

# 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) 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
- ☞ 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
- ☞ 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](http://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.

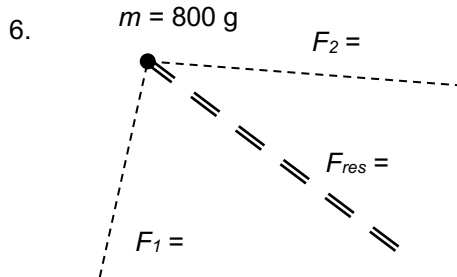
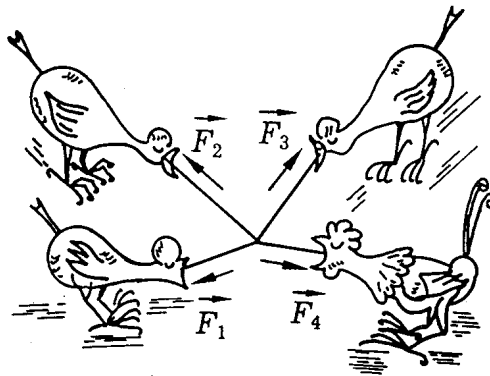
Resultate müssen unterstrichen sein (Einheiten nicht vergessen!).

### **Alle Arbeits- und Theorieblätter sowie Aufgabenblätter A11 bis A14**

#### **Weitere Aufgaben**

1. Quecksilber ist ein Metall, das bei Zimmertemperatur flüssig ist. Bei  $40.0\text{ }^{\circ}\text{C}$  besitzt Quecksilber mit einer Masse von  $0.98420090\text{ kg}$  ein Volumen von  $0.0729200\text{ l}$ . 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  $40.0\text{ }^{\circ}\text{C}$  ist (in  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ).
  - c) Notiere das Resultat mit einer Zehnerpotenz in der wissenschaftlichen Schreibweise und runde auf die richtige Anzahl signifikanter Ziffern.
2. Im Jahr 2012 wurde der Rover «Curiosity» auf dem Mars abgesetzt. Seine Gewichtskraft beträgt  $0.0335690 \cdot 10^2\text{ kN}$  auf dem Mars. Die Masse von «Curiosity» soll berechnet werden.
  - d) Markiere bei den benötigten Angaben die signifikanten Ziffern mit Punkten. Wie viele signifikante Ziffern besitzen diese? Wie viele Ziffern sollte das Resultat besitzen?
  - e) Berechne die Masse von «Curiosity».
  - f) Notiere das Resultat mit einer Zehnerpotenz in der wissenschaftlichen Schreibweise und runde auf die richtige Anzahl signifikanter Ziffern.
3. Herr Detektiv Wunderfitz analysiert Materialien. Er schiebt eine Kiste ( $m = 510\text{ g}$ ) aus unbekanntem Material über einen ebenen Fussboden aus unbekanntem Material. Dabei bemerkt er, dass er  $2.0\text{ N}$  braucht, um die Kiste mit konstanter Geschwindigkeit zu schieben...AHA! Jetzt nimmt er die zweite Kiste ( $m = 680\text{ g}$ ) aus unbekanntem Material: Wieder braucht er  $2.0\text{ N}$ , 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. Eine Stahlklotz hat die Masse  $938.1\text{ g}$ .
  - a) Welches Volumen hat er in  $\text{cm}^3$  und in  $\text{l}$ ?
  - b) Wie gross ist die Kraft, die es braucht, um den Stahlklotz mit konstanter Geschwindigkeit auf der Venus über eine waagrechte Eisfläche zu ziehen?

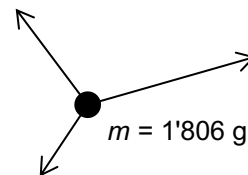
5. Am Knoten ziehen drei Hühner und der Gockel, es herrscht Kräftegleichgewicht.  
 $F_1 = 3.0 \text{ N}$ ,  $F_2 = 1.0 \text{ N}$ .  
 Stelle  $F_1$  und  $F_2$  als Pfeile dar.  
 Konstruiere  $F_3$  und  $F_4$   
 graphisch und bestimme ihre  
 Beträge.



Eine kleine Kugel wird durch zwei Kräfte  $F_1$  und  $F_2$  in die Richtung der doppelt gestrichelten Linie beschleunigt ( $a = 4.0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ ).

Berechne  $F_{res}$  und bestimme die Beträge von  $F_1$  und  $F_2$  mit Hilfe der Zeichnung.

7. Hier sind drei Kräfte, die an einer Kugel angreifen, durch Pfeile dargestellt.  
 Konstruiere die resultierende Kraft und ermittle deren Betrag aus der Zeichnung (1.0 N entspricht 1.0 cm).  
 Bestimme anschliessend Betrag und Richtung der Beschleunigung.



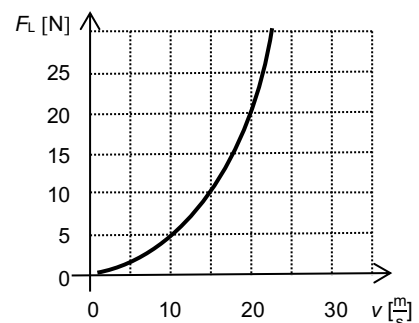
8. Über die Mitte einer Strasse hängt in 12.0 m Höhe eine Lampe ( $F_G = 250 \text{ N}$ ). Die Lampe ist in 14.0 m Höhe durch zwei Drähte an zwei Stangen befestigt, die 16.0 m Abstand voneinander haben.  
 Wie gross ist die Zugkraft in jedem Draht?

9. 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.

10. 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  $10.0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  und bei  $20.0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ?  
 c) Wie gross ist der Luftwiderstand bei  $30.0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ?  
 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.



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

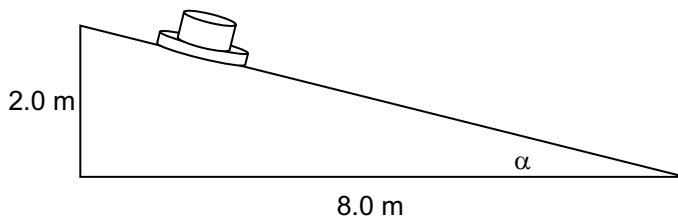
- Wie viele signifikante Ziffern besitzen die benötigten Zahlenwerte? Wie viele Ziffern sollte das Resultat besitzen?
- Rechne aus, wie gross die Masse des Fallschirmspringers inklusive Schirm ist. Runde das Resultat auf die richtige Anzahl signifikanter Ziffern.
- Notiere das Resultat mit einer Zehnerpotenz in der wissenschaftlichen Schreibweise.

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

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

Wie lang ist der Bremsweg?

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



- Stelle die Gewichtskraft als Pfeil dar.
- Ersetze die Gewichtskraft durch zwei Komponenten:
  - eine senkrecht zum Hang ( $F_{\perp}$ )
  - eine parallel zum Hang ( $F_{\parallel}$ )
- Bestimme den Winkel  $\alpha$ .
- Bestimme die Beträge der zwei Komponenten.
- Mit welcher Beschleunigung gleitet der Hut hinab?
- Wie lange würde er brauchen, um die gesamte Rampe von zuoberst bis zuunterst hinunterzugleiten?

15. Ein Holzfigürchen ( $m = 255 \text{ g}$ ) befindet sich auf einer schiefen Ebene aus Stein, die um  $\alpha = 20^\circ$  geneigt ist.

- Fertige eine Zeichnung 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.
- Beginnt das Klötzchen von selbst zu rutschen? Begründe deine Antwort.
- Wie gross ist die Kraft, die man braucht, um das Klötzchen mit konstanter Geschwindigkeit hangaufwärts zu schieben?

Lösungen:

1. a)  $m = 0.98420090 \text{ kg}$ : 8       $V = 0.0729200 \text{ l}$ : 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)  $F_G = 0.0335690 \cdot 10^2 \text{ kN}$ : 6 Ziffern       $g = 3.73 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ : 3 Ziffern      Resultat: 3 Ziffern

b)  $m = \frac{F_G}{g} = \frac{3356.90 \text{ N}}{3.73 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 899.9732 \text{ kg}$

c)  $\underline{\underline{9.00 \cdot 10^2 \text{ kg}}}$

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

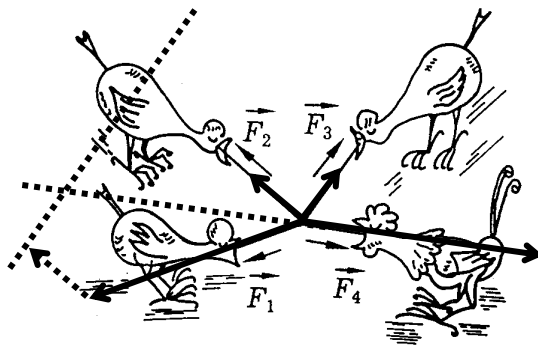
Kiste 2:  $\mu_{\text{Gleit}} = \frac{F_R}{F_N} = \frac{2.0 \text{ N}}{0.68 \text{ kg} \cdot 9.81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}} = 0.3$  (Holz-Stein)

⇒ Holzbooden, 1. Kiste aus Holz, 2. Kiste aus Stein

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

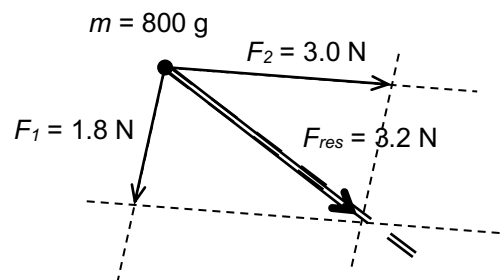
b)  $F_G = m \cdot g = 0.9381 \text{ kg} \cdot 8.83 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 8.28 \text{ N}$        $F_{R(\text{Gleit})} = \mu_{\text{Gleit}} \cdot F_N = 0.014 \cdot 8.28 \text{ N} = \underline{\underline{0.16 \text{ N}}}$

5.

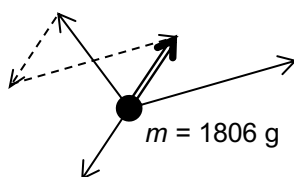


$F_3 = 0.9 \text{ N}$   
 $F_4 = 3.2 \text{ N}$

6.  $F_{\text{res}} = m \cdot a = 0.800 \text{ kg} \cdot 4.0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \underline{\underline{3.2 \text{ N}}}$



7.



$F_{\text{res}} = \underline{\underline{1.2 \text{ N}}}$

$a = \frac{F_{\text{res}}}{m} = \frac{1.2 \text{ N}}{1.806 \text{ kg}} = \underline{\underline{0.66 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$

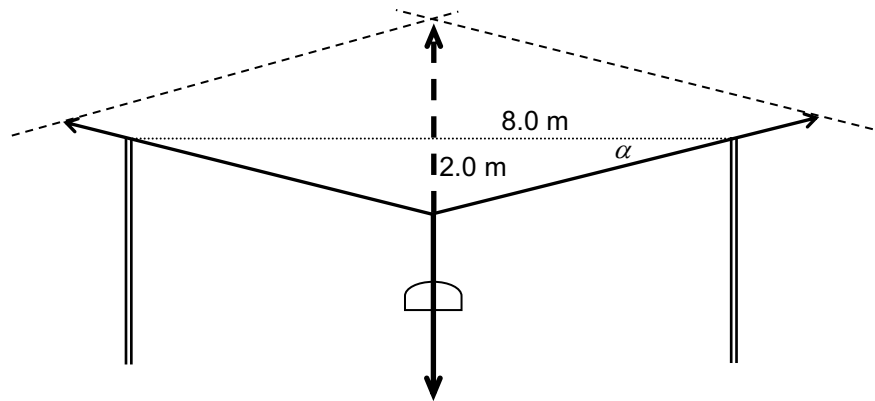
8.  $F_{\text{res}} = 0$

$$\frac{2.0 \text{ m}}{8.0 \text{ m}} = \tan \alpha$$

$$\alpha = 14.0^\circ$$

$$\frac{\frac{F_G}{2}}{F_{\text{Zug}}} = \sin \alpha$$

$$F_{\text{Zug}} = \frac{F_G}{2 \cdot \sin \alpha} = \underline{\underline{515 \text{ N}}}$$



9. a) viermal  
b) neunmal  
c) sechszehnmal

10. a)  $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$   
b) 5.0 N und 20 N  
c) 45 N (bei dreifacher Geschwindigkeit neunmal soviel wie bei  $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ )

$$d) A = \frac{2 \cdot F_L}{\rho_{\text{Luft}} \cdot v^2 \cdot c_W} = \frac{2 \cdot 20 \text{ N}}{1.29 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot (20 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 \cdot 0.47} = 0.16 \text{ m}^2 \quad r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} = \sqrt{\frac{0.165 \text{ m}^2}{\pi}} = \underline{\underline{0.23 \text{ m}}} = \underline{\underline{23 \text{ cm}}}$$

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

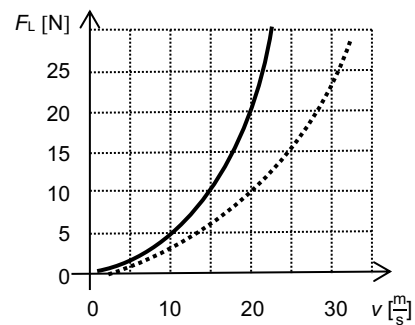
bei  $20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  (doppelter Geschwindigkeit) viermal

soviel wie bei  $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ , das heisst 10 N

bei  $30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  (dreifacher Geschwindigkeit) neunmal

soviel wie bei  $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ , das heisst 22.5 N

einzeichnen siehe rechts



11. a)  $r = 0.002390 \text{ km} : 4$        $v = 26.5500 \frac{\text{km}}{\text{h}} : 6$        $\rho_{\text{Luft}} = 1.29 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} : 3$   
 $g = 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} : 3$        $c_W = 1.4 : 2$       Resultat: 2

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

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

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

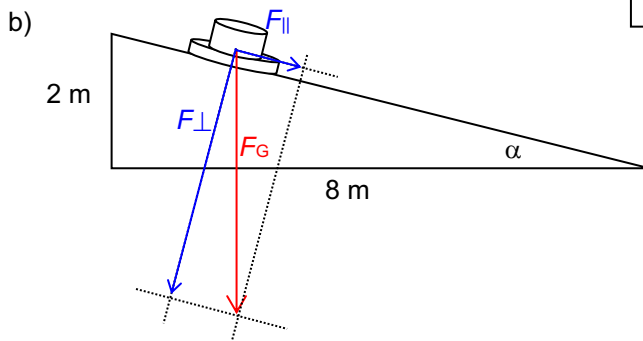
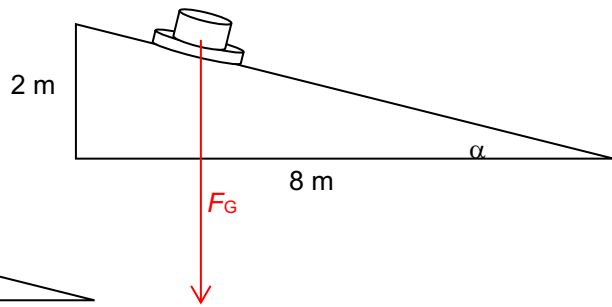
12.  $a = \frac{F_{\text{R(Haft)}}}{m} = \frac{\mu_{\text{Haft}} \cdot F_N}{m} = \frac{\mu_{\text{Haft}} \cdot F_G}{m} = \frac{\mu_{\text{Haft}} \cdot m \cdot g}{m} = \mu_{\text{Haft}} \cdot g = 0.85 \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 8.3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

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

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

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

14. 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:



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

d)  $\sin \alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Hypothenuse}} = \frac{F_{\parallel}}{F_G} \quad F_{\parallel} = \sin \alpha \cdot F_G = \sin(14^\circ) \cdot 3.50 \text{ N} = \underline{0.85 \text{ N}}$

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

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

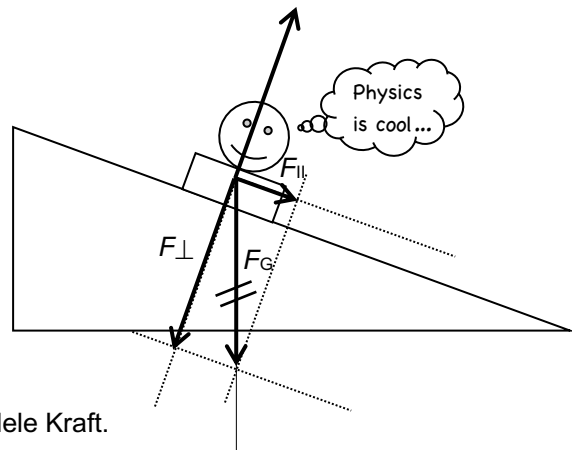
f)  $s = \sqrt{b^2 + h^2} = \sqrt{(8.0 \text{ m})^2 + (2.0 \text{ m})^2} = 8.2 \text{ m} \quad \bar{s} = \frac{1}{2} \cdot \bar{a} \cdot t^2 \quad t = \sqrt{\frac{2s}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 8.2 \text{ m}}{2.4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} = \underline{2.6 \text{ s}}$

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

$F_{\parallel} = \sin \alpha \cdot F_G = \sin(20^\circ) \cdot 2.50 \text{ N} = \underline{0.86 \text{ N}}$

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

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



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

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