ist eine potentielle Energie von mgh nötig. Wie gross ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein Molekül bei der Temperatur T in einer Höhe h zu finden ist?

- A $\exp(k_B T / (mgh))$
- B $\exp(-mgh / (k_B T))$
- C $k_B T / (mgh)$
- D $\exp(-mgh / T)$
- E $1 + mgh / (k_B T)$

9. **Wasser auf Waage** [MC:A, 1P]

Sie haben eine Tasse mit Wasser auf einer Waage. Wenn Sie auf die Tasse drücken erhöht sich das angezeigte Gewicht. Ebenso wenn Sie direkt auf die Waage drücken. Was passiert mit dem angezeigten Gewicht, wenn Sie den Finger ins Wasser tauchen ohne die Tasse oder die Waage zu berühren?

- A es nimmt ab
- B es nimmt zu
- C es bleibt gleich

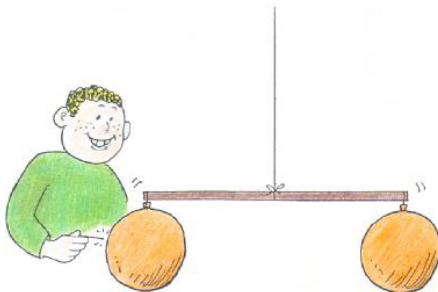
10. **Elastizität** [MC:A, 1P]

Welche Aussage beschreibt eine Spannungs-Dehnungs Kurve richtig?

- A Die Steigung der Kurve ergibt den Young-Modul
- B Die wirkenden Kräfte lassen sich aus den Werten der Spannung berechnen
- C Abweichungen von linearem Verhalten zeigen die Schmelzgrenze an
- D Das Integral unter der Kurve ergibt den Elastizitätsmodul
- E Das Ende der Kurve zeigt die Zerreissgrenze an

11. **Luftballone** [MC:A, 1P]

Zwei identische, aufgeblasene Luftballone sind genau balanciert an einem Stab befestigt (siehe Skizze). Jetzt lassen Sie den Ballon links platzen. Was passiert?



- A Nichts
- B Das Ende mit dem geplatzen Ballon geht nach oben
- C Das Ende mit dem geplatzen Ballon geht nach unten

12. **Nachtwärme** [MC:A, 1P]

Warum ist es im Winter in einer klaren Nacht viel kälter als in einer bewölkten?

- A Die Bewölkung leitet die Sonneneinstrahlung auch auf die Nachtseite
- B Die Bewölkung reflektiert die Wärmestrahlung von der Erde
- C Die Bewölkung kann die Erwärmung durch das Mondlicht besser aufnehmen
- D Die Wolken kommen durch warme Luft zustande und funktionieren deshalb als Wärmequelle
- E Das kalte Licht des Mondes in einer klaren Nacht führt zur Abkühlung

Multiple-choice Aufgaben, Typ B

1. Einheiten [MC:B, 3P]

Welche der folgenden Gleichungen ist dimensionsmässig korrekt (A ist eine Oberfläche, t ist eine Zeit, v ist eine Geschwindigkeit, a ist eine Beschleunigung, m ist eine Masse, F ist eine Kraft)?

- A $F = mv/t$
- B $m = F * a$
- C $v = \sqrt{A}/t$
- D $v = A/t$
- E $a^2 = v^2t$
- F $\sqrt{A}a = v^2$

2. Flüssigkeiten [MC:B, 3P]

Was gilt bei einer kleinen Reynolds Zahl?

- A Die viskose Reibung ist grösser als die turbulente
- B Die turbulente Reibung ist grösser als die viskose
- C Bei gleicher Geometrie und gleicher Geschwindigkeit ist die Flüssigkeit hochviskos
- D Bei gleicher Geometrie und gleicher Flüssigkeit ist die Geschwindigkeit hoch
- E Bei gleicher Geschwindigkeit und gleicher Flüssigkeit ist das Objekt klein
- F Bei gleicher Geometrie, gleicher Dichte und gleicher Geschwindigkeit ist die Reibung hoch

3. Pendel [MC:B, 3P]

Wodurch wird die Periode eines Federpendels bestimmt?

- A Auslenkung
- B Erdbeschleunigung
- C Federkonstante
- D Länge der Feder
- E Masse des schwingenden Objekts
- F Position der Ruhelage

4. Energie und Wärme [MC:B, 3P]

Welche der folgenden Aussagen ist richtig?

- A Bei Prozessen mit Reibung wird Energie vernichtet
- B Die potentielle Energie einer gespannten Feder ist kx
- C Die kinetische Energie einer Translationsbewegung ist mv
- D Wärme ist eine Form von Energie
- E In einem abgeschlossenen System ist die Summe der potentiellen und der kinetischen Energie konstant, ausser es gibt Reibung oder andere nicht-konservative Kräfte
- F Eine örtliche Veränderung der Energie ergibt eine Kraft

Aufgaben

Ein allgemeiner Hinweis zum Rechnen ohne Taschenrechner: Bestimmen Sie immer zuerst eine Beziehung zwischen den gegebenen Variablen (lösen Sie das Problem als Gleichung) und vereinfachen Sie das Resultat soweit wie möglich. Erst dann setzen Sie Zahlenwerte ein. Zur Vereinfachung von Rechnungen können Sie folgende Näherungen verwenden (alle diese Näherungen stimmen auf mindestens 2% Genauigkeit): $\pi^2 = 10$; $\sqrt{2} = 1.4$; $\sqrt{5} = 2.2$; $\sqrt{3} = 1.7$; $\ln(2) = 0.7$; $k_B T = 4pNm$ (bei einer Temperatur von 293 K); $g = 10 \text{ m/s}^2$.

1. Fehlerrechnung [6P]

a) Was ist der Fehler der Eigenfrequenz eines Federpendels? Zur Erinnerung: $\omega = \sqrt{k/m}$. Die Federkonstante hat einen Fehler σ_k , die schwingende Masse einen von σ_m . Rechnen Sie nur algebraisch und betrachten Sie die relativen Fehler.

b) Was ist der Fehler der Temperatur eines idealen Gases, wenn Sie Teilchenzahl, Volumen und Druck jeweils mit einem relativen Fehler von 1% bestimmt haben? Bestimmen Sie den Fehler zuerst algebraisch und setzen Sie dann ein. Zur Erinnerung: das ideale Gasgesetz lautet $pV = Nk_B T$, mit p Druck, V Volumen, N Teilchenzahl, T Temperatur und k_B der Boltzmann-Konstanten. Geben Sie auch einen numerischen Wert an.

Platz für Ihre Zusatzrechnungen:

c) Welchen relativen Fehler machen Sie rein statistisch, wenn Sie eine Anzahl Teilchen zählen? Betrachten Sie jedes Zählen als eine Messung die entweder 0 oder 1 sein kann, also einen Fehler von $\sigma_i = 1$ hat. Wenn Sie also N Teilchen zählen, machen Sie N solcher Messungen (wobei jede das Resultat 1 hat).

d) Sie messen die Aktivierungsenergie eines Prozesses über die Temperaturabhängigkeit der Diffusionskonstanten, also $D(T) = D_0 * \exp(-\frac{\Delta E}{k_B T})$. Die gemessene Diffusionskonstante und T seien fehlerbehaftet. Welchen Fehler machen Sie in der Messung der Aktivierungsenergie?

Platz für Ihre Zusatzrechnungen:

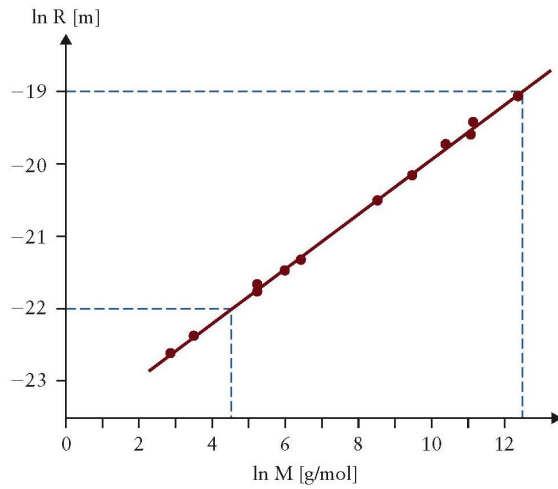
e) Die Energie einer Explosion, E , kann aus der Ausbreitungsgeschwindigkeit der Schockwelle, v , dem Abstand zum Ort der Explosion, R und der Dichte der Luft ρ abgeschätzt werden mittels: $E = \rho v^2 R^3$. Wie genau können Sie die Energie abschätzen wenn Sie den Abstand mit einer Genauigkeit von 2% und die Geschwindigkeit mit einer Genauigkeit von 3% kennen? Geben Sie auch einen numerischen Wert an.

f) Ein diffundierender Stoff legt im Mittel einen Abstand $R = \sqrt{\langle x^2 \rangle} = \sqrt{6D * t}$ zurück. Was ist der Fehler von R , wenn D und t je einen relativen Fehler von 1% haben? Geben Sie auch einen numerischen Wert an.

Platz für Ihre Zusatzrechnungen:

2. Einheiten und Dimensionsanalyse [6P]

a) Die Figur zeigt die Abhängigkeit der Grösse, R , eines Moleküls vom Molekulargewicht, M , der gleichen Substanz. Die Darstellung ist doppelt logarithmisch. Welche funktionelle Abhängigkeit hat das Molekulargewicht von der Molekülgrösse $M(R)$?



b) Wodurch ist ein Wärmefluss (Einheit W/m^2) gegeben, wenn Sie als mögliche Parameter eine Temperaturdifferenz (Einheit K), eine spezifische Wärme (Einheit J/K), eine Länge und eine Fließgeschwindigkeit gegeben haben?

Platz für Ihre Zusatzrechnungen:

c) Welche Einheit hat der Leitungskoeffizient μ in der Telegraphen-Gleichung für die Orts- und Zeitabhängigkeit der Spannung in einem Axon: $\frac{\partial U}{\partial t} = \mu \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + U/\tau$?

d) Welche dimensionslose Grösse können Sie aus einer Teilchengrösse R , einer Geschwindigkeit v , einer Flüssigkeitsdichte ρ (Einheit kg/m^3) und einer Viskosität η (Einheit Pa*s) konstruieren? Wählen Sie die Grösse so, dass die Teilchengrösse R linear eingeht.

Platz für Ihre Zusatzrechnungen:

e) Welche Einheit hat das Produkt aus einer Induktivität L und einer Kapazität C ? Zur Erinnerung: Eine Induktivität beschreibt den Zusammenhang zwischen einer Spannung U und der zeitlichen Ableitung eines Stroms I via $U = -LdI/dt$. Eine Kapazität beschreibt den Zusammenhang zwischen einer Spannung und einer Ladung Q via $Q = C * U$

f) Bestimmen Sie mit Dimensionsanalyse die Fallzeit eines Objektes, wenn Sie dessen Masse, m , die Fallstrecke L , die Erdbeschleunigung g und die Temperatur T gegeben haben.

Platz für Ihre Zusatzrechnungen:

3. Newton'sche Prinzipien und Beschreibung von Bewegungen [6P]

a) Betrachten Sie die Bewegungsgleichung eines fallenden Teilchens mit viskoser Reibung. Auf das Teilchen wirken also die Gewichtskraft, $-mg$, sowie die viskose Luftreibung, $6\pi\eta_{Luft}r_{Teilchen}v$. Welche Geschwindigkeit hat das Teilchen nach einer langen Fallzeit? Wie gross ist dann die Beschleunigung?

b) Mit welcher Geschwindigkeit trifft ein frei fallender Körper nach einer Fallstrecke s auf den Boden auf? Geben Sie auch die zugehörige Bewegungsgleichung an. Auf den Körper wirkt nur die Erdanziehung mg . Der Körper wird mit einer Geschwindigkeit v_0 nach oben losgelassen.

Platz für Ihre Zusatzrechnungen:

c) Betrachten Sie einen harmonischen Oszillator, also z.B. ein Feder-Pendel. Was sind die kinetische Energie und die potentielle Energie des oszillierenden Objektes zu jedem Zeitpunkt? Bedenken Sie dabei, dass auf das oszillierende Objekt der Masse m eine rückstellende Federkraft $-k\Delta x$ wirkt. Setzen Sie den Nullpunkt von x so, dass die Gleichung möglichst einfach wird. Für eine explizite Formulierung benützen Sie, dass eine oszillierende Bewegung durch $x(t) = x(0)\cos(\Omega t)$ beschrieben wird. Bedenken Sie auch, dass immer gilt: $\sin^2(x) + \cos^2(x) = 1$

d) Betrachten Sie die Gesamtenergie E_{tot} des harmonischen Oszillators aus Aufgabe c). Aufgrund der Energie-Erhaltung wissen wir, dass E_{tot} zeitlich konstant ist. Welche Bedingung an die Schwingungsfrequenz erhalten Sie daraus? Betrachten Sie dazu die Energie zuerst zur Zeit $t = 0$ und dann zu einer beliebigen Zeit $t =$.

Platz für Ihre Zusatzrechnungen:

e) Eine Person (Masse 70 kg) steht in einem Lift auf einer Waage. Zeichnen Sie die auf die Person wirkenden Kräfte (Gravitation und Normalkraft) und deren Gegenkräfte ein. Ausserdem stellen Sie die Bewegungsgleichung der Person auf, wenn sich der Lift mit a beschleunigt wird.

f) In der oben beschriebenen Situation zeigt die Waage ein Gewicht von 630 N an. Mit welcher Beschleunigung und in welche Richtung bewegt sich der Lift? Geben Sie auch einen numerischen Wert an.

Platz für Ihre Zusatzrechnungen:

4. Thermische Bewegung und Elastizität [6P]

a) Bei Raumtemperatur ($T = 293\text{K}$) sind typische Elastizitätsmodule in Metallen $Y = 2 * 10^{11} \text{Pa}$. Typische Bindungsenergien sind $E_B = 10^{-19} \text{J}$. Berechnen Sie den entsprechenden Abstand zwischen den Atomen für ein solches typisches Metall. Benützen Sie dazu, dass $Y = k/a$, wobei k die Federkonstante der Bindung und a der atomare Abstand ist. Geben Sie auch einen numerischen Wert an.

b) Was ist die spezifische Wärme eines zweidimensionalen, idealen Gases. Also was ist die Änderung der inneren Energie mit der Temperatur ($C_V = \partial U / \partial T$) eines Gases in dem sich die Teilchen nur in einer Ebene bewegen können? Denken Sie daran, dass jedes Atom bei höherer Temperatur seine kinetische Energie erhöht und dass in einem idealen Gas keine potentielle Energie vorhanden ist.

Platz für Ihre Zusatzrechnungen:

c) Wie lange dauert es bis ein Molekül einen Abstand von $100\mu m$ diffundiert ist? Betrachten Sie ein Molekül in einer Flüssigkeit der Viskosität $\eta = 10^{-3} Pa \cdot s$ mit einer Diffusivität von $1000(\mu m)^2/s$ und betrachten Sie die mittlere quadratische Abweichung des Teilchens $\langle x^2 \rangle = 6Dt$ nach einer Zeit t . Geben Sie auch einen numerischen Wert an.

d) Welche Energie muss aufgewendet werden um einen Aktin-Strang auf einen Biegeradius von $r = 2\mu m$ zusammen zu rollen? Benützen Sie dazu, dass die Biegeenergie gegeben ist durch $E_{Bieg} = \pi Y R^4 L / (16r^2)$, sowie die Definition und den Wert der Persistenzlänge: $\xi_P = \pi Y R^4 / (16k_B T) = 200\mu m$. Hier sind $Y = 10^9 Pa$ der Young-Modul von Aktin, $R = 8nm$ der Radius eines Aktin Moleküls und L die Länge der Schlaufe. Beachten Sie, dass Sie für eine Schlaufe mit einem Radius r eine Länge des Moleküls von $L = 2\pi * r$ benötigen.

Platz für Ihre Zusatzrechnungen:

e) Ein Kapillar-Gewebe hat eine Zerreiß-Spannung von etwa 2 N/m . Eine Kapillare ist in etwa zylinderförmig und hat einen durchschnittlichen Radius von $4 \mu\text{m}$. Welcher Blutdruck kann in der Kapillare herrschen bevor sie birst?

f) Wie ändert sich die Entropie eines (idealen) Gases, wenn Sie bei gleichem Volumen und gleicher Teilchenzahl die Temperatur verdoppeln?

Platz für Ihre Zusatzrechnungen: