Prüfungsvorbereitung Physik:
Reibungsräfte, Schiefe Ebene, Luftwiderstand

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) Nenne die drei Axiome von Newton
f) Trägheitsprinzip
g) Beschleunigungsprinzip
h) Wechselwirkungsprinzip
i) Kraftkomponente/Resultierende Kraft
j) Kräftegleichgewicht
k) Reibungskräfte: - In welche Richtung wirken sie?
   - Wovon hängt der Betrag ab?
l) Gleitreibungskraft
m) Haftreibungskraft
n) Luftwiderstand: - In welche Richtung wirkt er?
   - Wovon hängt der Betrag ab?
o) Unter welcher Bedingung ist die Fallgeschwindigkeit eines fallenden Körpers konstant?

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		
Federkonstante			Normalkraft		
Reibungskraft			Reibungszahl		
parallele Kraftkomponente			senkrechte Kraftkomponente		
resultierende Kraft			Querschnittsfläche		
Luftwiderstand			Widerstandsbeiwert		

Fähigkeiten: Diese Fähigkeiten musst du beherrschen:

- Die Welt aus verschiedenen Bezugssystemen betrachten
- Formeln umformen und nach der gesuchten Grösse auflösen
- Zahlenwerte mit Einheiten in Formeln einsetzen und richtig ausrechnen
- Resultate auf die richtige Anzahl Ziffern runden und in der wissenschaftlichen Schreibweise mit einer Zehnerpotenz notieren
- Geschwindigkeiten von $\frac{m}{s}$ in $\frac{km}{h}$ umrechnen und umgekehrt
- Federkonstanten von $\frac{N}{m}$ in $\frac{N}{cm}$ in umrechnen und umgekehrt
- Verschiedene Einheiten für Volumina ineinander umrechnen
- Diagramme ablesen und zeichnen
- Gleichungen für physikalische Situationen aufstellen und lösen
- Vektoren zeichnerisch (in der Pfeildarstellung) zusammensetzen und zerlegen
- Eine Wurfbewegung in Teilbewegungen zerlegen und aus Teilbewegungen zusammensetzen
- Alle Kräfte, die an einem Körper angreifen, in einem Kräfteplan aufzeichnen

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.

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 A21 bis A23

Weitere Aufgaben

1. Quecksilber ist ein Metall, das bei Zimmertemperatur flüssig ist. Bei 40.0 °C besitzt Quecksilber mit einer Masse von 0.98420090 kg ein Volumen von 0.0729200 ℓ. Die Dichte soll berechnet werden.

a) Markiere bei den benötigten Angaben die signifikanten Ziffern mit Punkten, und gib an, wieviele Ziffern das Resultat besitzen sollte.

b) Rechne aus, wie gross die Dichte von Quecksilber bei 40.0 °C ist (in $\frac{kg}{m^3}$).

c) Notiere das Resultat mit einer Zehnerpotenz in der wissenschaftlichen Schreibweise und runde auf die richtige Anzahl signifikanter Ziffern.

2. Eine Stahlklotz hat die Masse 938.1 g.

a) Welches Volumen hat er in cm^3 und in ℓ?

b) Wie gross ist die Kraft, die es braucht, um den Stahlklotz mit konstanter Geschwindigkeit auf der Venus über eine waagrechte Eisfläche zu ziehen?

3. Herr Detektiv Wunderfitz analysiert Materialien. Er schiebt eine Kiste (m = 510 g) aus unbekanntem Material über einen ebenen Fussboden aus unbekanntem Material. Dabei bemerkt er, dass er 2.0 N braucht, um die Kiste mit konstanter Geschwindigkeit zu schieben…AHA! Jetzt nimmt er die zweite Kiste (m = 680 g) aus unbekanntem Material: Wieder braucht er 2.0 N, um sie mit konstanter Geschwindigkeit zu schieben. AHA, AHA!!!!! Herr Wunderfitz weiss jetzt, aus welchem Material die beiden Kisten und der Fussboden sind; Du auch?????? Welche Materialien sind es?

4. Vervollständige die folgenden Sätze:

a) Bei doppelter Geschwindigkeit ist die Kraft des Luftwiderstandes ..... so gross.

b) Bei dreifacher Geschwindigkeit ist die Kraft des Luftwiderstandes ..... so gross.

c) Bei vierfacher Geschwindigkeit ist die Kraft des Luftwiderstandes ..... so gross.

5. In einem Windkanal wurde der Luftwiderstand einer Kugel bei verschiedenen Geschwindigkeiten gemessen. Der Zusammenhang zwischen Luftwiderstand und Geschwindigkeit wurde anschliessend in einem Diagramm (siehe unten) dargestellt.

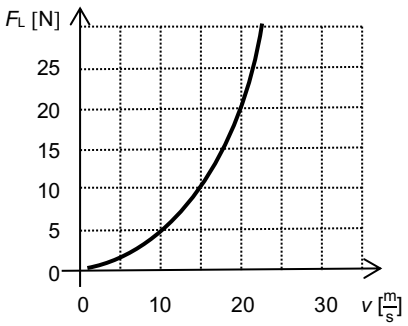
a) Bei welcher Geschwindigkeit beträgt der Luftwiderstand 5.00 N?

b) Wie gross ist der Luftwiderstand bei einer Geschwindigkeit von 10.0 $\frac{m}{s}$ und bei 20.0 $\frac{m}{s}$?

c) Wie gross ist der Luftwiderstand bei 30.0 $\frac{m}{s}$?

d) Wie gross ist der Radius der Kugel?

e) Zeichne die Kurve für den Zusammenhang zwischen Luftwiderstand und Geschwindigkeit für eine Kugel mit dem Radius 16.2 cm ins Diagramm ein.



6. Ein Fallschirm (Radius r = 0.002390 km) sinkt in Luft mit einer konstanten Geschwindigkeit von 26.5500 $\frac{km}{h}$. Die Masse des Fallschirmspringers inklusive Schirm soll berechnet werden.

a) Markiere bei den benötigten Angaben die signifikanten Ziffern mit Punkten. Wie viele signifikante Ziffern besitzen diese? Wie viele Ziffern sollte das Resultat besitzen?

b) Berechne die Masse des Fallschirmspringers inklusive Schirm.

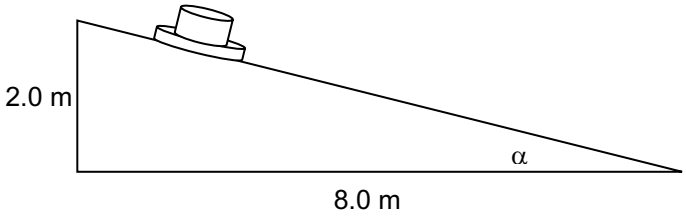
c) Notiere das Resultat mit einer Zehnerpotenz in der wissenschaftlichen Schreibweise und runde auf die richtige Anzahl signifikanter Ziffern.

7. Wie lange braucht ein Auto mindestens auf einer waagrechten, trockenen Strasse, um von 0 auf 80.0 $\frac{km}{h}$ zu beschleunigen?

8. Ein Auto (m = 1'250 kg) bremst mit blockierten Reifen auf einer waagrechten, nassen Strasse (bei einer Anfangsgeschwindigkeit von 50.0 $\frac{km}{h}$).

   Wie lang ist der Bremsweg?

9. Ein Hut (m = 357 g) befindet sich reibungsfrei auf einer schiefen Ebene. (Die Gewichtskraft des Hutes greift im Schwerpunkt an und zeigt senkrecht nach unten; 1.0 N entspricht 1.0 cm.)



a) Stelle die Gewichtskraft als Pfeil dar.

b) Ersetze die Gewichtskraft durch zwei Komponenten:
   - eine senkrecht zum Hang ($F_\perp$)
   - eine parallel zum Hang ($F_\parallel$)

c) Stelle die Normalkraft als Pfeil dar.

d) Bestimme den Winkel α.

e) Bestimme die Beträge der zwei Komponenten.

f) Mit welcher Beschleunigung gleitet der Hut hinab?

g) Wie lange würde er brauchen, um die gesamte Rampe von zuoberst bis zuunterst hinunterzugleiten?

10. Ein Holzfigürchen (m = 255 g) befindet sich auf einer schiefen Ebene aus Stein, die um α = 20 ° geneigt ist.

a) Fertige eine Zeichung an, in der du die folgenden Kräfte als Pfeile darstellst: die Gewichtskraft, die durch zwei Komponenten ersetzt wird (eine parallel und eine rechtwinklig zum Hang), und die Normalkraft. Bestimme die Beträge der dargestellten Kräfte.

b) Beginnt das Klötzchen von selbst zu rutschen? Begründe deine Antwort.

c) Wie gross ist die Kraft, die man braucht, um das Klötzchen mit konstanter Geschwindigkeit hangaufwärts zu schieben?

Lösungen:

1. a) m = 0.98420090 kg: 8 V = 0.0729200 ℓ: 6 Resultat: 6 Ziffern

   b) $\rho = \frac{m}{V} = \frac{0.98420090\ \text{kg}}{0.0000729200\ \text{m}^3} = 13'496.995\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \underline{\underline{13'497.0\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}}$

   c) $\underline{\underline{1.34970 \cdot 10^4\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}}$

2. a) $V = \frac{m}{\rho} = \frac{938.1\ \text{g}}{7.9\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = \underline{\underline{120\ \text{cm}^3}} = \underline{\underline{0.12\ \ell}}$

   b) $F_G = m \cdot g = 0.9381\ \text{kg} \cdot 8.83\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 8.28\ \text{N}$ $F_{R(\text{Gleit})} = \mu_{\text{Gleit}} \cdot F_N = 0.01 \cdot 8.28\ \text{N} = \underline{0.08\ \text{N}}$

3. Kiste 1: $\mu_{Gleit} = \frac{F_R}{F_N} = \frac{2.0\ \text{N}}{0.51\ \text{kg} \cdot 9.81\ \frac{\text{N}}{\text{kg}}} = 0.4$ (Holz-Holz)

Kiste 2: $\mu_{Gleit} = \frac{F_R}{F_N} = \frac{2.0\ \text{N}}{0.68\ \text{kg} \cdot 9.81\ \frac{\text{N}}{\text{kg}}} = 0.3$ (Holz-Stein)

$\Rightarrow$ Holzboden, 1. Kiste aus Holz, 2. Kiste aus Stein

4. a) viermal
b) neunmal
c) sechszehnmal

5. a) 10 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$
b) 5.0 N und 20 N
c) 45 N (bei dreifacher Geschwindigkeit neunmal soviel wie bei 10 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$)
d) $A = \frac{2 \cdot F_L}{\rho_{Luft} \cdot v^2 \cdot c_W} = \frac{2 \cdot 20\ \text{N}}{1.29\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \left(20\ \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 \cdot 0.47} = 0.16\ \text{m}^2$

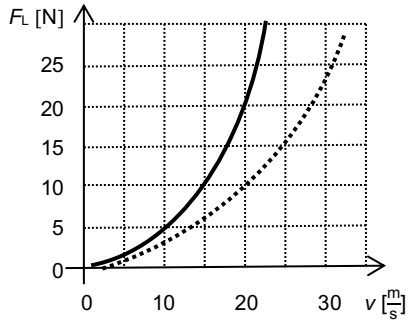
$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} = \sqrt{\frac{0.165\ \text{m}^2}{\pi}} = \underline{\underline{0.23\ \text{m}}} = \underline{\underline{23\ \text{cm}}}$

e) bei 10 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ ist $F_L = \frac{1}{2} \cdot c_W \cdot \rho_{Luft} \cdot A \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 0.47 \cdot 1.29\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \pi \cdot (0.162\ \text{m})^2 \cdot \left(10\ \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = \underline{2.5\ \text{N}}$

bei 20 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ (doppelter Geschwindigkeit) viermal soviel wie bei 10 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$, das heisst <u>10 N</u>

bei 30 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ (dreifacher Geschwindigkeit) neunmal soviel wie bei 10 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$, das heisst <u>22.5 N</u>

einzeichnen siehe rechts



6. a) r = 0.00$\dot{2}\dot{3}\dot{9}\dot{0}$ km: 4 v = $\dot{2}\dot{6}.\dot{5}\dot{5}\dot{0}\dot{0}$ $\frac{\text{km}}{\text{h}}$: 6 ρ_{Luft} = $\dot{1}.\dot{2}\dot{9}$ $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$: 3

g = $\dot{9}.\dot{8}\dot{1}$ $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$: 3 c_W = $\dot{1}.\dot{4}$: 2 Resultat: 2

b) Bei konstanter Sinkgeschwindigkeit gilt: $F_L = F_G$ $\Rightarrow$ $\frac{1}{2} \cdot c_W \cdot \rho_{Luft} \cdot A \cdot v^2 = m \cdot g$

$m = \frac{c_W \cdot \pi \cdot r^2 \cdot \rho_{Luft} \cdot v^2}{2 \cdot g} = \frac{1.4 \cdot \pi \cdot \left(2.390\ \text{m}\right)^2 \cdot 1.29\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \left(\frac{26.5500\ \frac{\text{m}}{\text{s}}}{3.6}\right)^2}{2 \cdot 9.81\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 89.8439\ \text{kg} = \underline{\underline{90\ \text{kg}}}$

c) $\underline{9.0 \cdot 10^1\ \text{kg}}$

7. $a = \frac{F_{R(Haft)}}{m} = \frac{\mu_{Haft} \cdot F_N}{m} = \frac{\mu_{Haft} \cdot F_G}{m} = \frac{\mu_{Haft} \cdot m \cdot g}{m} = \mu_{Haft} \cdot g = 0.85 \cdot 9.81\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 8.3\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

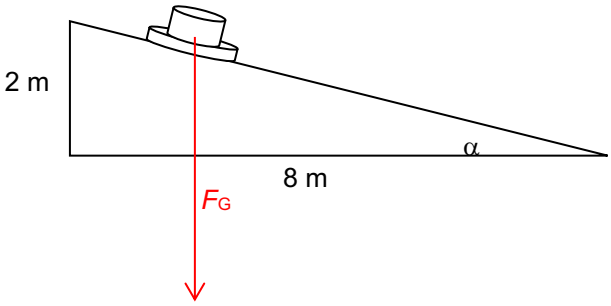
$v = \frac{80\ \frac{\text{km}}{\text{h}}}{3.6} = 22.2\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $t = \frac{v}{a} = \frac{22.2\ \frac{\text{m}}{\text{s}}}{8.3\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = \underline{\underline{2.7\ \text{s}}}$

8. $a = \frac{F_{R(Gleit)}}{m} = \frac{\mu_{Gleit} \cdot F_N}{m} = \frac{\mu_{Gleit} \cdot F_G}{m} = \frac{\mu_{Gleit} \cdot m \cdot g}{m} = \mu_{Gleit} \cdot g = 0.3 \cdot 9.81\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 2.94\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

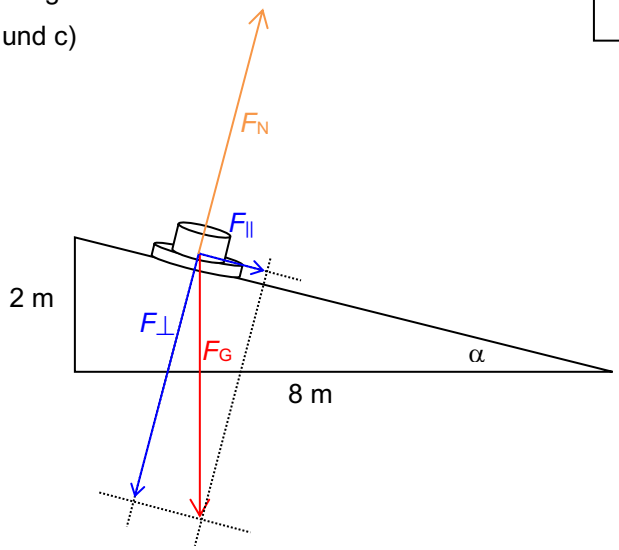
$v = \frac{50\ \frac{\text{km}}{\text{h}}}{3.6} = 13.9\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $s = \frac{v^2}{2a} = \frac{\left(13.9\ \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2 \cdot 2.94\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = \underline{\underline{33\ \text{m}}}$

9. a) $F_G = m \cdot g = 0.357\ \text{kg} \cdot 9.81\ \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 3.50\ \text{N}$

wird dargestellt mit einem Pfeil der Länge 3.5 cm:



b) und c)



d) $\tan\alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Ankathete}} \Rightarrow \alpha = \arctan\left(\frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Ankathete}}\right) = \arctan\left(\frac{2.0\ \text{m}}{8.0\ \text{m}}\right) = \underline{\underline{14°}}$

e) $\sin\alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Hypothenuse}} = \frac{F_{||}}{F_G}$ $\quad F_{||} = \sin\alpha \cdot F_G = \sin(14°) \cdot 3.50\ \text{N} = \underline{\underline{0.85\ \text{N}}}$

$\cos\alpha = \frac{\text{Ankathete}}{\text{Hypothenuse}} = \frac{F_\perp}{F_G}$ $\quad F_\perp = \cos\alpha \cdot F_G = \cos(14°) \cdot 3.50\ \text{N} = \underline{\underline{3.4\ \text{N}}}$

f) $a = \frac{F_{||}}{m} = \frac{0.85\ \text{N}}{0.357\ \text{kg}} = 2.4\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

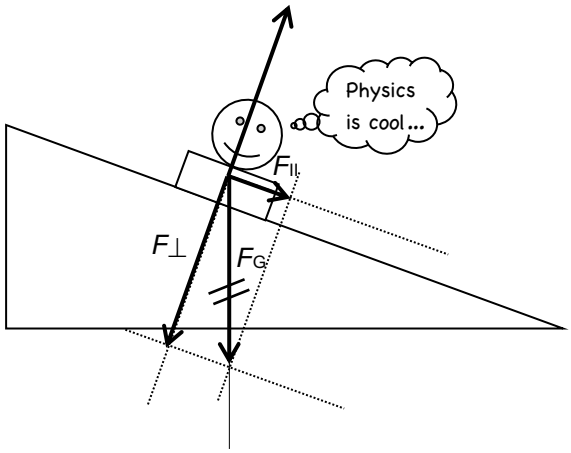
g) $s = \sqrt{b^2 + h^2} = \sqrt{(8.0\ \text{m})^2 + (2.0\ \text{m})^2} = 8.2\ \text{m}$ $\quad \vec{s} = \frac{1}{2} \cdot \vec{a} \cdot t^2$ $\quad t = \sqrt{\frac{2s}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 8.2\ \text{m}}{2.4\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} = \underline{\underline{2.6\ \text{s}}}$

10. a) $F_G = m \cdot g = 0.255\ \text{kg} \cdot 9.81\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 2.50\ \text{N}$

$F_{||} = \sin\alpha \cdot F_G = \sin(20°) \cdot 2.50\ \text{N} = \underline{\underline{0.86\ \text{N}}}$

$F_\perp = \cos\alpha \cdot F_G = \cos(20°) \cdot 2.50\ \text{N} = \underline{\underline{2.35\ \text{N}}}$

$F_N = 2.3\ \text{N}$ (gleicher Betrag wie $F_\perp$)



b) $F_{R,max(Haft)} = \mu_{Haft} \cdot F_N = 0.7 \cdot 2.35\ \text{N} = \underline{\underline{1.6\ \text{N}}}$
Nein, denn die Haftkraft ist grösser als die parallele Kraft.

c) $F_{R(Gleit)} = \mu_{Gleit} \cdot F_N = 0.3 \cdot 2.35\ \text{N} = 0.71\ \text{N}$
$F = 0.71\ \text{N} + 0.86\ \text{N} = \underline{\underline{1.6\ \text{N}}}$