

SOMMERSEMESTER 2015	Seite: 1 von 6
Studiengang:	Prüfungsfach: Experimentalphysik
Prüfungsnummer:	(Bitte ausfüllen, wenn die Prüfung aus mehreren Teilen besteht) Teil von:
Semester: 2	Semestergruppe: GUB2A+B; VMP2
Name Dozent(in): <b>Musterlösung</b>	Erlaubte Hilfsmittel: 1 Seite DinA4 beidseitig handbeschrieben

**Dauer: 90 Minuten:**

**Maximal 90 Punkte**

**Lösungen ausschließlich auf den beiliegenden Lösungsblättern. Evtl. verwendete Zusatzblätter von der Aufsicht abzeichnen lassen!**

**Bitte anschließend an die Prüfung, vor Abgabe, die Aufgabenreihenfolge sortieren.**

### Aufgabe1: Kinematik (20 Punkte)

Ein Eisstockschütze will mit seinem Eisstock der Masse  $m = 3,7 \text{ kg}$  ein Ziel in  $30 \text{ m}$  Entfernung so treffen, dass der Eisstock dort zur Ruhe kommt. Die Reibung zwischen Eisstock und der Eisbahn kann durch eine Gleitreibungszahl  $\mu = 0,05$  beschrieben werden.

1. Welche Rolle spielt die Masse des Eisstocks?
2. Mit welcher Geschwindigkeit muss der Schütze den Eisstock auf die Bahn setzen?
3. Was bezwecken die Mannschaftskameraden damit, wenn sie das Eis unmittelbar vor dem rutschenden Eisstock mit Besen reiben?

Lösung: 1. Für die Anfangsgeschwindigkeit keine, jedoch Einfluss auf die nötige Kraft des Schützen zur Beschleunigung sowie auf die Stabilität des Rutschvorgangs (Trägheit der Masse) hinsichtlich kleiner Störungen auf der Eisfläche.

2.  $v_E = v_0 - at = 0$  und  $s = 1/2at^2$ . Damit  $t = v_0/a$  und  $s = 1/2v_0^2/a$ . Somit  $v_0 = \sqrt{2sa}$ . Die Bremsverzögerung ist  $a = \mu g = 0,5 \text{ m/s}^2$  und damit  $v_0 = 5,42 \text{ m/s}$ .

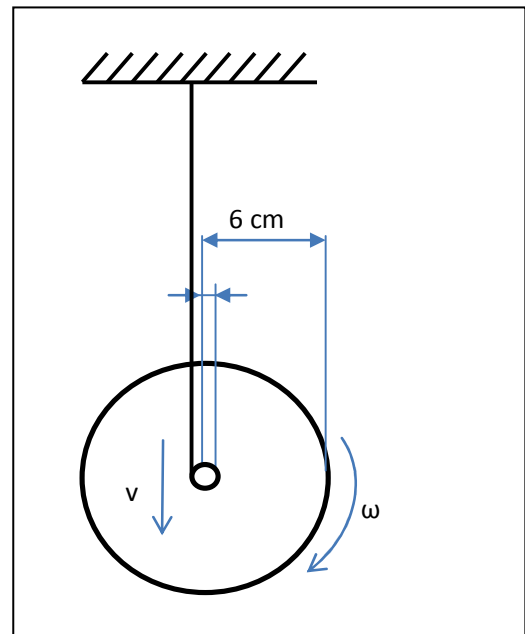
Alternative Lösung mit dem Energieerhaltungssatz:  $E_{\text{kin}} = E_{\text{reib}}: \frac{1}{2}mv_0^2 = m\mu gs$  und damit  $v_0 = \sqrt{(2\mu gs)} = 5,42 \text{ m/s}$ .

3. Sie erzeugen an der Oberfläche eine dünne Wasserschicht, welche die Gleitreibung vermindert und so eine Beeinflussung der Bremsverzögerung erlaubt, um den Eisstock möglichst genau ins Ziel zu bringen.

SOMMERSEMESTER 2015	Seite 2 von 6
Studiengang:	Prüfungsfach: Experimentalphysik
Prüfungsnummer: (Fachnummer)	(Bitte ausfüllen, wenn die Prüfung aus mehreren Teilen besteht) Teil von:
Semester: 2	Semestergruppe: GUB2A+B; VMP2
Name Dozent(in): <b>Musterlösung</b>	Erlaubte Hilfsmittel: : 1 Seite DinA4 beidseitig handbeschrieben

**Aufgabe 2: Energieerhaltung – Maxwellrad (18 Punkte)**

Unter Einfluss der Gewichtskraft bewegt sich das 5 kg schwere Rad nach unten (siehe Skizze). Indem sich das Seil von der Drehachse (Radius 1 cm) abwickelt, wird das Rad zusätzlich zur Fallbewegung in Rotation versetzt. Das Rad hat ein Massenträgheitsmoment von  $J = 9,25 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$ . [Anm: ein scheibenförmiges Rad hat ein Massenträgheitsmoment von  $J = 1/2 mr^2$ , das wären hier  $J = 9 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$ .]



1. Welche Höhendifferenz legt das Rad bei  $n = 10$  vollen Umdrehungen zurück?

$$h_{\max} = n \cdot 2 \pi r_1 = 62,8 \text{ cm}$$

2. Bestimmen Sie einen Ausdruck für die Winkelgeschwindigkeit  $\omega(h)$  abhängig von der zurückgelegten Fallhöhe  $h$ .

$$mgh = 1/2 J \omega^2 + 1/2 m v^2 \quad \text{mit } v = \omega r_1$$

$$mgh = 1/2 (J + m r_1^2) \omega^2$$

$$\omega^2 = 2mgh / (J + m r_1^2)$$

$$\omega(h) = \sqrt{\frac{2mgh}{J + m r_1^2}}$$

3. Wie groß ist die Winkelgeschwindigkeit nach  $n = 10$  Umdrehungen? Wie groß ist die Fallgeschwindigkeit des Rades nach 10 Umdrehungen?

$$\omega(0,628 \text{ m}) = 79,49 \text{ 1/s}$$

$$v = r_1 \omega = 0,795 \text{ m/s}$$

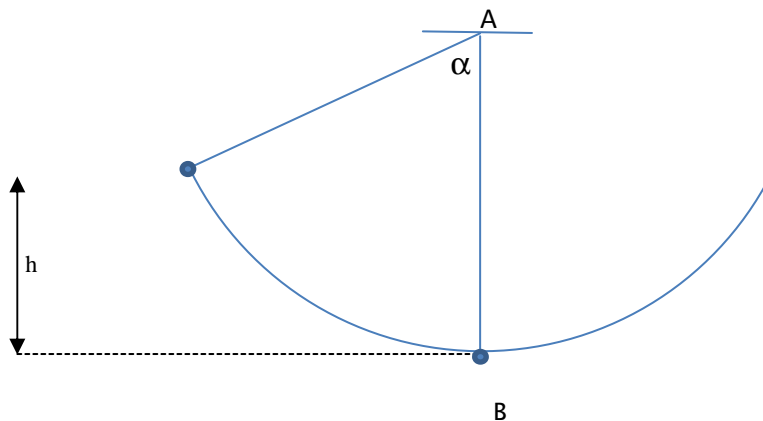
4. Um welchen Faktor ist die Umfangsgeschwindigkeit des Rades größer als die Fallgeschwindigkeit?

6 mal größer

SOMMERSEMESTER 2015	Seite 3 von 6
Studiengang:	Prüfungsfach: Experimentalphysik
Prüfungsnummer: (Fachnummer)	(Bitte ausfüllen, wenn die Prüfung aus mehreren Teilen besteht) Teil von:
Semester: 2	Semestergruppe: GUB2A+B; VMP2
Name Dozent(in): <b>Musterlösung</b>	Erlaubte Hilfsmittel: : 1 Seite DinA4 beidseitig handbeschrieben

### Aufgabe 3: Drehimpuls: (18 Punkte)

Eine Schaukel, bestehend aus zwei  $l = 5 \text{ m}$  langen Seilen (Masse vernachlässigbar) und einer Schaukelbank, deren Masse  $m = 5 \text{ kg}$  beträgt. Näherungsweise kann die Masseverteilung der Schaukelbank als beliebig dünner Stab angenommen werden. Die Schaukel wird von einer Höhe  $h = 3 \text{ m}$  losgelassen. Der tiefste Punkt der Schaukelbank wird durch B gekennzeichnet.



- Um welchen Drehwinkel  $\alpha$  wird die Schaukel zu Beginn ausgelenkt?  
 $\alpha = 66,4^\circ$
- Welches Massenträgheitsmoment besitzt die Schaukel um den Drehpunkt A?  
 $J = mr^2 = 125 \text{ kgm}^2$
- Welches Drehmoment (Lager A) wirkt auf die Schaukel zum Zeitpunkt des Loslassens?  
 $M = Fs = m g l \sin(\alpha) = 224,7 \text{ Nm}$
- Wie groß ist das Drehmoment auf die Schaukel, wenn sich das Schaukelbrett im tiefsten Punkt B befindet?  
 $M = 0 \text{ Nm}$

<b>SOMMERSEMESTER 2015</b>	<b>Seite 4 von 6</b>
<b>Studiengang:</b>	<b>Prüfungsfach: Experimentalphysik</b>
<b>Prüfungsnummer:</b> <b>(Fachnummer)</b>	<b>(Bitte ausfüllen, wenn die Prüfung aus mehreren Teilen besteht)</b> <b>Teil von:</b>
<b>Semester: 2</b>	<b>Semestergruppe: GUB2A+B; VMP2</b>
<b>Name Dozent(in):</b> <b>Musterlösung</b>	<b>Erlaubte Hilfsmittel: : 1 Seite DinA4 beidseitig handbeschrieben</b>

5. Wie groß ist die Winkelbeschleunigung  $d^2\alpha/dt^2$  zum Zeitpunkt des Loslassens der Schaukel?

$$d^2\alpha/dt^2 = M/J = 1,81/s^2$$

6. Wie groß ist die Winkelbeschleunigung  $d^2\alpha/dt^2$ , wenn sich das Schaukelbrett in der Position B befindet?

$$d^2\alpha/dt^2 = M/J = 0 \text{ 1/s}^2$$

7. Beschreiben Sie, gerne auch anhand einer Skizze, wie der Drehimpuls-Vektor zur Beschreibung des Bewegungsabschnittes zwischen dem Loslassen der Schaukelbank bis zur Lage B orientiert ist.

Der Vektor steht stets senkrecht zur Zeichenebene und zeigt aus der Papierebene heraus.

<b>SOMMERSEMESTER 2015</b>	<b>Seite 5 von 6</b>
<b>Studiengang:</b>	<b>Prüfungsfach: Experimentalphysik</b>
<b>Prüfungsnummer:</b> <b>(Fachnummer)</b>	<b>(Bitte ausfüllen, wenn die Prüfung aus mehreren Teilen besteht)</b> <b>Teil von:</b>
<b>Semester: 2</b>	<b>Semestergruppe: GUB2A+B; VMP2</b>
<b>Name Dozent(in):</b> <b>Musterlösung</b>	<b>Erlaubte Hilfsmittel: : 1 Seite DinA4 beidseitig handbeschrieben</b>

#### **Aufgabe 4: Schwingung (18 Punkte)**

Eine punktförmige Masse von  $m = 0,5 \text{ kg}$ , die an einer elastischen Feder mit vernachlässigbarer Masse hängt, wird in Schwingung versetzt. Die Federkraft kann mit Hilfe des Hookeschen Gesetzes (Federkonstante  $k = 200 \text{ N/m}$ ) berechnet werden.

1. Ist die Schwingung harmonisch?
2. Mit welcher Eigenfrequenz schwingt die Anordnung?
3. Jetzt wird zwischen die Masse und die Feder eine zweite Feder eingefügt mit der doppelten Federkonstanten. Wie groß ist dann die Schwingungsfrequenz?
4. Was ergibt sich, wenn die im Ruhezustand gleich lange zweite Feder parallel zur ersten eingespannt wird?

Lösung: 1. ja

2.  $\omega = \sqrt{k/m} = 20 \text{ 1/s}$  (bzw.  $f = 3,2 \text{ Hz}$ )

3. Hintereinanderschaltung der Federn ergibt eine Federkonstante von  $2/3$  des ursprünglichen Wertes, entsprechend  $\omega = \sqrt{(2/3)k/m} = 16,3 \text{ 1/s}$  (bzw.  $f = 2,6 \text{ Hz}$ )

4. Dreifache Federkonstante:  $\omega = \sqrt{3k/m} = 34,6 \text{ 1/s}$  (bzw.  $f = 5,5 \text{ Hz}$ ).

SOMMERSEMESTER 2015	Seite 6 von 6
Studiengang:	Prüfungsfach: Experimentalphysik
Prüfungsnummer: (Fachnummer)	(Bitte ausfüllen, wenn die Prüfung aus mehreren Teilen besteht) Teil von:
Semester: 2	Semestergruppe: GUB2A+B; VMP2
Name Dozent(in): <b>Musterlösung</b>	Erlaubte Hilfsmittel: : 1 Seite DinA4 beidseitig handbeschrieben

**Wellen: (16 Punkte)**

1. Unter welchen Voraussetzungen kann sich eine Anregung in Form einer Welle räumlich ausbreiten?  
Benötigt werden räumlich getrennte Oszillatoren, die miteinander gekoppelt sind.

2. Von welchen Argumenten hängt die Wellenfunktion ab?  
Ort und Zeit.

Nennen Sie ein Beispiel für eine Welle und geben Sie die Wellengleichung an, z.B. elektromagnetische Welle, Seilwelle, ...  $E(x,t) = E_0 \sin(\omega t - kx)$

3. Wie lautet die Gleichung einer Welle mit der Amplitude  $\Psi_0$ , Kreisfrequenz  $\omega$  und Wellenvektor  $k$ , die entgegengesetzt der x-Richtung läuft?  
 $\Psi(x,t) = \Psi_0 \sin(\omega t + kx)$

4. Zeigen Sie, wie die Ausbreitungsrichtung aus der Wellengleichung bestimmt werden kann.

$$\omega t - kx = \text{const} \quad / \quad d/dt$$

$v = \omega/k$  d.h. in positive Richtung, da  $\omega$  und  $k$  positiv sind.

5. Nennen Sie einen Unterschied zwischen Phasen- und Gruppengeschwindigkeit. Mit der Gruppengeschwindigkeit kann Information übertragen werden.