#	Pkt
1	16,5
2	14
3	9P.
4	6,5
Σ	46

Klausur zum Physikalischen Grundpraktikum Teil I

im Wintersemester 2009/10

Name:	Julian Bergmann
Matrikelnr.:	1012877

Bitte nur die verteilten Klausurseiten für Antworten benutzen !

Für weitere Ersatzseiten bitte an die Aufsicht wenden.

1 Zu Projekt 1.1: Statistik

Einige deutsche Fußballmannschaften haben sich entschieden, ein Benefizturnier zu Gunsten der Ausstattung des physikalischen Grundpraktikums in Gießen zu veranstalten.

1. Bitte nutzen sie für diesen Aufgabenteil die **Binomialverteilung**.
   Eintracht Frankfurt gewinnt mit einer Wahrscheinlichkeit von 60% ein Spiel.
   - Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass sie genau 2 von 3 Spielen gewinnen? **(3 Punkte)** 2
   - Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass sie genau 1 von 3 Spielen gewinnen? **(3 Punkte)** 2
   - Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass sie genau 1 **oder** genau 2 der 3 Spiele gewinnen? **(2 Punkte)** 2
2. Bitte nutzen sie für diesen Aufgabenteil die **Poissonverteilung**.
   Das Eintracht Frankfurt das Turnier gewinnt, steht zum Ende hin schnell fest und die Fans der anderen Mannschaften verlassen frustriert das Stadion. Durchschnittlich verlässt alle 10 Sekunden ein Fan das Stadion, d.h. pro Minute im Durchschnitt 6 Fans.
   - Was sind Erwartungswert und Varianz bei der Poissonverteilung? **(2 Punkte)** 2
   - Wann ist es gerechtfertigt die Poissonverteilung als Näherung an die Binomialverteilung zu verwenden? **(2 Punkte)** 2
   - Berechnen Sie das Verhältnis der Wahrscheinlichkeiten p_1 und p_2, wobei p_1 die Wahrscheinlichkeit ist, dass in einer Minute nur 2 Personen das Stadion verlassen, und p_2 die Wahrscheinlichkeit ist, dass in einer Minute 7 Person das Stadion verlassen. Anleitung: Setzen Sie für p_1 und p_2 die Poissonverteilung an. Komplizierte numerische Terme kürzen sich dann beim Verhältnis heraus. **(4 Punkte)** 3
3. Schreiben Sie die Formel für die Wahrscheinlichkeit $P(x)$ für die Normalverteilung hin. Benennen Sie alle Parameter. Was sind Erwartungswert und Varianz bei der Normalverteilung? **(4 Punkte)** 3,5

16,5

Nr. 1

1) $P(x) = \binom{n}{x} \cdot p^x \cdot q^{n-x}$ $\qquad V(x) = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N} (x - \bar{x})^2$

- $P_2 = \binom{3}{2} \cdot 0{,}6^2 \cdot 0{,}4^1 = \frac{3!}{2! \cdot 1!} \cdot 0{,}36 \cdot 0{,}4 = 3 \cdot 0{,}128 = 0{,}384$
  $= 38{,}4\,\%$ f − 1

- $P_1 = \binom{3}{1} \cdot 0{,}6^1 \cdot 0{,}4^2 = 6 \cdot 0{,}6 \cdot 0{,}16 = 0{,}36 \cdot 0{,}16 = 0{,}0576$
  $= 5{,}76\,\%$ f − 1

$$\begin{array}{r} 36 \cdot 16 \\ \hline 36 \\ 216 \\ \hline 576 \end{array}$$

- $P_{2,1} = P_2 + P_1 = 38{,}4\,\% + 5{,}76\,\% = 44{,}16\,\%$ (✓)
  f.f

2) $P(x) = \frac{a^x}{x!} e^{-a}$, $a = np$

- $V(x) = \langle x \rangle = np$ ✓ (hier 6)

- Bei großen n und sehr kleinen p, sodass np klein ist! ✓

- $a = 6 \Rightarrow P_1 = \frac{6^2}{2!} e^{-6}$ ✓, $P_2 = \frac{6^7}{7!} e^{-6}$ ✓

  also $\frac{P_1}{P_2} = \frac{6^2}{6^7} \cdot \frac{7!}{2!} \cdot \frac{e^{-6}}{e^{-6}} = 6^{-4} \cdot 7 \cdot 6 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 3 = \frac{7 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 3}{6^3}$

  $= \frac{7 \cdot 5 \cdot 4}{6^2 \cdot 2} = \frac{7 \cdot 5 \cdot 2}{6^2} = \frac{7 \cdot 5}{6 \cdot 3} = \frac{35}{18}$ f − 1

3) $P(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma(x)} e^{-\frac{(x - \langle x \rangle)^2}{2\sigma(x)^2}}$ −0,5

$\sigma(x)$: Standardabweichung von $x = \sqrt{V(x)}$

$\langle x \rangle$: Erwartungswert von $x = np$ ✓

$V(x)$: Varianz von $x = npq$

2 Zu Projekt 1.4A: Torsionsmodul

Ein Torsionspendel besteht aus einem Metallzylinder, aufgehängt an einem Metalldraht. Es wird um einen Anfangswinkel φ_0 ausgelenkt, losgelassen und beginnt zu schwingen.
Das Direktionsmoment betrage D=50 kg m^2/s^2. Das Trägheitsmoment beträgt I=2 kg m^2.

- Wie ist ein Drehmoment definiert, und was ist der physikalische Zusammenhang zwischen Drehmoment und Direktionsmoment? **(2 Punkte)** 1

- Wie ist ein Trägheitsmoment definiert, und was ist der physikalische Zusammenhang zwischen Drehmoment und Trägheitsmoment? **(2 Punkte)** 1

- Mit welcher Kreisfrequenz ω schwingt das Torsionspendel? **(6 Punkte)** 2 Jh
  Stellen Sie die Differentialgleichung auf. Anmerkung: Nutzen Sie das Gleichgewicht der Drehmomente. Schreiben Sie die Lösung für die Schwingung, d.h. die Winkelamplitude $\varphi(t)$ hin. Dann setzen Sie die Zahlenwerte ein und berechnen ω. Vernachlässigen Sie dabei die Reibung.

- Nun wird der Metallzylinder durch einen anderen Metallzylinder mit gleicher Masse, aber grösserem Radius ausgetauscht. Wird die Torsionsschwingung schneller oder langsamer? Begründen Sie Ihre Antwort. **(4 Punkte)** 4

- Das Trägheitsmoment habe einen Fehler von ΔI=0,4 kg m^2, das Direktionsmoment sei fehlerlos. Wie groß ist der Fehler (Standardabweichung) der Schwingungsfrequenz ? **(6 Punkte)** 6
  Anmerkung: Nutzen Sie die Formel für Fehlerfortpflanzung
  (obwohl es nur eine fehlerbehaftete Größe gibt).

Nr 2

- Drehmoment M = Kraft F · Hebelarm s
Direktionsmoment ist das durch die Torsion des Drahtes ~~Direktionsmoment ist die Übertragungsfähigkeit des Drehmomentes in die Rotation~~ wirkende Drehmoment.

- Trägheitsmoment: $I = \int M = \int r^2 dm$
Trägheitsmoment ist die Starrheit des Körpers gegen ein Drehmoment bzw. Rotationsbewegungsänderung.

- $\varphi(t) = \varphi_0 \sin(\omega t)$, $\omega = \sqrt{\frac{D}{I}} = \sqrt{\frac{50 \frac{kg m^2}{s^2}}{2 kg m^2}} = 5 Hz$ (2)

$I \alpha + \omega \varphi = 0$? $\Rightarrow \varphi(t) = \varphi_0 \sin(5 Hz \cdot t)$

- Das Trägheitsmoment eines Zylinders um seine mittlere Achse ist def. durch $I = \frac{1}{2} m R^2$.
Bleibt m nun gleich bei größerem R, ist I auch größer.
Da das Trägheitsmoment die Trägheit des Zylinders in der Rotationsbewegung widerspiegelt, wirkt ein Drehmoment weniger auf den Körper bezüglich der Rotationsbeschleunigung.
Somit sollte sich die Schwingungsfrequenz $\omega = \sqrt{\frac{D}{I}}$ bei konstantem D und größerem I verringern. 4
Damit schwingt der Zylinder langsamer bei größerem Radius.
gut

- $\Delta \omega = \sqrt{\left(\frac{\partial \omega}{\partial I} \Delta I\right)^2} = \left|\frac{\partial \omega}{\partial I} \Delta I\right| = \left|\sqrt{D} \cdot \left(-\frac{1}{2}\right) \cdot \frac{1}{\sqrt{I^3}} \cdot \Delta I\right| = \left|-\sqrt{\frac{D}{4 I^3}} \cdot \Delta I\right|$

$= \left|-\sqrt{\frac{50 \frac{kg m^2}{s^2}}{4 \cdot (2 kg m^2)^3}} \cdot 0{,}4 kg m^2\right| = \sqrt{\frac{25}{16}} \frac{1}{s \, kg m^2} \cdot 0{,}4 kg m^2$

$= \left(\frac{5}{4} \cdot 0{,}4\right) Hz = 0{,}5 Hz$ ✓

6P

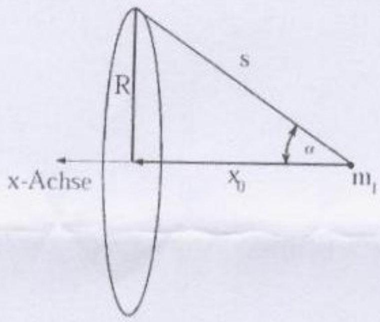
3 Zu Projekt 1.4B: Gravitationskonstante

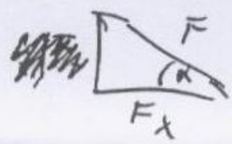
Ein Ring mit Radius R und Gesamtmasse m_2 befindet sich im Abstand x_0 von einer Punktmasse m_1. (siehe Skizze).

- Wie groß ist die Kraft F, die auf die Punktmasse wirkt. **(3 Punkte)** 2
- Wie groß sind F_x und F_y, die x- und y-Komponenten der Kraft. Formen Sie das Ergebnis so weit um, dass die Strecke s und der Winkel α nicht mehr auftaucht. Hinweis: Nutzen Sie Pythagoras und trigonometrische Funktionen. **(3 Punkte)** 2,5
- Berechnen Sie F_x als Näherung für die beiden Einzelfälle *(a)* Punktmasse in Zentrum des Rings und *(b)* Punktmasse in weiter Entfernung des Rings ($x_0 \to \infty$). **(2 Punkte)** 2
- Ersetzen Sie den Ring durch eine Punktmasse mit der gleichen Masse m_2 im Abstand x_0 der Punktemasse m_1. Ist die Kraftkomponente F_x größer oder kleiner als im Falle des Rings? **(2 Punkte)** 1,5
- Berechnen Sie das Trägheitsmoment des Ringes bzgl. der x-Achse. **(2 Punkte)** 1

/9P.

IH





$\frac{x_0}{s} = \cos(\alpha)$ 0,5

$\frac{\cos(\alpha)}{x_0} = \frac{1}{s}$

Figure 1:

Nr. 3

- $F = G \frac{m_1 m_2}{s^2}$ 1, $s = \sqrt{x_0^2 + R^2}$ $\Rightarrow$ $F = G \frac{m_1 m_2}{x_0^2 + R^2}$ 1
- * $F_x = F \cos(\alpha) = \cancel{\sqrt{F^2 - F_y^2}} = G \frac{m_1 m_2}{x_0^2 + R^2} \cdot \cos(\alpha) = G \frac{m_1 m_2}{s^2} \cdot \cos(\alpha)$ 1

  $F_y = \cancel{F \sin(\alpha) = \sqrt{F^2 - F_x^2}}$ 0, da sich die Kräfte in y-Richt. gegenseitig aufheben, da der Anziehung eines Punkts des Ringes die Kraft des gegenüberliegenden Punktes entgegenwirkt. 1
- a) $F_x = F \cdot \cos(90^\circ) = 0\,N$ 1

  b) $F_x = F \cdot \cos(0^\circ) = \lim_{x_0 \to \infty} G \frac{m_1 m_2}{x_0^2 + R^2} \cos(0^\circ) = 0\,N$ 1
- F_x ist größer, da die vollständige Kraft der Anziehung zum Ringmittelpunkt zieht und keine y-Komponente mehr vorhanden ist. 1,5
- $I = mR^2$ 1 $\Leftarrow I = \int^3 r^2 dm$
- * Fortsetzung $F_x = \frac{G m_1 m_2 \cos(\alpha)}{\left(\frac{R^2}{x_0} + x_0\right) x_0} = \frac{G m_1 m_2}{\left(\frac{R^2}{x_0} + x_0\right) \cdot \sqrt{R^2 + x_0^2}}$ ✓

4 Zu Projekt 5: Thermodynamik

- Wozu dient ein Kalorimeter?
  Was ist der Wasserwert eines Kalorimeters?
  Wie wird der Wasserwert im Praktikum bestimmt?
  (Bitte so detailliert wie möglich, mit Angabe der wichtigsten Formel). **(5 Punkte)**
- Wie können sie mit dem Gasthermometer den absoluten Nullpunkt bestimmen, ohne dabei die Temperatur auf den absoluten Nullpunkt abzukühlen? Hinweis: Denken Sie an das Gesetz von Gay-Lussac. **(3 Punkte)**

Nr 4

- Ein Kaloriemeter ist ein sehr gut isoliertes Gefäß für Flüssigkeiten, um damit Temperaturdifferenzen beim Mischen mit anderen Flüssigkeiten/Gasen/Festkörpern besser mit einem Thermometer bestimmen zu können. Somit kann der Wasserwert bzw. die spezifische/molare Wärmekapazität von den zugeführten Dingen besser bestimmt werden. (✓) 1

  Vom Kalorimeter?! Der Wasserwert bestimmt die Aufnahmefähigkeit d. Wassers von Wärme ~~Der Wasserwert ist die Wärmekapazität des Wassers.~~

  Im Praktikum wurde der Wasserwert über Wasser, das auf 70°C erhitzt wurde und in ein Kaloriemeter bei 22°C gegossen wurde, bestimmt. Durch die Messung der Temperatur (zeitlich verlaufend) könnte die Mischtemperatur graphisch ermittelt werden. Dies war notwendig, da trotz Kaloriemeter eine Abkühlung durch die Zimmertemperatur stattfand. Durch Angabe der Wärmekapazität c des Wassers, konnte so der Wasserwert mit folgender Formel bestimmt werden.

  $m_2 c_x (t_m - t_2) = (t_4 - t_m)(W + c \cdot m_1)$ ✓ 4Pkt

- Bei $V = const$ gilt $p(t) = p_0(1 - \alpha t)$. Dabei ist $t = T_1 - T_2$, also die Temperaturdifferenz gemessen in Kelvin (Wassertripel- und Siedepunkt). ✓ z.B. Durch Messung von $p(t)$ (Durch Gasthermometer) und bekannten Normaldruck p_0 kann α bestimmt werden. Weiterhin gilt $\alpha = \frac{1}{T_0}$ mit T_0 = absoluter Nullpunkt, also ungefähr $\alpha = \frac{1}{273{,}15\,K}$.
  - Approximation

2,5P