



Freie und Hansestadt Hamburg
Behörde für Schule und Berufsbildung

_____ / _____
Kurs-Nr. / Name

Schriftliche Abiturprüfung Schuljahr 2014/2015

Physik auf grundlegendem Anforderungsniveau

an allgemeinbildenden und beruflichen gymnasialen Oberstufen

Haupttermin
Mittwoch, 22. April 2015, 9:00 Uhr

Unterlagen für die Prüflinge

Allgemeine Arbeitshinweise

- Tragen Sie rechts oben auf diesem Blatt und auf Ihren Arbeitspapieren Ihren Namen sowie die Kursnummer ein.
- Kennzeichnen Sie bitte Ihre Entwurfsblätter (Kladde) und Ihre Reinschrift.

Fachspezifische Arbeitshinweise

- Die Arbeitszeit beträgt **240 Minuten**.
- Eine Lese- und Auswahlzeit von **30 Minuten** ist der Arbeitszeit vorgeschaltet. In dieser Zeit darf nicht mit der Bearbeitung begonnen werden.
- Erlaubte Hilfsmittel: Taschenrechner (nicht programmierbar und nicht grafikfähig), Formelsammlung „Das große Tafelwerk interaktiv“ (Cornelsen Verlag), Rechtschreibwörterbuch, Zeichenhilfsmittel

Aufgabenauswahl

- Sie erhalten drei Aufgaben zu unterschiedlichen Schwerpunktthemen (I: Harmonische Schwingungen, II: Gravitation, III: Elektrisches Feld).
- Überprüfen Sie anhand der Seitenzahlen, ob Sie alle Unterlagen vollständig erhalten haben.
- Wählen Sie aus den Aufgaben zwei aus und bearbeiten Sie diese.
- Vermerken Sie auf dem Deckblatt und der Reinschrift, welche Aufgaben Sie ausgewählt und bearbeitet haben.

Ausgewählt wurden:

Nummer und Schwerpunktthema der Aufgabe

Operatoren

Operatoren	AB	Definitionen
abschätzen	II-III	Durch begründete Überlegungen Größenordnungen physikalischer Größen angeben.
analysieren, untersuchen	II-III	Unter gezielten Fragestellungen Elemente und Strukturmerkmale herausarbeiten und als Ergebnis darstellen.
angeben, nennen	I	Ohne nähere Erläuterungen wiedergeben oder aufzählen.
anwenden, übertragen	II	Einen bekannten Sachverhalt, eine bekannte Methode auf eine neue Problemstellung beziehen.
aufbauen	II-III	Objekte und Geräte zielgerichtet anordnen und kombinieren.
auswerten	II	Daten oder Einzelergebnisse zu einer abschließenden Gesamtaussage zusammenführen.
begründen	II-III	Einen angegebenen Sachverhalt auf Gesetzmäßigkeiten bzw. kausale Zusammenhänge zurückführen.
benennen	I	Elemente, Sachverhalte, Begriffe oder Daten (er)kennen und angeben.
beobachten	I-II	Wahrnehmen unter fachspezifischen Gesichtspunkten und z. B. skizzieren, beschreiben, protokollieren.
berechnen	I-II	Ergebnisse von einem Ansatz ausgehend durch Rechenoperationen gewinnen.
beschreiben	I-II	Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge unter Verwendung der Fachsprache in eigenen Worten veranschaulichen.
bestimmen	II	Einen Lösungsweg darstellen und das Ergebnis formulieren.
beurteilen	II-III	Hypothesen bzw. Aussagen sowie Sachverhalte bzw. Methoden auf Richtigkeit, Wahrscheinlichkeit, Angemessenheit, Verträglichkeit, Eignung oder Anwendbarkeit überprüfen.
bewerten	II-III	Eine eigene Position nach ausgewiesenen Normen oder Werten vertreten.
durchführen	I-II	An einer Experimentieranordnung zielgerichtete Messungen und Änderungen vornehmen.
einordnen, zuordnen	II	Mit erläuternden Hinweisen in einen Zusammenhang einfügen.
entwerfen, planen	II-III	Zu einem vorgegebenen Problem eine Experimentieranordnung finden.
entwickeln	II-III	Eine Skizze, eine Hypothese, ein Experiment, ein Modell oder eine Theorie schrittweise weiterführen und ausbauen.
erklären	II-III	Rückführung eines Phänomens oder Sachverhalts auf Gesetzmäßigkeiten.
erläutern	II-III	Ergebnisse, Sachverhalte oder Modelle nachvollziehbar und verständlich veranschaulichen.
erörtern	II-III	Ein Beurteilungs- oder Bewertungsproblem erkennen und darstellen, unterschiedliche Positionen und Pro- und Kontra-Argumente abwägen und mit einem eigenen Urteil als Ergebnis abschließen.
herausarbeiten	II-III	Die wesentlichen Merkmale darstellen und auf den Punkt bringen.
herleiten, nachweisen, zeigen	II	Aus Größengleichungen durch logische Folgerungen eine physikalische Größe bestimmen.
interpretieren	II-III	Phänomene, Strukturen, Sachverhalte oder Versuchsergebnisse auf Erklärungsmöglichkeiten untersuchen und diese gegeneinander abwägend darstellen.
prüfen	II-III	Eine Aussage bzw. einen Sachverhalt nachvollziehen und auf der Grundlage eigener Beobachtungen oder eigenen Wissens beurteilen.
skizzieren	I-II	Sachverhalte, Strukturen oder Ergebnisse kurz und übersichtlich darstellen mithilfe von z. B. Übersichten, Schemata, Diagrammen, Abbildungen, Tabellen und Texten.

Operatoren vergleichen, gegenüberstellen zeichnen	AB II-III I-II	Definitionen
		Nach vorgegebenen oder selbst gewählten Gesichtspunkten Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten und Unterschiede ermitteln und darstellen.
		Eine hinreichend exakte bildhafte Darstellung anfertigen.

Bewertung

Jeder Aufgabe sind 50 Punkte (P) zugeordnet, insgesamt sind also 100 Punkte erreichbar.

Bei der Festlegung von Notenpunkten gilt die folgende Tabelle.

Erbrachte Leistung	Notenpunkte
≥ 95 P	15
≥ 90 P	14
≥ 85 P	13
≥ 80 P	12
≥ 75 P	11
≥ 70 P	10
≥ 65 P	9
≥ 60 P	8

Erbrachte Leistung	Notenpunkte
≥ 55 P	7
≥ 50 P	6
≥ 45 P	5
≥ 40 P	4
≥ 33 P	3
≥ 26 P	2
≥ 19 P	1
< 19 P	0

Die Note „ausreichend“ (5 Punkte) wird erteilt, wenn annähernd die Hälfte (mindestens 45 %) der erwarteten Gesamtleistung erbracht worden ist. Dazu muss mindestens eine Teilaufgabe, die Anforderungen im Bereich II aufweist, vollständig und weitgehend richtig bearbeitet worden sein.

Die Note „gut“ (11 Punkte) wird erteilt, wenn annähernd vier Fünftel (mindestens 75 %) der erwarteten Gesamtleistung erbracht worden sind. Dabei muss die Prüfungsleistung in ihrer Gliederung, in der Gedankenführung, in der Anwendung fachmethodischer Verfahren sowie in der fachsprachlichen Artikulation den Anforderungen voll entsprechen. Ein mit „gut“ beurteiltes Prüfungsergebnis setzt voraus, dass neben Leistungen in den Anforderungsbereichen I und II auch Leistungen im Anforderungsbereich III erbracht worden sind.

Bei erheblichen Mängeln in der sprachlichen Richtigkeit sind bei der Bewertung der schriftlichen Prüfungsleistung je nach Schwere und Häufigkeit der Verstöße bis zu zwei Notenpunkte abzuziehen. Dazu gehören auch Mängel in der Gliederung, Fehler in der Fachsprache, Ungenauigkeiten in Zeichnungen sowie falsche Bezüge zwischen Zeichnungen und Text.

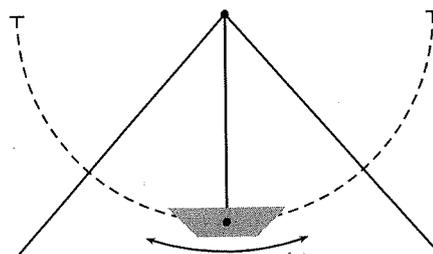
Aufgabe I: Schiffsschaukel auf dem Jahrmarkt

(50 P)

Schwerpunktthema: Harmonische Schwingungen

Auf dem Jahrmarkt gibt es Schiffsschaukeln, die folgendermaßen aufgebaut sind: Ein Schiff, welches Plätze für die Besucher enthält, hängt an einer Metallkonstruktion, die mittig auf eine Rotationsachse M geschraubt ist.

Die Konstruktion hat von der Rotationsachse bis zum Schwerpunkt des Schiffs gemessen einen Radius von $r = 10$ m. Die Masse des Schiffs im normal besetzten Zustand beträgt $m = 500$ kg. Luft- und Gleitreibung sind zu vernachlässigen. Nach dem Start führt das Schiff längs des halbkreisförmigen Weges Schwingungen um den an der tiefsten Stelle gelegenen Ortsnullpunkt 0 aus. Der Ortsfaktor für Hamburg ist $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Der Auslenkungswinkel α wird im Bogenmaß angegeben.

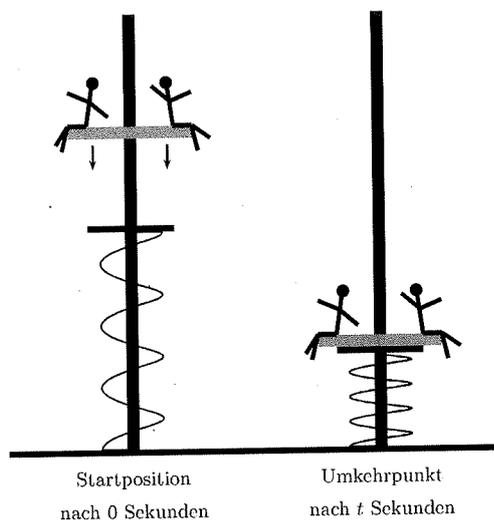


- a) • Skizzieren Sie ein Modell der Schiffsschaukel, indem Sie die oben genannten Größen in Ihre eigene Skizze eintragen. Die Masse des Schiffs wird als punktförmig angesehen.
• Beschreiben Sie anhand Ihrer Skizze, wie es nach dem Start bei der maximalen Auslenkung $+s_m$ zur Ausbildung einer Schwingung kommt. (6 P)
- b) • Leiten Sie mithilfe einer beschrifteten Skizze her, dass die tangential zum Weg wirkende Rückstellkraft F_R den Betrag $F_R = mg \sin(\alpha)$ hat.
• Erstellen Sie eine Wertetabelle, die die Größe F_R als Funktion von s beinhaltet und zeichnen Sie das zugehörige Diagramm $F_R(s)$ über s im Intervall $s = 0$ m bis $s = 15$ m.
• Begründen Sie, dass die Schwingung nicht harmonisch ist. (19 P)
- c) • Leiten Sie einen Zusammenhang für die maximale Geschwindigkeit v_m in Abhängigkeit von der Erdbeschleunigung g , dem Radius r und der Auslenkung s her.
• Berechnen Sie v_m für die maximale Auslenkung $s_m = 15$ m. (8 P)

Unter bestimmten Voraussetzungen ist es zulässig, diese Form der Pendelschwingung als harmonisch anzusehen.

- d) • Beschreiben Sie die Voraussetzungen dafür, dass die Schwingung der Schiffsschaukel als harmonische Schwingung betrachtet werden darf.
• Berechnen Sie die Periodendauer der Schwingung T für diesen Fall. (7 P)

Der Betreiber der Schiffsschaukel hat eine Idee: Als weitere Attraktion möchte er neben der Schiffsschaukel einen kleinen Fallturm errichten lassen, der aus einer frei fallenden Plattform mit maximal 4 Besuchern mit je 75 kg, einem Führungsturm und einer Prallfeder besteht. Die Sitzplattform der Masse 50 kg wird mitsamt der gesicherten Jahrmärktsbesucher in eine Höhe gehoben, von der aus ein freier Fall stattfindet. Prallt die Plattform auf die Prallfeder, so wird sie bis zum Stillstand abgebremst und die Feder gestaucht (Umkehrpunkt). Dann entspannt die Feder sich und die Plattform schnellt empor. Dieser Vorgang wird vereinfachend als reibungsfrei betrachtet. Rechtsseitige Skizze verdeutlicht die Anordnung.



Entscheidend für die Attraktivität von Fahrgeschäften ist, dass Beschleunigungen oberhalb der Erdbeschleunigung auftreten. Gleichzeitig darf aus Sicherheitsgründen die fünffache Erdbeschleunigung nicht überschritten werden.

- e) • Entwerfen Sie einen attraktiven, aber sicheren Fallturm und geben Sie Zahlenwerte für die relevanten physikalischen Größen an. Weisen Sie nach, dass Ihr Fallturm sicher und attraktiv ist. (10 P)

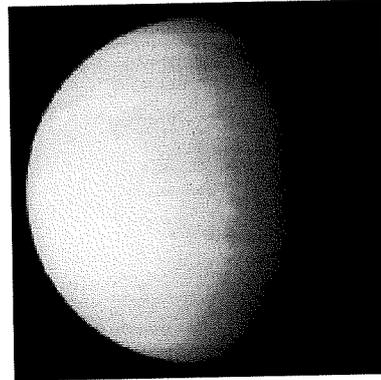
Aufgabe II: Ein Planet, ein Komet, ein Meteorit

(50 P)

Schwerpunktthema: Gravitation

Die Himmelskörper, die zum Sonnensystem gehören, bewegen sich auf Kreisen oder Ellipsen um das Zentralgestirn Sonne oder als Monde um die Planeten. Will man die Bahnen von Monden, Planeten oder Kometen beschreiben und berechnen, so kann man dazu die Kepler'schen Gesetze, das Newton'sche Gravitationsgesetz sowie das Prinzip der Energieerhaltung heranziehen.

Das Bild rechts zeigt die Venus am Morgenhimmel.



Die Venus hat eine Umlaufzeit von 225 Tagen um die Sonne.

- a) • Berechnen Sie mittels des 3. Kepler'schen Gesetzes die Entfernung der Venus von der Sonne in Astronomischen Einheiten (AE). (8 P)
- b) • Bestimmen Sie mittels der Bahndaten der Venus die Masse der Sonne. Verwenden Sie dazu das Newton'sche Gravitationsgesetz. (8 P)

Der Planet Venus wird wechselweise als Abend- oder Morgenstern bezeichnet. Als Abendstern kann die Venus maximal 48 Grad über dem Westhorizont stehen, nachdem die Sonne untergegangen ist; als Morgenstern steht die Venus maximal 48 Grad über dem Osthorizont direkt vor Sonnenaufgang.

- c) • Fertigen Sie eine Skizze an, die die Bewegung von Venus und Erde um die Sonne wiedergibt.
• Erläutern Sie, wie die oben beschriebene Doppelnatur der Venus als Abend- und Morgenstern zustande kommt. (9 P)

Im Gegensatz zu den Planeten bewegen sich Kometen oft auf sehr lang gestreckten Ellipsen auf ihrer Bahn um die Sonne.

- d) • Skizzieren Sie die Situation, die durch das 2. Kepler'sche Gesetz beschrieben wird. Betrachten Sie dabei die durchlaufenen Flächen näherungsweise als Dreiecke.
• Zeigen Sie dann, dass für Geschwindigkeiten v und Entfernungen r des Kometen aus dem Gesetz folgt: $v_A \cdot r_A = v_P \cdot r_P$. A steht für Aphel, den sonnenfernsten Punkt der Kometenbahn und P für das Perihel, den sonnennächsten Bahnpunkt. (9 P)

Der Komet Halley bewegt sich in 76 Jahren einmal um die Sonne. Seine große Bahnhalbachse ist 17,834 AE lang. Im Perihel ist seine Entfernung zur Sonne $r_P = 0,586$ AE und seine Geschwindigkeit $v_P = 54,57 \frac{\text{km}}{\text{s}}$.

- e) • Berechnen Sie seine Geschwindigkeit im Aphel mit der Beziehung $v_A \cdot r_A = v_P \cdot r_P$. (7 P)

Mitunter stürzen Überreste von Kometen als Meteoriten auf die Erde und sorgen für erhebliche Schäden am Erdboden.

- f) • Schätzen Sie die Energie ab, die freigesetzt wird, wenn ein Meteorit mit 10 m Durchmesser mit einer Geschwindigkeit von $15 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ die Erde trifft.
- Vergleichen Sie diese Energie mit der Energie, die ein typisches deutsches Kernkraftwerk mit einer Leistung von 1400 MW bereitstellt. (9 P)

Aufgabe III: Der Defibrillator – ein Kondensator als lebensrettender Energiespeicher

(50 P)

Schwerpunktthema: Elektrisches Feld

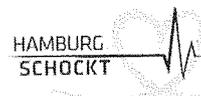
„Beim Kammerflimmern, einer

hohe elektrische Leistung...“

(aus: Halliday, Physik. Wiley-VCH, 2003)

Anwendung des Defibrillators

Im Text oben ist beschrieben, dass zur Elektroschock-Therapie auch unterwegs eine sehr große elektrische Leistung abgerufen werden muss. Man nennt die tragbaren Geräte, mit denen dies möglich ist, „Defibrillatoren“. Man findet sie inzwischen in immer mehr öffentlichen Gebäuden.



- a) • Geben Sie an, wie man die Leistung 100 kW aus den anderen im Text genannten Größen berechnen kann.
- Berechnen Sie, welche Spannung bei der Wiederbelebung an die Brust des Patienten angelegt werden muss.
- (6 P)

Bei Defibrillatoren werden Kondensatoren als Energiespeicher eingesetzt. Eine Batterie lädt den Kondensator auf eine hohe Spannung, indem über eine elektronische Schaltung aus der niedrigen Batteriespannung kurzzeitig und periodisch eine hohe Spannung erzeugt wird. Mit dieser Ladespannung wird der Kondensator auf eine hohe Spannung aufgeladen. Dabei wird nur eine relativ geringe Leistung benötigt.

- b) • Prüfen Sie, ob ein Kondensator mit der Kapazität $C = 70 \mu\text{F}$ bei einer Spannung von $U = 5000 \text{ V}$ genügend Energie für den beschriebenen Anwendungszweck zur Verfügung stellt.
- (8 P)

Technische Weiterentwicklung

Um die Anwendung des Defibrillators zu optimieren, wird die Entladung des Kondensators aus Aufgabenteil b) im Labor untersucht. Dazu wird der Patient durch einen Ersatzwiderstand $R = 125 \Omega$ ersetzt und die Spannung am Kondensator in Abhängigkeit von der Zeit bei der Entladung über diesen Ersatzwiderstand gemessen. Man erhält die folgenden Daten:

t in ms	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U in kV	5,1	4,4	3,8	3,7	3,1	2,8	2,7	2,3	2,0	1,7	1,7

- c) • Zeichnen Sie die Datenpunkte in ein angemessenes Koordinatensystem.
- Zeichnen Sie eine Entladekurve ein, die die Datenpunkte sinnvoll beschreibt.
 - Erklären Sie physikalisch, warum die *Abnahme* der Spannung zu Beginn der Entladung größer ist als am Ende. **(10 P)**

Aus anderen Untersuchungen ist bekannt, dass sich die Spannung am Kondensator alle 6,2 ms halbiert. Interessanter ist aber die sogenannte „Zeitkonstante“ τ , das ist die Zeit, in der die Spannung auf 36,8% der Ausgangsspannung abgefallen ist. Die Zeitkonstante hängt mit der Kapazität und dem Widerstand zusammen: Sie ergibt sich als Produkt $\tau = R \cdot C$.

- d) • Schätzen Sie die Zeitkonstante τ möglichst genau ab.
- Überprüfen Sie, ob die Zeitkonstante in diesem Beispiel mit hinreichender Genauigkeit mit dem berechneten Wert $\tau = R \cdot C$ übereinstimmt. **(7 P)**

In den letzten Jahren haben mobile Defibrillatoren eine starke Verbreitung erfahren. Es gibt an öffentlichen Orten Defibrillatoren, die zur Rettung eines Patienten mit Herzanfall auch von medizinischen Laien bedient werden können. Daher spielen neben der leichten Handhabbarkeit auch die Verkleinerung der Bauform und die Produktionskosten eine wichtige Rolle.

In einer Firma, die Defibrillatoren herstellt, wird mit verschiedenen Verbesserungsvorschlägen experimentiert.

- e) • Berechnen Sie, welche Fläche ein Plattenkondensator mit der Kapazität $C = 70 \mu\text{F}$ haben müsste, wenn die Platten 0,1 mm voneinander entfernt sind. Nehmen Sie an, dass sich zwischen den Kondensatorplatten Luft befindet.
- Beurteilen Sie, ob sich dieser Plattenkondensator zum Aufbau im Labor eignet.
 - Beschreiben Sie, wie das elektrische Feld zwischen den Kondensatorplatten beschaffen ist.
 - Erklären Sie mithilfe eines physikalischen Modells, wie durch das Einbringen eines Dielektrikums zwischen die Kondensatorplatten die Kapazität erhöht werden kann. **(11 P)**

Ein Praktikant der Firma schlägt vor, die Baukosten zu reduzieren, indem der ursprüngliche Kondensator mit der Kapazität $C = 70 \mu\text{F}$ durch zwei Kondensatoren der halben Kapazität ersetzt wird, die zusammen billiger sind als der ursprüngliche Kondensator.

- f) • Berechnen Sie den gesamten Energieinhalt für eine Reihenschaltung von zwei Kondensatoren, die jeweils die Kapazität $C_{neu} = 35 \mu\text{F}$ haben, wenn eine Spannung von $U = 5000 \text{ V}$ anliegt.
- Beurteilen Sie, ob die beschriebene Reihenschaltung zweier Kondensatoren geeignet ist, den ursprünglich vorhandenen Kondensator im Defibrillator zu ersetzen.
- Begründen Sie, dass das angestrebte Ziel – ein funktionsfähiger und billigerer Defibrillator – durch eine Parallelschaltung besser erreicht werden kann. **(8 P)**

