

PRÜFUNGSVORBEREITUNG PHYSIK: EINFACHE MASCHINEN, KREISBEWEGUNGEN

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

- a) Vektor/Skalar
- b) Nenne Beispiele für skalare Grössen
- c) Nenne Beispiele für vektorielle Grössen
- d) Masse: - Welche Eigenschaften hat eine Masse?
 - Was bedeutet jede dieser Eigenschaften?
- e) Wechselwirkungsprinzip
- f) Kräftegleichgewicht
- g) Genaue Definition der Arbeit
- h) Leistung
- i) Energie
- j) Hebel
- k) Nenne vier Beispiele für Hebel aus dem Alltag
- l) Drehmoment
- m) Hebelarm
- n) Nenne drei Beispiele für gleichförmige Kreisbewegungen
- o) Periode
- p) Frequenz
- q) Winkelgeschwindigkeit/Kreisfrequenz
- r) Bahngeschwindigkeit
- s) Zentripetalbeschleunigung
- t) Zentripetalkraft
- u) 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?)

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

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.

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

	Symbol	Einheit		Symbol	Einheit
Weg, Verlängerung			Beschleunigung		
Zeit			Fallbeschleunigung		
Geschwindigkeit			Kraft		
Masse			Gewichtskraft		
Volumen			Dichte		
Arbeit			Energie		
Leistung			Wirkungsgrad		
Hebelarm			Drehmoment		
Periode			Frequenz		
Winkel im Bogenmass			Radius		
Winkelgeschwindigkeit			Kreisfrequenz		
Zentripetalbeschleunigung			Zentripetalkraft		

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 A20 bis A21

Weitere Aufgaben

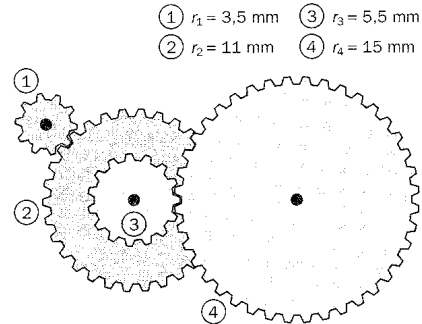
- Gib die dargestellten Winkel (schraffierter Teil) sowohl im Bogenmass als auch im Gradmass an.



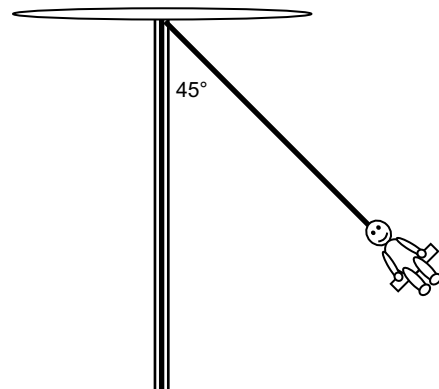
2. Ergänze: «Bei einer gleichförmigen Kreisbewegung ist der Geschwindigkeit konstant, aber nicht Es findet eine Beschleunigung Richtung statt.»

3. Rädchen ① dreht sich mit der konstanten Frequenz 1.5 Hz.

- Wie gross ist die Bahngeschwindigkeit der «Zähne» von Rädchen ①?
- Wie gross ist die Bahngeschwindigkeit der «Zähne» von Rädchen ②?
- Wie gross ist die Winkelgeschwindigkeit von Rädchen ②?
- Wie gross ist die Periode von Rädchen ③?
- Wie gross ist die Bahngeschwindigkeit der «Zähne» von Rädchen ③?
- Wie gross ist die Bahngeschwindigkeit der «Zähne» von Rädchen ④?
- Wie gross ist die Frequenz von Rädchen ④?



4. Erkläre, warum du das Gefühl hast, nach «ausen» gedrückt zu werden, wenn ein Auto in die Kurve fährt.
5. Der Mars bewegt sich nahezu auf einer Kreisbahn um die Sonne.
- Wie gross ist die Winkelgeschwindigkeit dieser Kreisbewegung?
 - Wie gross ist die Bahngeschwindigkeit des Mars?
6. Ein Stein ($m = 289.4 \text{ g}$) wird waagrecht an einer Schnur im Kreis herumgeschleudert. Eine Umdrehung dauert 0.04678000 min , die Schnur wird mit einer Kraft von 0.00290 kN festgehalten. Der Radius der Kreisbahn (in mm) soll berechnet werden.
- Markiere bei den benötigten Zahlenwerten die signifikanten Ziffern mit einem Punkt über der Ziffer. Wie viele signifikante Ziffern besitzen die benötigten Zahlenwerte? Wie viele Ziffern sollte das Resultat besitzen?
 - Rechne aus, wie gross der Radius der Kreisbahn ist (in mm).
 - Notiere das Resultat (in mm) mit einer Zehnerpotenz in der wissenschaftlichen Schreibweise und runde auf die richtige Anzahl signifikanter Ziffern.
7. Vreneli ($m = 31.6 \text{ kg}$) sitzt auf einem Karussell. Sie bewegt sich auf einer Kreisbahn mit Radius 3.6 m .
- In welche Richtung muss die nötige Zentripetalkraft (=Resultierende) wirken? Zeichne es in der Zeichnung ein (gestrichelte Doppel-Linie).
 - Berechne die Gewichtskraft (= Kraftkomponente) und stelle diese als Einfach-Pfeil dar (100 N entspricht 1.0 cm).
 - Konstruiere die zweite Kraftkomponente entlang dem Seil, und die Resultierende. Bestimme deren Beträge sowohl durch Messung als auch durch Rechnung.
 - Wie lange dauert eine Umdrehung des Karussells?

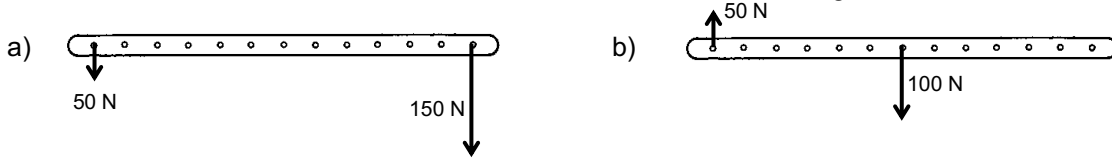


8. Eine Achterbahn fährt einen Looping mit einem Radius von 5.2 m . Wie gross muss die Geschwindigkeit des Wagens im höchsten Punkt mindestens sein, damit er nicht herunterfällt?
9. Kleopatra schwingt einen mit Wasser gefüllten Eimer in einem vertikalen Kreis herum. Der Schwerpunkt des Eimers beschreibt eine Kreisbahn mit dem Radius 94.0 cm , die Geschwindigkeit des Eimers ist konstant und beträgt $3.40 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Am obersten Punkt der Kreisbahn muss der Eimer mit einer Kraft von 11.5 N festgehalten werden. Wie gross ist die Masse des Eimers?



10. Ein Stein ($m = 233 \text{ g}$) 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?

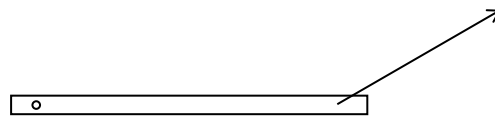
11. Wo muss sich die Drehachse befinden, damit der Hebel im Gleichgewicht ist?



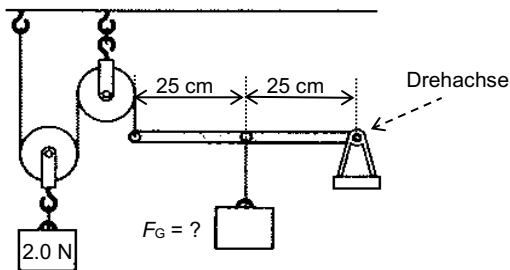
12. Wenn Hebelarm und Kraft nicht senkrecht zueinander stehen, kann der Hebelarm durch zwei Komponenten ersetzt werden: Eine senkrecht und eine parallel zur Kraft. Nur die senkrechte Komponente des Hebelarms übt ein Drehmoment aus.

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?



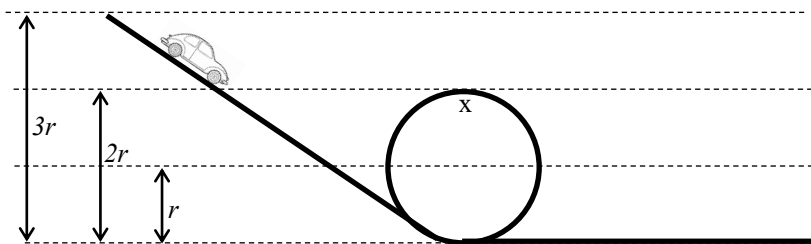
- 13.



Wie gross muss die Gewichtskraft der Kiste sein, damit hier Gleichgewicht herrscht? (Die Kiste, die am Hebelarm hängt)

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) $\pi = 180^\circ$ b) $\frac{\pi}{2} = 90^\circ$ c) $\frac{3\pi}{2} = 270^\circ$ d) $\frac{\pi}{4} = 45^\circ$ e) $\frac{\pi}{3} = 60^\circ$ f) $\frac{2\pi}{3} = 120^\circ$
2. «Bei einer gleichförmigen Kreisbewegung ist **der Betrag** der Geschwindigkeit konstant, aber nicht **die Richtung**. Es findet eine Beschleunigung Richtung **Kreismittelpunkt** statt.»
3. a) $v_1 = 2\pi \cdot f_1 \cdot r_1 = 2\pi \cdot 1.5 \text{ Hz} \cdot 3.5 \cdot 10^{-3} \text{ m} = \underline{0.033 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$
 b) Die Zähne greifen ineinander, darum ist $v_2 = v_1 = \underline{0.033 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$
 c) $\omega_2 = \frac{v_2}{r_2} = \frac{0.033 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{11 \cdot 10^{-3} \text{ m}} = \underline{3.0 \text{ s}^{-1}}$
 d) $\omega_3 = \omega_2 = 3.0 \text{ s}^{-1}$ $T_3 = \frac{2\pi}{\omega_3} = \frac{2\pi}{3.0 \text{ s}^{-1}} = \underline{2.1 \text{ s}}$
 e) $v_3 = \omega_3 \cdot r_3 = 3.0 \text{ s}^{-1} \cdot 5.5 \cdot 10^{-3} \text{ m} = \underline{0.0165 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$
 f) Die Zähne greifen ineinander, darum ist $v_4 = v_3 = \underline{0.0165 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$
 g) $f_4 = \frac{v_4}{2\pi \cdot r_4} = \frac{0.0165 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2\pi \cdot 15 \cdot 10^{-3} \text{ m}} = \underline{0.18 \text{ Hz}}$
4. 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 «aus» (in Wirklichkeit bewegt man sich nicht nach aussen, sondern nur geradeaus weiter).
5. a) $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{687 \cdot 24 \cdot 3'600 \text{ s}} = \underline{1.06 \cdot 10^{-7} \text{ s}^{-1}}$
 b) $v = \omega \cdot r = 1.06 \cdot 10^{-7} \text{ s}^{-1} \cdot 2.279 \cdot 10^{11} \text{ m} = \underline{24'124 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = \underline{2.41 \cdot 10^4 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$
 oder: $v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi \cdot 2.279 \cdot 10^{11} \text{ m}}{687 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s}} = \underline{24'124 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = \underline{2.41 \cdot 10^4 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$
6. a) m : 4 Ziffern, T : 7 Ziffern, F_Z : 3 Ziffern, Resultat: 3 Ziffern
 b) $F_Z = m \cdot \omega^2 \cdot r = m \cdot \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \cdot r$

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

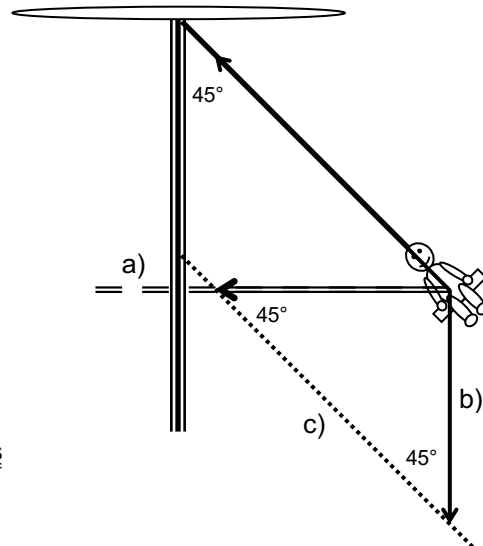
 c) $\underline{2.00 \cdot 10^3 \text{ mm}}$
7. a) siehe Abbildung
 b) $F_G = m \cdot g = 31.6 \text{ kg} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \underline{310 \text{ N}}$
 wird dargestellt mit einem Pfeil der Länge 3.1 cm
 c) Winkel = 45° : Gleichschenkliges Dreieck
 $F_Z = F_G = \underline{310 \text{ N}}$

$$F_{\text{Seil}} = \sqrt{F_Z^2 + F_G^2} = \sqrt{F_G^2 + F_G^2} = \sqrt{2 \cdot F_G^2}$$

$$= \sqrt{2} \cdot F_G = \sqrt{2} \cdot 310 \text{ N} = \underline{438 \text{ N}}$$

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

$$T = \sqrt{\frac{m \cdot 4\pi^2 \cdot r}{F_Z}} = \sqrt{\frac{31.6 \text{ kg} \cdot 4\pi^2 \cdot 3.6 \text{ m}}{310 \text{ N}}} = \underline{3.8 \text{ s}}$$



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

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

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

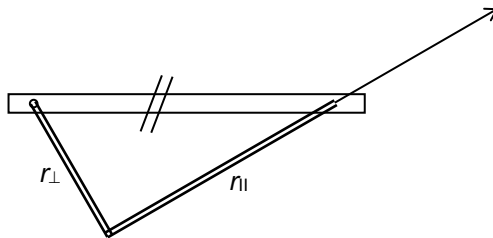
$$F_{\text{Hand}} = F_z - F_G = \frac{m \cdot v^2}{r} - m \cdot g = m \cdot \left(\frac{v^2}{r} - g \right) \quad m = \frac{F_{\text{Hand}}}{\frac{v^2}{r} - g} = \frac{11.5 \text{ N}}{\frac{(3.40 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{0.940 \text{ m}} - 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = \underline{\underline{4.62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

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

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

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

12. a)



$$\begin{aligned} r_{\perp} &= 2.0 \text{ m} \\ r_{\parallel} &= 3.5 \text{ m} \\ F &= 2.5 \text{ N} \end{aligned}$$

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

- c)



$$\begin{aligned} F_{\perp} &= 1.25 \text{ N} \\ F_{\parallel} &= 2.2 \text{ N} \\ r &= 4.0 \text{ m} \end{aligned}$$

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

- e) gleich gross

13. 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 Gleich-

gewicht 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.

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

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

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