Prüfungsvorbereitung Physik: Hebel und Drehmoment, Kreisbewegungen

Theoriefragen: Diese Begriffe musst du auswendig in maximal ein bis zwei Sätzen erklären können.

a) Vektor/Skalar
b) Masse: - Welche Eigenschaften hat eine Masse?
   - Was bedeutet jede dieser Eigenschaften?
c) Wechselwirkungsprinzip
d) Kräftegleichgewicht
e) Genaue Definition der Arbeit
f) Hebel
g) Drehmoment
h) Hebelarm
i) Nenne drei Beispiele für gleichförmige Kreisbewegungen
j) Periode
k) Frequenz
l) Winkelgeschwindigkeit/Kreisfrequenz
m) Bahngeschwindigkeit
n) Zentripetalbeschleunigung
o) Zentripetalkraft
p) Unter welcher Bedingung bleibt die Schnur gestreckt, wenn ein Ball an einer Schnur vertikal im Kreis herumgeschwungen wird? (Oder: Unter welcher Bedingung fällt die Achterbahn nicht herunter, wenn sie einen Looping fährt?)

Physikalische Grössen: Diese physikalischen Grössen musst du kennen, mit Symbolen und Einheiten.

	Symbol	Einheit		Symbol	Einheit
Weg, Verlängerung			Beschleunigung		
Zeit			Geschwindigkeit		
Kraft			Masse		
Arbeit			Energie		
Leistung			Wirkungsgrad		
Hebelarm			Drehmoment		
Periode			Frequenz		
Winkel im Bogenmass			Radius		
Winkelgeschwin-digkeit			Kreisfrequenz		
Zentripetal-beschleunigung			Zentripetalkraft		

Formeln: An der Prüfung erhältst du ein Formelblatt. Auf dem Formelblatt findest du alle Formeln, die du brauchst, sowie Tabellenwerte und ein paar wichtige Formeln aus der Mathematik. Das Formelblatt kannst du auf ga.perihel.ch anschauen und herunterladen.

Fähigkeiten: Diese Fähigkeiten musst du beherrschen:

- ☞ Winkel vom Gradmass ins Bogenmass umrechnen und umgekehrt
- ☞ Formeln umformen
- ☞ Gleichungen für physikalische Situationen aufstellen und lösen
- ☞ Zahlenwerte mit Einheiten einsetzen und richtig ausrechnen
- ☞ Resultate auf die richtige Anzahl Ziffern runden
- ☞ Diagramme zeichnen und interpretieren
- ☞ Vektoren zeichnerisch (in der Pfeildarstellung) zusammensetzen und zerlegen
- ☞ Alle Kräfte, die an einem Körper angreifen, in einem Kräfteplan aufzeichnen
- ☞ Bei Flaschenzügen die richtige Anzahl tragender Seilstücke ermitteln

Übungsaufgaben:

Bei allen Aufgaben muss der Lösungsweg klar ersichtlich sein.
Bei Berechnungen werden für die volle Punktzahl eine algebraische Lösung (das heisst die Formel, umgeformt nach der gesuchten Grösse) und die vollständig eingesetzte Rechnung (das heisst Zahlenwerte mit Einheiten) verlangt.
Resultate müssen unterstrichen sein (Einheiten nicht vergessen!).

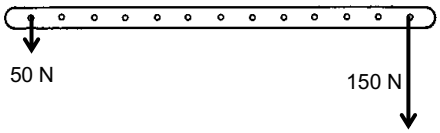
Alle Arbeits- und Theorieblätter sowie Aufgabenblätter A29 und A30

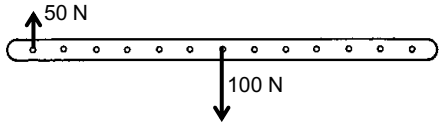
Weitere Aufgaben

1. Gib die dargestellten Winkel (schraffierter Teil) sowohl im Bogenmass als auch im Gradmass an.

a) b) c) d) e) f)

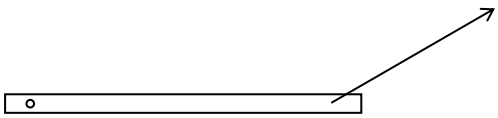
2. Wo muss sich die Drehachse befinden, damit der Hebel im Gleichgewicht ist?

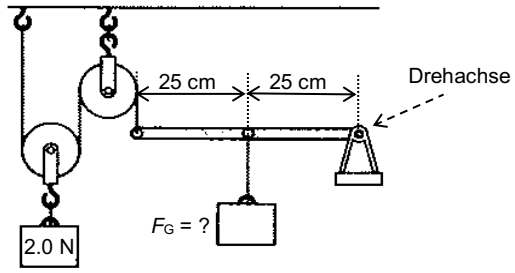
a) 

b) 

3. Wenn Hebelarm und Kraft nicht senkrecht zueinander stehen, kann der Hebelarm durch zwei Komponenten ersetzt werden: Eine senkrecht und eine parallel zur Kraft. Nur die senkrechte Komponente des Hebelarms übt ein Drehmoment aus.
   Massstab: Hebelarm: 1.0 cm entspricht 1.0 m, Kraft: 1.0 cm entspricht 1.0 N

a) Ersetze den *Hebelarm* durch zwei Komponenten (eine senkrecht und eine parallel zur Kraft) und bestimme ihre Beträge.
b) Berechne das Drehmoment.
c) Ersetze die *Kraft* durch zwei Komponenten (eine senkrecht und eine parallel zum Hebelarm) und bestimme ihre Beträge.
d) Berechne wieder das Drehmoment.
e) Was fällt auf?



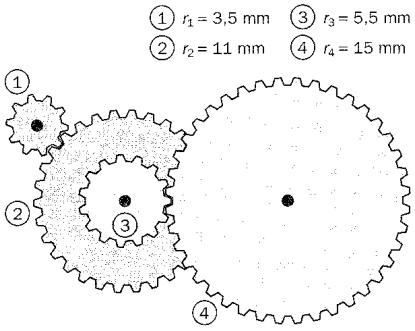
4. 

Wie gross muss die Gewichtskraft F_G der Kiste sein, damit hier Gleichgewicht herrscht?

5. Ergänze: «Bei einer gleichförmigen Kreisbewegung ist ..... der Geschwindigkeit konstant, aber nicht ..... Es findet eine Beschleunigung Richtung ..... statt.»

6. Erkläre, warum du das Gefühl hast, nach «aussen» gedrückt zu werden, wenn ein Auto in die Kurve fährt.

7. Rädchen ① dreht sich mit der konstanten Frequenz 1.5 Hz.
a) Wie gross ist die Bahngeschwindigkeit der «Zähne» von Rädchen ①?
b) Wie gross ist die Bahngeschwindigkeit der «Zähne» von Rädchen ②?
c) Wie gross ist die Winkelgeschwindigkeit von Rädchen ②?
d) Wie gross ist die Periode von Rädchen ③?
e) Wie gross ist die Bahngeschwindigkeit der «Zähne» von Rädchen ③?
f) Wie gross ist die Bahngeschwindigkeit der «Zähne» von Rädchen ④?
g) Wie gross ist die Frequenz von Rädchen ④?

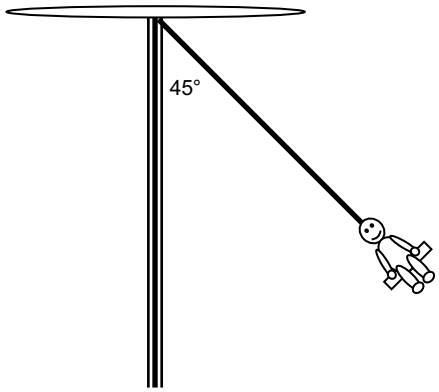


8. Der Mars bewegt sich nahezu auf einer Kreisbahn um die Sonne.
a) Wie gross ist die Winkelgeschwindigkeit dieser Kreisbewegung?
b) Wie gross ist die Bahngeschwindigkeit des Mars?

9. Ein Stein (m = 233 g) wird waagrecht an einer Schnur der Länge 1.79 m im Kreis herumgeschleudert. Die Schnur wird mit einer Kraft von 2.80 N festgehalten.
Wie lange dauert eine Umdrehung?

10. Ein Kind schleudert einen kleinen Stein (m = 289.4 g) an einer Schnur in einem horizontalen Kreis herum. Die Schnur muss mit einer Kraft 0.00290 kN festgehalten werden. Eine Umdrehung dauert 0.04678000 min. Der Radius des Kreises (in mm) soll berechnet werden.
a) Markiere bei den benötigten Angaben die signifikanten Ziffern mit einem Punkt über der Ziffer. Wie viele signifikante Ziffern besitzen die Zahlenwerte? Wie viele Ziffern sollte das Resultat besitzen?
b) Berechne den Radius des Kreises (in mm).
c) Notiere das Resultat mit einer Zehnerpotenz in der wissenschaftlichen Schreibweise und runde auf die richtige Anzahl signifikanter Ziffern.

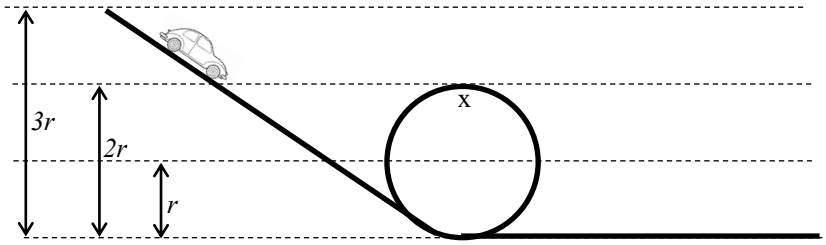
11. Ariel (m = 41.8 kg) sitzt auf eine Karussell. Er hängt an einem Seil der Länge 5.50 m. Wie gross ist die Bahngeschwindigkeit von Ariel?



12. Eine Achterbahn fährt einen Looping mit einem Radius von 5.2 m.
    Wie gross muss die Geschwindigkeit des Wagens im höchsten Punkt mindestens sein, damit er nicht herunterfällt?

13. Kleopatra schwingt einen mit Wasser gefüllten Eimer in einem vertikalen Kreis herum. Der Schwerpunkt des Eimers beschreibt eine Kreisbahn mit dem Radius 94.0 cm, die Geschwindigkeit des Eimers ist konstant und beträgt 3.40 $\frac{m}{s}$. Am obersten Punkt der Kreisbahn muss der Eimer mit einer Kraft von 11.5 N festgehalten werden.
    Wie gross ist die Masse des Eimers?

14. *Schwierig, nur für ehrgeizige Schülerinnen und Schüler!!!*
    Auf einer reibungsfreien Achterbahn mit einem Looping (Radius *r*) fährt ein reibungsfreies Auto ohne Luftwiderstand (siehe Abbildung):



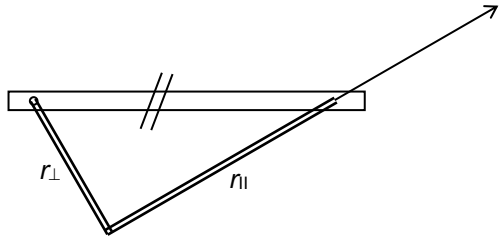
    In welcher Höhe *h* über dem Boden muss das Auto mindestens losgelassen werden, damit es im Looping nicht herunterfällt?
    Hinweis: Gesucht ist ein mathematischer Ausdruck, mit dem man *h* aus *r* ausrechnen kann.

Lösungen:

1. a) $\pi = 180\,°$ b) $\frac{\pi}{2} = 90\,°$ c) $\frac{3\pi}{2} = 270\,°$ d) $\frac{\pi}{4} = 45\,°$ e) $\frac{\pi}{3} = 60\,°$ f) $\frac{2\pi}{3} = 120\,°$

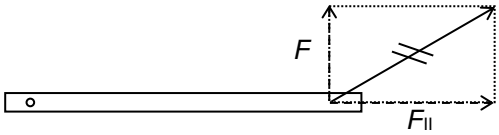
2. a) 4. Loch von rechts
   b) äusserstes Loch rechts

3. a)



$r_\perp = 2.0$ m
$r_{II} = 3.5$ m
$F = 2.5$ N

   b) $M = F \cdot r_\perp = 2.5\text{ N} \cdot 2.0\text{ m} = \underline{5.0\text{ Nm}}$
   c)



$F_\perp = 1.25$ N
$F_{II} = 2.2$ N
$r = 4.0$ m

   d) $M = F_\perp \cdot r = 1.25\text{ N} \cdot 4.0\text{ m} = \underline{5.0\text{ Nm}}$
   e) gleich gross

4. Zwei tragende Seile: jedes trägt 1.0 N. Das Seil zieht den Hebel mit 1.0 N nach oben; das Drehmoment beträgt $M = F \cdot r = 1.0\text{ N} \cdot 0.50\text{ m} = 0.50\text{ Nm}$ im Uhrzeigersinn. Für Gleichgewicht muss die Gewichtskraft der Kiste $F = \frac{M}{r} = \frac{0.50\text{ Nm}}{0.25\text{ m}} = \underline{\underline{2.0\text{ N}}}$ betragen.

5. «Bei einer gleichförmigen Kreisbewegung ist **der Betrag** der Geschwindigkeit konstant, aber nicht **die Richtung**. Es findet eine Beschleunigung Richtung **Kreismittelpunkt** statt.»

6. Weil man wegen seiner eigenen Trägheit (Trägheit der Masse) im Zustand der gleichförmigen Bewegung verharrt. Das heisst, man «möchte» sich geradeaus bewegen, nicht um den Kreismittelpunkt herum. Deshalb bewegt man sich weg vom Kreismittelpunkt, nach «aussen» (in Wirklichkeit bewegt man sich nicht nach aussen, sondern nur geradeaus weiter).

7. a) $v_1 = 2\pi \cdot f_1 \cdot r_1 = 2\pi \cdot 1.5\text{ Hz} \cdot 3.5 \cdot 10^{-3}\text{ m} = \underline{\underline{0.033\ \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$

   b) Die Zähne greifen ineinander, darum ist $v_2 = v_1 = \underline{\underline{0.033\ \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$

   c) $\omega_2 = \frac{v_2}{r_2} = \frac{0.033\ \frac{\text{m}}{\text{s}}}{11 \cdot 10^{-3}\text{ m}} = \underline{\underline{3.0\text{ s}^{-1}}}$

   d) $\omega_3 = \omega_2 = 3.0\text{ s}^{-1}$ $\quad T_3 = \frac{2\pi}{\omega_3} = \frac{2\pi}{3.0\text{ s}^{-1}} = \underline{\underline{2.1\text{ s}}}$

   e) $v_3 = \omega_3 \cdot r_3 = 3.0\text{ s}^{-1} \cdot 5.5 \cdot 10^{-3}\text{ m} = \underline{\underline{0.0165\ \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$

   f) Die Zähne greifen ineinander, darum ist $v_4 = v_3 = \underline{\underline{0.0165\ \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$

   g) $f_4 = \frac{v_4}{2\pi \cdot r_4} = \frac{0.0165\ \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2\pi \cdot 15 \cdot 10^{-3}\text{ m}} = \underline{\underline{0.18\text{ Hz}}}$

8. a) $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{687 \cdot 24 \cdot 3'600\text{ s}} = \underline{\underline{1.06 \cdot 10^{-7}\text{ s}^{-1}}}$

   b) $v = \omega \cdot r = 1.06 \cdot 10^{-7}\text{ s}^{-1} \cdot 2.279 \cdot 10^{11}\text{ m} = \underline{\underline{24'124\ \frac{\text{m}}{\text{s}}}} = \underline{\underline{2.41 \cdot 10^4\ \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$

   oder: $v = \frac{2\pi\, r}{T} = \frac{2\pi \cdot 2.279 \cdot 10^{11}\text{ m}}{687 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60\text{ s}} = \underline{\underline{24'124\ \frac{\text{m}}{\text{s}}}} = \underline{\underline{2.41 \cdot 10^4\ \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$

9. $F_Z = m \cdot \omega^2 \cdot r = m \cdot \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \cdot r$

$T = \sqrt{\frac{m \cdot 4\,\pi^2 \cdot r}{F_Z}} = \sqrt{\frac{0.233\ \text{kg} \cdot 4 \cdot \pi^2 \cdot 1.79\ \text{m}}{2.80\ \text{N}}} = \underline{2.42\ \text{s}}$

10. a) m = 2̇8̇9̇.4̇ g: 4 signifikante Ziffern, T = 0.04̇6̇7̇8̇0̇0̇0̇ min: 7 signifikante Ziffern,
F_Z: = 0.002̇9̇0̇ kN: 3 signifikante Ziffern, Resultat: 3 Ziffern

b) $F_Z = m \cdot \omega^2 \cdot r = m \cdot \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \cdot r$

$r = \frac{F_Z \cdot T^2}{m \cdot 4 \cdot \pi^2} = \frac{2.90\ \text{N} \cdot (0.04678000 \cdot 60\ \text{s})^2}{0.2894\ \text{kg} \cdot 4 \cdot \pi^2} = 1.99969\ \text{m} = 1'999.69\ \text{mm}$

c) $\underline{2.00 \cdot 10^3\ \text{mm}}$

11. $F_G = m \cdot g = 41.8\ \text{kg} \cdot 9.81\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 410\ \text{N}$

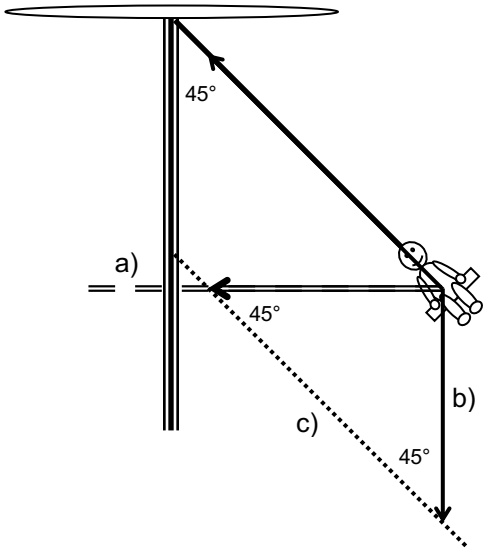
Winkel = 45°: Gleichschenkliges Dreieck

$r = \frac{\ell}{\sqrt{2}} = \frac{5.50\ \text{m}}{\sqrt{2}} = 3.889\ \text{m}$

$F_Z = F_G = 410\ \text{N}$

$F_z = \frac{m \cdot v^2}{r}$

$v = \sqrt{\frac{F_z \cdot r}{m}} = \sqrt{\frac{410\ \text{N} \cdot 3.889\ \text{m}}{41.8\ \text{kg}}} = \underline{\underline{6.2\ \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$



12. Damit der Wagen nicht herunterfällt, muss $\frac{v^2}{r} = a_Z > g$ sein.

$v > \sqrt{g \cdot r} = \sqrt{9.81\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 5.2\ \text{m}} = \underline{\underline{7.14\ \frac{\text{m}}{\text{s}}}} = \underline{\underline{26\ \frac{\text{km}}{\text{h}}}}$

13. Im obersten Punkt wirkt F_Z in die gleiche Richtung wie F_G – die Hand muss also die Kraft $F_{Hand} = F_Z - F_G$ aufbringen:

$F_{Hand} = F_Z - F_G = \frac{m \cdot v^2}{r} - m \cdot g = m \cdot \left(\frac{v^2}{r} - g\right)$ $\qquad m = \frac{F_{Hand}}{\frac{v^2}{r} - g} = \frac{11.5\ \text{N}}{\frac{\left(3.40\ \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{0.940\ \text{m}} - 9.81\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = \underline{\underline{4.62\ \text{kg}}}$

14. Bedingung, damit das Auto nicht herunterfällt: $\frac{v^2}{r} \geq g$ $\qquad v \geq \sqrt{g \cdot r}$

$E_{Lage} = E_{kin}$ $\qquad m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$

$h = \frac{v^2}{2g} = \frac{g \cdot r}{2g} = \frac{r}{2}$ über dem höchsten Punkt der Bahn, d.h. $h = \underline{\underline{\frac{5r}{2}}}$ über dem Boden.