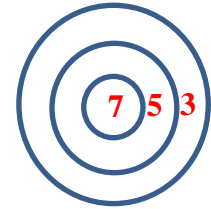


## 2. Schulaufgabe aus der Physik \* Klasse 10f \* 22.05.2017 \* Gruppe A

1. Der Blasrohrsport erfreut sich zunehmender Beliebtheit.

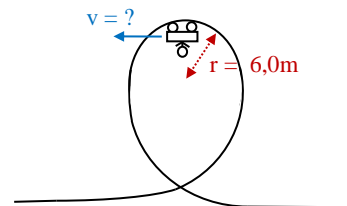
Bei einer Blasrohrlänge von 2,00m und einem Zielscheibenabstand von 7,00m verlässt der Pfeil genau 5,00m vor dem Ziel mit der Geschwindigkeit 42 m/s das Blasrohr. Die Zielscheibe mit einem Durchmesser von 18,0cm ist in drei konzentrische Kreise mit den Radien 3,0cm, 6,0cm und 9,0cm mit den Punktwerten 7, 5 und 3 unterteilt.

Anna hält das Blasrohr genau waagrecht und zielt dabei genau auf die Mitte der Zielscheibe. Wo genau auf der Scheibe trifft der Pfeil mit der Masse 2,4g auf und wie viele Punkte erreicht Anna damit?



2. Eine Achterbahn besitzt einen Looping, dessen Radius an der höchsten Stelle 6,0m beträgt.

- Welche Mindestgeschwindigkeit muss der Wagen an der höchsten Stelle haben, damit der Wagen nicht herabfällt?
- Anton (Masse 65kg) saust mit 12 m/s durch die höchsten Stelle des Loopings. Wie groß ist die Kraft, mit der er auf seinen Sitz gepresst wird?



3. Mit einem Radius von ca. 3390 km ist Mars nur etwa halb so groß wie die Erde. Die Fallbeschleunigung an seiner Oberfläche beträgt  $3,69 \text{ m/s}^2$ .

$$\text{Gravitationskonstante } G^* = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}$$

- Berechnen Sie aus den gegebenen Daten die Masse des Mars. [ Ergebnis:  $M_{\text{Mars}} = 6,4 \cdot 10^{23} \text{ kg}$  ]
- Der Marsmond Phobos umrundet den Mars in 7,65 Stunden. Berechnen Sie die Höhe von Phobos über der Marsoberfläche.



4. In alten Röhrenfernsehern werden Elektronen zunächst auf etwa 35% der Lichtgeschwindigkeit ( $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ) beschleunigt. Danach legen sie mit dieser Geschwindigkeit die Wegstrecke von ca. 25cm bis zum Bildschirm zurück.

- Um wie viel Prozent nimmt die Masse des Elektrons durch die Beschleunigung zu?
- Wie lange dauert der Flug des Elektrons zum Bildschirm
  - aus Sicht eines Fernsehtechnikers,
  - aus Sicht des Elektrons?



Aufgabe	1	2a	b	3a	b	4a	b1	b2	Summe
Punkte	5	4	3	4	5	3	2	2	28



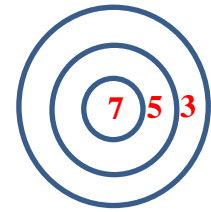
Gutes Gelingen! G.R.

## 2. Schulaufgabe aus der Physik \* Klasse 10f \* 22.05.2017 \* Gruppe B

1. Der Blasrohrsport erfreut sich zunehmender Beliebtheit.

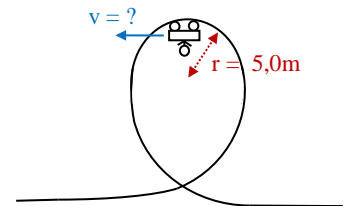
Bei einer Blasrohrlänge von 2,00m und einem Zielscheibenabstand von 7,00m verlässt der Pfeil genau 5,00m vor dem Ziel mit der Geschwindigkeit 38 m/s das Blasrohr. Die Zielscheibe mit einem Durchmesser von 18,0cm ist in drei konzentrische Kreise mit den Radien 3,0cm, 6,0cm und 9,0cm mit den Punktwerten 7, 5 und 3 unterteilt.

Bernd hält das Blasrohr genau waagrecht und zielt dabei genau auf die Mitte der Zielscheibe. Wo genau auf der Scheibe trifft der Pfeil mit der Masse 2,4g auf und wie viele Punkte erreicht Bernd damit?



2. Eine Achterbahn besitzt einen Looping, dessen Radius an der höchsten Stelle 5,0m beträgt.

- a) Welche Mindestgeschwindigkeit muss der Wagen an der höchsten Stelle haben, damit der Wagen nicht herabfällt?  
 b) Berta (Masse 55kg) saust mit 10 m/s durch die höchsten Stelle des Loopings. Wie groß ist die Kraft, mit der sie auf ihren Sitz gepresst wird?



3. Mit einem Radius von ca. 3390 km ist Mars nur etwa halb so groß wie die Erde. Die Fallbeschleunigung an seiner Oberfläche beträgt 3,69 m/s<sup>2</sup>.

$$\text{Gravitationskonstante } G^* = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}$$

- a) Berechnen Sie aus den gegebenen Daten die Masse des Mars.  
 [ Ergebnis:  $M_{\text{Mars}} = 6,4 \cdot 10^{23} \text{ kg}$  ]  
 b) Der Marsmond Daimos umrundet den Mars in 30,3 Stunden. Berechnen Sie die Höhe von Daimos über der Marsoberfläche.



4. In alten Röhrenfernsehern werden Elektronen zunächst auf etwa 30% der Lichtgeschwindigkeit ( $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ) beschleunigt. Danach legen sie mit dieser Geschwindigkeit die Wegstrecke von ca. 20cm bis zum Bildschirm zurück.

- a) Um wie viel Prozent nimmt die Masse des Elektrons durch die Beschleunigung zu?  
 b) Wie lange dauert der Flug des Elektrons zum Bildschirm  
 b1) aus Sicht eines Fernsehtechnikers,  
 b2) aus Sicht des Elektrons?



Aufgabe	1	2a	b	3a	b	4a	b1	b2	Summe
Punkte	5	4	3	4	5	3	2	2	28



Gutes Gelingen! G.R.

## 2. Schulaufgabe aus der Physik \* Klasse 10f \* 22.05.2017 \* Gruppe A \* Lösung

1. Für die Flugdauer  $t$  des Pfeils gilt:

$$v = \frac{x}{t} \Rightarrow t = \frac{x}{v} = \frac{5,00 \text{ m}}{42 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 0,1190... \text{ s} \approx 0,12 \text{ s} \quad ; \quad \text{in diesen } 0,12 \text{ s fällt der Pfeil um}$$

$$y = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (0,12 \text{ s})^2 = 0,0705... \text{ m} \approx 7,1 \text{ cm} \quad \text{nach unten.}$$

Der Pfeil trifft also 7,1 cm unterhalb des Scheibenzentrums auf. Anna erreicht damit 3 Punkte.

2. a) Die Mindestgeschwindigkeit muss so hoch sein, dass die benötigte Zentripetalkraft größer als die Gewichtskraft ist und damit auch die Unterlage noch Kraft auf den Wagen ausübt.

$$F_Z > F_G \Leftrightarrow \frac{m \cdot v^2}{r} > m \cdot g \Leftrightarrow v^2 > g \cdot r \Leftrightarrow$$

$$v_{\text{mindest}} > \sqrt{g \cdot r} = \sqrt{9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 6,0 \text{ m}} = 7,668... \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 7,7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{b) } F_Z = F_G + F_U \Rightarrow F_{\text{Unterlage}} = F_Z - F_G = \frac{m \cdot v^2}{r} - m \cdot g = m \cdot \left( \frac{v^2}{r} - g \right) =$$

$$65 \text{ kg} \cdot \left( \frac{(12 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{6,0 \text{ m}} - 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) = 65 \text{ kg} \cdot \left( 24 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} - 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) = 923 \text{ N} \approx 0,92 \text{ kN}$$

Mit dieser Kraft von 0,92 kN wird Anton auf seinen Sitz gepresst.

3. a) Die Gewichtskraft einer Masse  $m$  auf der Marsoberfläche kann man auf zwei Arten berechnen:

$$m \cdot g = G^* \cdot \frac{m \cdot M_{\text{Mars}}}{R_{\text{Mars}}^2} \Rightarrow$$

$$M_{\text{Mars}} = \frac{g \cdot R_{\text{Mars}}^2}{G^*} = \frac{3,69 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (3,39 \cdot 10^6 \text{ m})^2}{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}} = 6,35... \cdot 10^{23} \text{ kg} \approx 6,4 \cdot 10^{23} \text{ kg}$$



$$\text{b) } F_Z = F_G \Leftrightarrow m \cdot \omega^2 \cdot r = G^* \cdot \frac{m \cdot M_{\text{Mars}}}{r^2} \Rightarrow r^3 = \frac{G^* \cdot M_{\text{Mars}}}{\omega^2} = \frac{G^* \cdot M_{\text{Mars}} \cdot T^2}{4 \cdot \pi^2} \Rightarrow$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{G^* \cdot M_{\text{Mars}} \cdot T^2}{4 \cdot \pi^2}} = \sqrt[3]{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2} \cdot 6,4 \cdot 10^{23} \text{ kg} \cdot (7,65 \cdot 3600 \text{ s})^2}{4 \cdot \pi^2}} \approx 9,36 \cdot 10^3 \text{ km}$$

$$h = r - R_{\text{Mars}} = 9,36 \cdot 10^3 \text{ km} - 3390 \text{ km} = 5970 \text{ km} \approx 6,0 \cdot 10^3 \text{ km}$$

$$4. \text{ a) } m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} = \frac{m_0}{\sqrt{1 - 0,35^2}} = 1,0675... m_0 \quad \text{und} \quad \Delta m = 0,0675... m_0 = 6,8\% \quad \text{von } m_0$$

$$\text{b1) } t_{\text{Techniker}} = \frac{x}{v} = \frac{0,25 \text{ m}}{0,35 \cdot c} = \frac{0,25 \text{ m}}{0,35 \cdot 3,0 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 2,38 \cdot 10^{-9} \text{ s} \approx 2,4 \cdot 10^{-9} \text{ s}$$



$$\text{b2) } t_{\text{Elektron}} = t_{\text{Techniker}} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2} = 2,4 \cdot 10^{-9} \text{ s} \cdot \sqrt{1 - 0,35^2} = 2,24 \cdot 10^{-9} \text{ s} \approx 2,2 \cdot 10^{-9} \text{ s}$$

## 2. Schulaufgabe aus der Physik \* Klasse 10f \* 22.05.2017 \* Gruppe B \* Lösung

1. Für die Flugdauer  $t$  des Pfeils gilt:

$$v = \frac{x}{t} \Rightarrow t = \frac{x}{v} = \frac{5,00 \text{ m}}{38 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 0,1315... \text{ s} \approx 0,13 \text{ s} \quad ; \quad \text{in diesen } 0,13 \text{ s fällt der Pfeil um}$$

$$y = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (0,13 \text{ s})^2 = 0,0828... \text{ m} \approx 8,3 \text{ cm} \quad \text{nach unten.}$$

Der Pfeil trifft also 8,3 cm unterhalb des Scheibenzentrums auf. Bernd erreicht damit 3 Punkte.

2. a) Die Mindestgeschwindigkeit muss so hoch sein, dass die benötigte Zentripetalkraft größer als die Gewichtskraft ist und damit auch die Unterlage noch Kraft auf den Wagen ausübt.

$$F_Z > F_G \Leftrightarrow \frac{m \cdot v^2}{r} > m \cdot g \Leftrightarrow v^2 > g \cdot r \Leftrightarrow$$

$$v_{\text{mindest}} > \sqrt{g \cdot r} = \sqrt{9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 5,0 \text{ m}} = 7,00... \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 7,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{b) } F_Z = F_G + F_U \Rightarrow F_{\text{Unterlage}} = F_Z - F_G = \frac{m \cdot v^2}{r} - m \cdot g = m \cdot \left( \frac{v^2}{r} - g \right) =$$

$$55 \text{ kg} \cdot \left( \frac{\left( 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2}{5,0 \text{ m}} - 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) = 55 \text{ kg} \cdot \left( 20 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} - 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) = 561 \text{ N} \approx 0,56 \text{ kN}$$

Mit dieser Kraft von 0,56 kN wird Berta auf ihren Sitz gepresst.

3. a) Die Gewichtskraft einer Masse  $m$  auf der Marsoberfläche kann man auf zwei Arten berechnen:

$$m \cdot g = G^* \cdot \frac{m \cdot M_{\text{Mars}}}{R_{\text{mars}}^2} \Rightarrow$$

$$M_{\text{Mars}} = \frac{g \cdot R_{\text{mars}}^2}{G^*} = \frac{3,69 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \left( 3,39 \cdot 10^6 \text{ m} \right)^2}{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}} = 6,35... \cdot 10^{23} \text{ kg} \approx 6,4 \cdot 10^{23} \text{ kg}$$



$$\text{b) } F_Z = F_G \Leftrightarrow m \cdot \omega^2 \cdot r = G^* \cdot \frac{m \cdot M_{\text{Mars}}}{r^2} \Rightarrow r^3 = \frac{G^* \cdot M_{\text{Mars}}}{\omega^2} = \frac{G^* \cdot M_{\text{Mars}} \cdot T^2}{4 \cdot \pi^2} \Rightarrow$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{G^* \cdot M_{\text{Mars}} \cdot T^2}{4 \cdot \pi^2}} = \sqrt[3]{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2} \cdot 6,4 \cdot 10^{23} \text{ kg} \cdot (30,3 \cdot 3600 \text{ s})^2}{4 \cdot \pi^2}} \approx 23,4 \cdot 10^3 \text{ km}$$

$$h = r - R_{\text{Mars}} = 23,4 \cdot 10^3 \text{ km} - 3390 \text{ km} = 20042, ... \text{ km} \approx 20 \cdot 10^3 \text{ km}$$

$$4. \text{ a) } m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left( \frac{v}{c} \right)^2}} = \frac{m_0}{\sqrt{1 - 0,30^2}} = 1,04828... m_0 \quad \text{und} \quad \Delta m = 0,0482... m_0 = 4,8\% \text{ von } m_0$$

$$\text{b1) } t_{\text{Techniker}} = \frac{x}{v} = \frac{0,20 \text{ m}}{0,30 \cdot c} = \frac{0,20 \text{ m}}{0,30 \cdot 3,0 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 2,22 \cdot 10^{-9} \text{ s} \approx 2,2 \cdot 10^{-9} \text{ s}$$



$$\text{b2) } t_{\text{Elektron}} = t_{\text{Techniker}} \cdot \sqrt{1 - \left( \frac{v}{c} \right)^2} = 2,2 \cdot 10^{-9} \text{ s} \cdot \sqrt{1 - 0,30^2} = 2,098... \cdot 10^{-9} \text{ s} \approx 2,1 \cdot 10^{-9} \text{ s}$$