

**ZHH — NW/Physik Übung**

Dynamik-Übungsklausur — mit Lösungshinweisen

*Datum**6. Juni 2007*

Name: \_\_\_\_\_

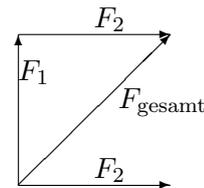
Schreib bitte sauber und deutlich! Schreib auf jedes Blatt Deinen Namen. Gib bei jeder Berechnung die grundlegende Formel an! Bearbeitungszeit ist 60 min. Zugelassenes Hilfsmittel: Geodreieck, Taschenrechner (kein Handy!) und ausgewiesene Formelsammlung

1. Margot führt Ihre beiden Hunde spazieren, die jeder einen anderen Hasen erspähen. Die Hunde zerren mit jeweils 200 N in einem Winkel von  $90^\circ$  an Margot, die die Hunde halten kann. Wie groß ist der Betrag ihrer Gegenkraft. Zeichne das Kräfteparallelogramm und begründe Deine Lösung für die Gegenkraft. [10]
2. Ein Mädchen ( $m = 40$  kg) klettert an einer Fahnenstange 4 m in die Höhe. [10]
  - a) Welche physikalische Arbeit verrichtet sie dabei?
  - b) Anschließend rutscht sie mit der konstanten Geschwindigkeit  $v = 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  wieder hinunter. Wieviel potentielle Energie wird umgewandelt in welche Energieformen?
3. Ein Wagen von 1 kg Masse befindet sich zunächst in Ruhe. Er rollt zunächst eine schiefe Ebene hinauf, bis er die Höhe von 2 m im Vergleich zum Startpunkt erreicht. Der Anstiegswinkel beträgt 30 Grad. Dann rollt der Wagen reibungsfrei wieder hinunter. [12]
  - a) Erstelle hierzu eine Skizze, in der alle Kräfte auftauchen und beschrifte sie entsprechend. Berechne die Werte der Kräfte. Vernachlässige dabei Reibungskräfte.
  - b) Wie wird Energie umgewandelt? Welche Energieformen treten auf und welche Beträge erreichen sie?
  - c) Wie groß wird die Geschwindigkeit des Wagens beim Herunterrollen?
  - d) Spart die schiefe Ebene Energie beim Hinaufschaffen des Wagens?
4. Ein Auto ( $F_G = 6,5$  kN) soll aus einer Geschwindigkeit von  $70 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  längs eines Weges von 50 m zum Stehen gebracht werden. Berechne die Bremskraft und -Arbeit. [8]

Aufgabe Nr.:	1	2	3	4	<b>Summe</b>
Punktzahl:	10	10	12	8	40
Davon erreicht:					

## Aufgabe 1

Aus der Zeichnung der Kräfte, kann man alle Beträge der Kräfte ablesen. Hierbei reicht es, jeweils nur eine Instanz des Vektors zu zeichnen, d.h. der parallele Vektor muss nicht unbedingt gezeichnet sein. Einen Zusatzpunkt bringt neben der rein zeichnerischen Lösung die Berechnung des Betrages der Gesamtkraft  $F_{\text{gesamt}}$ :  $F_{\text{gesamt}} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = \sqrt{200^2 + 200^2} \text{ N} \approx 283 \text{ N}$ . Die beiden Hunde üben also die Kräfte  $F_1$  und  $F_2$  auf Margot aus, welche sich zur Gesamtkraft  $F_{\text{gesamt}} \approx 283 \text{ N}$  addieren. Um die beiden Hunde zu halten, bringt Margot eine Gegenkraft auf, die den gleichen Betrag (rd. 283 N) hat und in die Gegenrichtung zur Gesamtkraft zeigt.

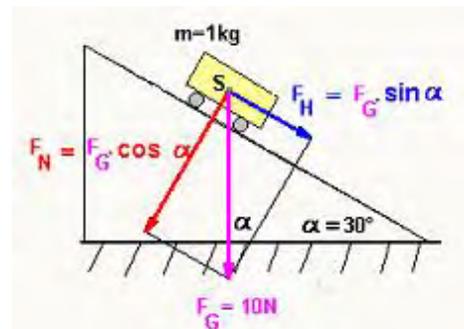


## Aufgabe 2

- a) Das Mädchen leistet die Hubarbeit  $W_p = mgh = 40 \cdot 10 \cdot 4 \text{ J} = 1600 \text{ J}$ .
- b) Durch die Hubarbeit hat das Mädchen eine Lageenergie  $W_p = 1,6 \text{ kJ}$ , die beim Herunterrutschen umgewandelt wird. Da der Text von einer konstanten Geschwindigkeit  $v = 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  spricht, ist klar, dass diese Lageenergie nicht vollständig in Bewegungsenergie umgewandelt wird, so dass Reibungsarbeit an der Stange dafür sorgt, dass die Bewegungsenergie (d.h. die Geschwindigkeit) konstant bleibt. Die (konstante) Bewegungsenergie ist  $W_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 40 \cdot (1,5)^2 \text{ J} = 45 \text{ J}$ . Also wird der absolute Großteil der Lageenergie in Reibungsarbeit (Wärme) umgewandelt und nur ein kleiner Teil der Lageenergie (1,6 kJ) wird in Bewegungsenergie (0,045 kJ) umgesetzt.

## Aufgabe 3

- a) Nebenstehende Zeichnung zeigt alle beteiligten Kräfte: Die Gewichtskraft des Wagens  $F_G$ , die durch die schiefe Ebene in die Normalkraft  $F_N$  und in die Hangabtriebskraft  $F_H$  zerlegt wird. Die Hangabtriebskraft  $F_H$  muss beim Hinaufrollen des Wagens überwunden werden. Die Werte sind  $F_G = mg = 1 \cdot 10 \text{ N} = 10 \text{ N}$ ,  $F_H = F_G \cdot \sin \alpha = 10 \cdot 0,5 \text{ N} = 5 \text{ N}$ ,  $F_N = F_G \cdot \cos \alpha = 10 \cdot 0,866 \text{ N} = 8,66 \text{ N}$ .



- b) Die Arbeit beim Hinaufschaffen des Wagens ist bei Vernachlässigung der Reibung unabhängig vom Weg. Wir rechnen also Hubarbeit=Lageenergie  $W_p = mgh = 1 \cdot 10 \cdot 2 \text{ J} = 20 \text{ J}$ . Wenn der Wagen wieder herunterrollt wird bei Vernachlässigung der Reibung die Lageenergie vollständig in Bewegungsenergie umgewandelt.
- c) Die Höchstgeschwindigkeit erreicht der Wagen beim Herunterrollen der schiefen Ebene, die

den Wagen gleichmäßig beschleunigt. Da die Lageenergie vollständig in Bewegungsenergie umgewandelt wird, kann man hieraus die Endgeschwindigkeit errechnen: Bewegungsenergie ist  $W_k = \frac{1}{2}mv^2 = 20 \text{ J} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot 20}{1}} \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 6,3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

d) Hier ist die Hangabtriebskraft  $F_H$  (5 N) nur halb so groß wie die Gewichtskraft  $F_G$  (10 N). Die Verwendung einer schiefen Ebene zum Hinaufschaffen des Wagens spart also Kraft. Da der Weg aber durch die schiefe Ebene doppelt so lang wird, bleibt die Arbeit (unter Vernachlässigung der Reibung) gleich:  $W = F_G \cdot h = F_H \cdot s$ .

## Aufgabe 4

Hier ist die Gewichtskraft  $F_G$  gegeben, aus der man die Masse berechnet:  $m = \frac{F_G}{g} = 650 \text{ kg}$ . Außerdem muss man zunächst die Geschwindigkeit in Meter pro Sekunde umrechnen, um korrekt weiter zu rechnen:  $v = 70 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{70}{3,6} \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 19,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . Da der Wagen zum Stehen kommt, wird die gesamte Bewegungsenergie in Bremsarbeit (Reibungsarbeit, Wärme) umgewandelt, die gesuchte Reibungsarbeit ist also  $W_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 650 \cdot (19,4)^2 \text{ J} \approx 123 \text{ kJ}$ . Die Grundgleichung „Arbeit ist Kraft mal Weg“ kann man jetzt leicht nach der gesuchten Bremskraft umstellen:  $F = \frac{W}{s} = \frac{123}{50} \text{ kN} = 2,46 \text{ kN}$ .

## Formelsammlung    Mechanik

Physikalische Größe	Formel	Einheit
Weg, Strecke (gleichförmig)  (gleichmäßig beschleunigt)	$s = v \cdot t$ $s = \frac{v \cdot t}{2}$	<b>m</b>
Geschwindigkeit (gleichförmig)  (gleichmäßig beschleunigt)	$v = \frac{s}{t}$ $v = \frac{2s}{t}; v = a \cdot t$	<b>m/s</b>
Beschleunigung	$a = \frac{v}{t}$	<b>m/s<sup>2</sup></b>
Kraft	$F = m \cdot a$	<b>N</b>
Gewichtskraft	$F_G = F_g = m \cdot g$	<b>N</b>
Hangabtriebskraft (schiefe Ebene)	$F_H = F_G \sin \alpha$	<b>N</b>
Normalkraft (schiefe Ebene)	$F_N = F_G \cos \alpha$	<b>N</b>
Reibungskraft (schiefe Ebene)	$F_{rei} = \mu \cdot F_N$	<b>N</b>
Federkraft; Spannkraft; Hooke'sches Gesetz	$F = D \cdot s$	<b>N</b>
Arbeit	$W = F \cdot s$	<b>J</b>
Lageenergie; potentielle Energie; Hubarbeit	$W_p = F_G \cdot h = m \cdot g \cdot h$	<b>J</b>
Bewegungsenergie; kinetische Energie; Beschleunigungsarbeit; Bremsarbeit	$W_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$	<b>J</b>
Spannenergie(arbeit)	$E_{sp} = W_{sp} = \frac{1}{2} \cdot F \cdot s = \frac{1}{2} \cdot D \cdot s^2$	<b>J</b>
Leistung	$P = \frac{W}{t}$	<b>W</b>
Wirkungsgrad	$\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}}$	

Konstanten:             $g = 10 \text{ m/s}^2$                     (Fallbeschleunigung der Erde)

Einheiten:               $1 \text{ N} = 1 \text{ kg m/s}^2$                      $1 \text{ J} = 1 \text{ Nm} = 1 \text{ Ws}$

Umrechnungen:         $1 \text{ h} = 3600 \text{ s} = 60 \text{ min}$                      $1 \text{ Jahr} = 1 \text{ a} = 52 \text{ w} = 360 \text{ d}$