

## Lösungen zu Physik 1. Probe-Ex

### 1) Einige Geschwindigkeiten (5 P)

- a)  $v_1 = 0.004 \text{ mm/Jahr} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ mm} / (365.25 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s}) = 4 \cdot 10^{-6} \text{ m} / (365.25 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s}) = 1.3 \cdot 10^{-13} \text{ m/s}$ .  
b)  $v_2 = 2\pi r / (1 \text{ Jahr}) = 2\pi \cdot 1.5 \cdot 10^8 \cdot 10^3 \text{ m} / (365.25 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s}) = 29865 \text{ m/s} = 3.0 \cdot 10^4 \text{ m/s}$ . (rund 30 km/s)  
c)  $v_3 = 3 \cdot 10^{-3} \text{ m} / (7 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s}) = 4.96 \cdot 10^{-9} \text{ m/s} = 5 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}$  (gerundet auf 1 gültige Stelle)

### 2. Beschleunigungen (7 P)

a)  $a_1 = v/t = 666 \text{ m/s} / 1.8 \cdot 10^{-3} \text{ s} = 370'000 \text{ m/s}^2 = 3.7 \cdot 10^5 \text{ m/s}^2$ . (2 P)

b)  $v_{\text{mittel}} = v_m = s/t = 1.5 \cdot 10^{-5} \text{ m} / 7.0 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 21.4 \text{ m/s} = 2.1 \cdot 10^1 \text{ m/s}$ . (1 P)

Die Geschwindigkeit steigt mit konstanter Beschleunigung gleichmässig von 0 auf die Endgeschwindigkeit an. Die mittlere Geschwindigkeit haben wir berechnet zu 21.4 m/s.

Damit ist  $v_{\text{Ende}} = 2 \cdot 21.4 \text{ m/s} = 52.8 \text{ m/s}$ .

Die mittlere Beschleunigung ist somit  $a = v_{\text{Ende}}/t = 52.8 \text{ m/s} / 7.0 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 6.1 \cdot 10^7 \text{ m/s}^2$  (riesig!)

Man spricht von mittlerer Beschleunigung, weil die Beschleunigung in Realität nicht konstant ist. Mit unserem Modell der gleichmässig beschleunigten Bewegung können wir immer nur die mittlere Beschleunigung bestimmen! (2 P)

c)  $t_3 = v/a = 75.8 \text{ m/s} / 1.7 \text{ m/s}^2 = 44.6 \text{ s}$  runden auf  $t_3 = 45 \text{ s}$

Die Startstrecke  $s_3 = v_{\text{mittel}} \cdot t = (1/2 \cdot 75.8 \text{ m/s}) \cdot 44.6 \text{ s} = 1690.34 \text{ m}$  zu runden auf  $s_3 = 1700 \text{ m}$  (oder auch auf  $s_3 = 1690 \text{ m}$ ). (2 P)

### 3. Ein v-t-Diagramm (4 P)

- a)  $s_{\text{tot}} = 5 \cdot 20 \text{ m} + 2 \cdot 30 \text{ m} + 3 \cdot 20 \text{ m} = 220 \text{ m}$  (2½ P) = zurückgelegter Weg hin- und her!  
b)  $s_b = 100 \text{ m} + 60 \text{ m} - 60 \text{ m} = 100 \text{ m}$  (1½ P) = nur Positionsverschiebung zw. Start und Ziel!

### 4. Interpretation und Berechnungen an Diagrammen (8 P)

- a) Ein Fahrzeug fährt gleichförmig 20 m retour in 3 s, steht dann 3 s still und fährt 9 s gleichförmig vorwärts, bis es wieder bei  $s = 20 \text{ m}$  ist. Da es gleichförmige Bewegungen sind, ist die Beschleunigung immer Null.

Abschnitte: i)  $v_1 = -20/3 \text{ m/s} = -6.7 \text{ m/s}$ ,  $a_1 = 0$ , ii)  $v_2 = 0$ ,  $a_2 = 0$ , iii)  $v_3 = 20/9 \text{ m/s} = 2.2 \text{ m/s}$ ,  $a_3 = 0$

- b) Ein Fahrzeug bremst gleichmässig von 20 m/s auf 0 m/s (Stillstand) innert 3 s ab. Es steht dann 3 s still und beschleunigt schliesslich wieder gleichmässig in 9 s von 0 auf 20 m/s.

Abschnitte: i)  $v_1 = 10 \text{ m/s}$ ,  $a_1 = -6.7 \text{ m/s}^2$ , ii)  $v_2 = 0$ ,  $a_2 = 0$ , iii)  $v_3 = 10 \text{ m/s}$ ,  $a_3 = 2.2 \text{ m/s}^2$

## 5. Erklärungen:

- a) Wenn, z.B., ein Kursschiff fährt, ohne Antrieb, dann wird es aufgrund der Trägheit zwar noch weit geradeaus schwimmen bis es endlich langsamer und langsamer wird und schliesslich still steht aufgrund der äusseren Reibung. Damit das Trägheitsprinzip anwendbar ist, müssten alle äusseren Kräfte zusammen verschwindenden Einfluss auf das Schiff haben. D.h., der Wasser- und Luftwiderstand muss normalerweise überwunden werden. Daher braucht es für eine geradlinige gleichförmige Bewegung bei allen Fortbewegungsmitteln einen stetigen Antrieb, der gerade diese äussere bremsende Kraft überwindet. So kann sich das Fahrzeug (oder Schiff in diesem Beispiel) mit konstanter Geschwindigkeit geradlinig weiterbewegen, wie dies das Trägheitsgesetz vorhersagt: Die Wirkung aller äusseren Antriebe (= Kräfte) ist dann Null, d.h., Motorkraft (nach vorne) plus Reibungskraft (nach hinten) ergeben gerade Null!
- b) Die Trägheit spielt in folgenden technischen Anwendungen eine Rolle:
- Rollgurten blockieren während eines Aufpralls oder während des Bremsen, weil eine Masse die Verriegelung aktiviert. Solange das Auto konstant fährt bleibt der Rollgurt beweglich. Bremsst man nun, so bewegt sich diese Masse aufgrund ihrer Trägheit mit konstanter Geschwindigkeit weiter nach vorne und verriegelt den Gurt.
  - Eine Axt funktioniert aufgrund der Trägheit. Der Holzklötz stoppt die Bewegung der Axt zwar ab, dies geschieht aber nur allmählich weil sich die (schwere) Axt aufgrund ihrer Trägheit weiterbewegt und in den Klotz eindringt. (Natürlich ist die Form auch wichtig, damit die Axt schliesslich den Holzklötz spaltet.)
  - Ein Hammer funktioniert aufgrund der Trägheit völlig analog zur Axt. Aufgrund seiner Trägheit bewegt er sich weiter zusammen mit dem Nagel und treibt ihn in das Holz hinein. Dabei wirkt die Reibung zwischen Holz und Nagel als bremsende Kraft auf den Hammer zurück.
  - Eine Saite eines Musikinstruments funktioniert dank der Trägheit. Man spannt sie. Sie wird aufgrund der elastischen Spannung beschleunigt, bis sie wieder gerade ist. Nun schwingt sie aufgrund der Trägheit über diese Ruheposition hinweg und wird dabei immer weiter abgebremst durch die rücktreibende, elastische Spannkraft der Saite.
- c) Stell' Dir vor auf einem stehenden Lastwagen ist eine Badewanne mit Wasser. Nun fährt der Lastwagen ab. Das Wasser in der Badewanne ist aber noch immer in Ruhe – nur der Behälter bewegt sich jetzt nach vorne. Damit bleibt das Wasser zurück (wie in Ruhe stehen) und bewegt sich relativ zur Badewanne nach hinten! Man nennt dies das Prinzip der Trägheit. Damit das Wasser sich auch mit dem Lastwagen mitbewegt muss es erst durch den Widerstand an der Badewannenwand mitgenommen werden. Genauso würdest Du in einem (schnell) anfahrenden Bus nach hinten umfallen, wenn Du dich nicht festhalten würdest.
- Nun fährt der Lastwagen mit konstanter Geschwindigkeit und das Wasser in der Badewanne schwappt schliesslich nicht mehr umher. Jetzt bremst der Lastwagen. Das Wasser hingegen wird nicht zurückgehalten sondern bewegt sich mit der ursprünglichen höheren Geschwindigkeit weiterhin nach vorne. Damit schwappt es jetzt nach vorne und wird dort von der Badewannenwand wieder aufgehalten und so schliesslich auch (nach vielem hin-und-her schwappen) abgebremst. (**Bemerkung:** für 3 Punkte wird entweder ein genauer Beschrieb des Anfahrens oder des Bremsens erwartet – nicht beides!)

6. a) Die Masse ist eine wichtige Eigenschaft jedes Körpers (jeder Flüssigkeit oder jedes Gases), sie ist überall immer gleich gross. Die Masse ist nur von diesem Körper abhängig. Sie gibt an wie schwer oder leicht und wie träge ein Körper ist. Es ist schliesslich eine Eigenschaft jedes Atoms. Die Gewichtskraft dagegen ist eine Wechselwirkung zwischen zwei Körpern – typischerweise zwischen einem Himmelskörper und einem Körper. Sie ist damit von beiden Körpern abhängig. Das Gewicht ist proportional zur Masse *und* hängt davon ab wie stark der andere Körper (d.h. der Himmelskörper) diesen Körper mit seiner Schwerkraft (Gravitationskraft) anzieht.

b) Das Federkraftgesetz entspricht einem proportionalen Zusammenhang zwischen der wirkenden Kraft  $F$  und der Verlängerung  $\Delta s$ , oder auch Verkürzung (beim Zusammendrücken einer Feder):  $F \sim \Delta s$ . Diese Proportionalität als Gleichung geschrieben:  $F = D \cdot \Delta s$ .  $D$  ist die Federkonstante und beschreibt die Härte der verwendeten Feder.

D.h. das Federkraftgesetz macht es möglich, dass man die Wirkung einer Kraft an der Verlängerung (oder Verkürzung) einer Feder misst und somit erkennen kann. Eine doppelt so starke Wirkung entspricht damit auch einer doppelt so starken Kraft.

Zudem ist diese Eigenschaft unabhängig davon, wo man diese Feder benutzt. Auf der Erde kann die Federkonstante  $D$  einer Feder bestimmt werden und damit können auch Kräfte auf einer Raumstation oder auf dem Mond resp. auf anderen Planeten oder einem Kometen etc. gemessen oder bewirkt werden.