

Bei den **numerischen** Lösungen muss der Rechenweg ebenfalls ersichtlich sein, auch wenn zur Berechnung ein Rechner verwendet wird – ein Resultat ohne Herleitung ergibt keine Punkte. Resultate müssen eine sinnvolle physikalische Einheit enthalten und eine sinnvolle Genauigkeit aufweisen (d. h. die richtige Anzahl signifikanter Stellen).

Verbale Antworten sollen in klaren Sätzen in korrektem Deutsch gegeben werden.

Bemühen Sie sich in Ihrem eigenen Interesse um eine klare Darstellung und leserliche Schrift – Unleserliches und Unverständliches ergibt keine Punkte.

Die Serie umfasst 7 Aufgaben, das Punktemaximum beträgt 65 Punkte.
Zur Erreichung der Note 6 ist nicht die volle Punktzahl erforderlich.

Aufgabe 1 (10 Punkte)

Am letzten Automobilsalon in Genf wurde ein über 400 km/h schneller Sportwagen aus Schweden vorgestellt (*Koenigsegg Agera R*).
Messungen ergaben, dass er beim Bremsen in 6.66 Sekunden aus 300 km/h zum Stillstand kommt. Im Folgenden nehmen wir an, dass dabei die Verzögerung („negative Beschleunigung“) konstant ist.

a) Wie gross ist die Verzögerung bei diesem Bremsvorgang?

a1) formal

$$a = \frac{\Delta v}{t} = \frac{v_1 - v_0}{t} = - \frac{v_0}{t}$$

1 P.

a2) numerisch

$$a = \frac{-300 \frac{\text{km}}{\text{h}}}{6,66 \text{ s}} = -45 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

1 P.

b) Wie gross ist die Strecke, die dabei zurückgelegt wird?

b1) formal

$$v_1^2 = 2as + v_0^2 = 0$$

$$s = -\frac{v_0^2}{2a} = \frac{v_0 \cdot t}{2}$$

2 P.

b2) numerisch

$$s = \frac{300 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot 6,66 \text{ s}}{2} = 278 \text{ m}$$

1 P.

c) Wie gross ist, im Vergleich zum Gewicht G des Sportwagens, die bei diesem Bremsvorgang verzögernd wirkende Kraft F ? Bestimmen Sie das Verhältnis $F : G$

c1) formal

$$F : G = \frac{ma}{mg} = \frac{a}{g} = \frac{v_0}{gt}$$

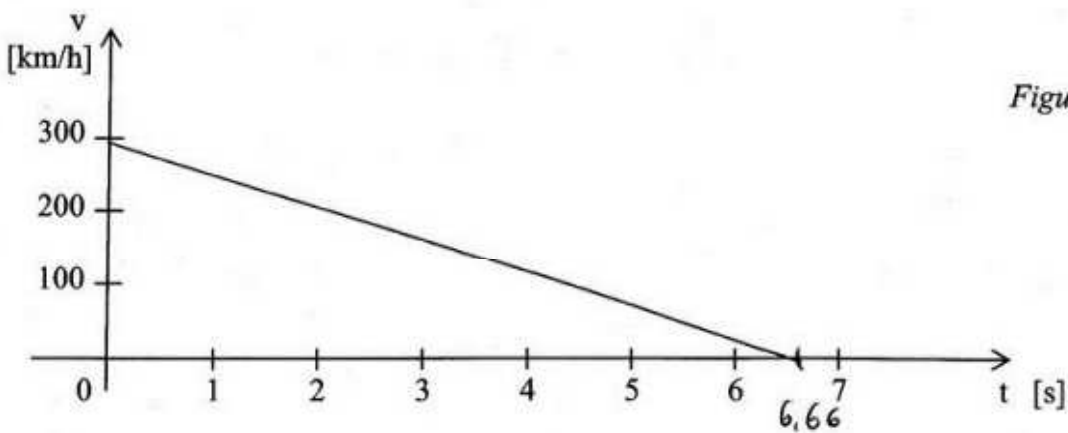
1 P.

c2) numerisch

$$F : G = \frac{300 \frac{\text{km}}{\text{h}}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 6,66 \text{s}} = \underline{1,28}$$

1 P.

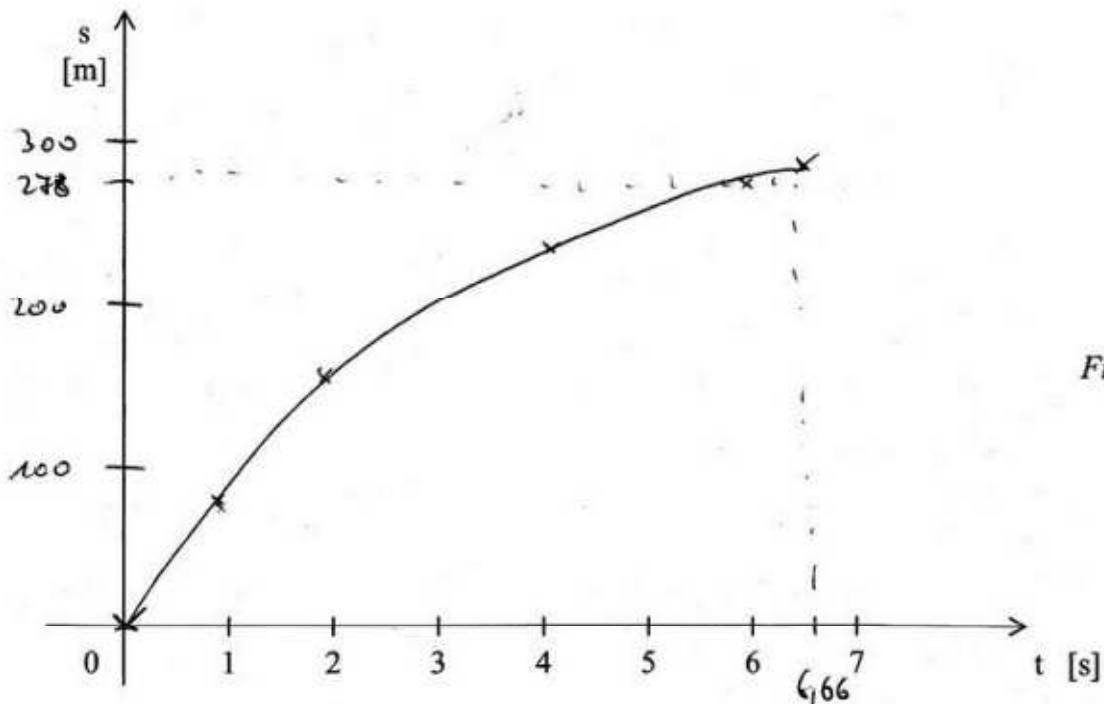
d) Skizzieren Sie das t - v -Diagramm für diesen Bremsvorgang in *Figur 1*.



Figur 1

1 P.

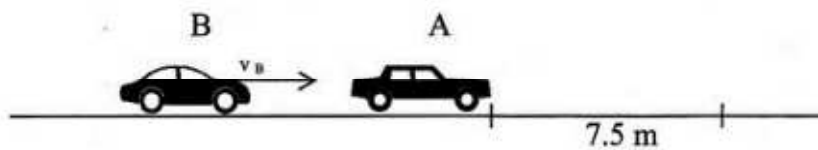
e) Skizzieren Sie in *Figur 2* das t - s -Diagramm für diesen Bremsvorgang. Markieren Sie auf der s -Achse die entsprechenden Einheiten.



Figur 2

2 P.

Aufgabe 2 (10 Punkte)



Figur 3

Herr Huber steht mit seinem Fahrzeug A (Masse 1.6 t) vor einem Lichtsignal (Figur 3). Plötzlich verspürt er einen heftigen Stoss – der Fahrer des Fahrzeugs B war unaufmerksam und ist mit seinem Fahrzeug (Masse 1.2 t) in das Heck von Fahrzeug A geprallt.

Hinweis: Die Teilaufgaben a) und b) sind voneinander unabhängig.

a) Durch den Aufprall erhält Fahrzeug A eine Geschwindigkeit von 3.0 m/s. Nach einer Strecke von 7.5 m steht es wieder still. Die Frage ist, wie gross die auf dieser Strecke wirkende bremsende Kraft war.

a1) Diese Frage lässt sich mit Hilfe des Begriffs „Energie“ beantworten. Erläutern Sie die entsprechende physikalische Überlegung verbal (ein bis zwei Sätze).

Kinetische Energie ($3 \frac{m}{s}$, 1.6t) wandelt sich in Reibungsarbeit um, da am Ende der Strecke 7,5m keine kin. Energie ($v=0$) mehr vorhanden ist.

2 P.

a2) Wie gross ist die bremsende Kraft?

a21) formal

$$E_{kin} = W_R$$
$$\frac{1}{2} m v^2 = F_R \cdot s$$

$$F_R = \frac{m v^2}{2s}$$

2 P.

a22) numerisch

$$F_R = \frac{1600 \text{ kg} \cdot \left(3 \frac{m}{s}\right)^2}{2 \cdot 7,5 \text{ m}} = 960 \text{ N} = \underline{\underline{0,96 \text{ kN}}}$$

1 P.

b) Durch die Kollision wird Fahrzeug B zum Stillstand gebracht.

b1) Wie gross war dessen Geschwindigkeit vor dem Aufprall?

b11) formal

$$p_{\text{vor}} = p_{\text{nach}}$$
$$m_B \cdot v_B + 0 = 0 + m_A \cdot v_A$$
$$\underline{v_B = \frac{m_A}{m_B} \cdot v_A}$$

2 P.

b12) numerisch

$$\underline{v_B = \frac{1,6}{1,2} \cdot 3 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 4,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

1 P.

b2) Berechnen Sie die Energien der Fahrzeuge vor der Kollision und nach der Kollision (nur numerisch). Welchen Schluss ziehen Sie aus den beiden Resultaten?

$$E_{\text{vor}} = \frac{1}{2} m_B v_B^2 = 7,2 \text{ kJ}$$

$$E_{\text{nach}} = \frac{1}{2} m_A v_A^2 = 9,6 \text{ kJ}$$

$$\Delta E = 2,4 \text{ kJ}$$

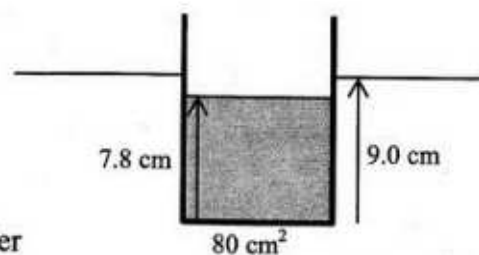
Es war ein inelastischer Stoss, bei dem die Bewegungsenergie nicht erhalten blieb, sondern 25% in Verformungsarbeit umgewandelt wurde.

2 P.

Aufgabe 3 (10 Punkte)

Eine leere Büchse schwimmt in einem Teich (Figur 4). Ihre Höhe ist 13 cm, ihre Grundfläche 80 cm^2 . In ihr steht Wasser 7.8 cm hoch, die Büchse taucht 9.0 cm tief ein.

Wir wollen heraus finden, wie gross das Gewicht der leeren Büchse ist.



Figur 4

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die Lösung zu finden. Wir betrachten eine Vorgehensweise, bei der der Schweredruck verwendet wird.

a) Wie gross ist der Schweredruck 9.0 cm unterhalb der Wasseroberfläche?

a1) formal

$$p_{s1} = \rho_w g h_1$$

a2) numerisch

$$p_{s1} = 1 \frac{g}{cm^3} \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} \frac{N}{s} \cdot 9 cm =$$

$$883 Pa = 8,8 hPa$$

1 P.

2 P.

b) Wie gross ist der Schweredruck 7.8 cm unterhalb der Wasseroberfläche?

b1) formal

$$p_{s2} = \rho_w g h_2$$

b2) numerisch

$$p_{s2} = 77 Pa$$

½ P.

½ P.

c) Aus den Resultaten von a) und b) lässt sich das Gewicht der leeren Büchse berechnen.

c1) Beschreiben Sie das Vorgehen mit ein bis zwei Sätzen.

Auf den Boden wirkt von unten ein grösseres Druck, als von oben. Trotzdem ist die Büchse im Gleichgewicht. Die Differenz der Kräfte entspricht dem Gewicht der Büchse.

2 P.

c2) formale Lösung

$$F_{\uparrow} = F_{\downarrow}$$

$$A \cdot p_{s1} = A p_{s2} + F_G$$

$$F_G = A (p_{s1} - p_{s2}) = \underline{A \cdot \rho_w g (h_1 - h_2)}$$

2 P.

c3) numerische Lösung

$$\begin{aligned} F_G &= 80 cm^2 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} \frac{N}{s} \cdot 1 \frac{g}{cm^3} \cdot 1,2 cm \\ &= \underline{0,94 N} \end{aligned}$$

2 P.

Aufgabe 4 (10 Punkte)

In einem Dampfbügeleisen wird das eingefüllte Wasser auf $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ erhitzt und verdampft, der austretende Dampf erleichtert das Bügeln. Annika giesst 1.5 dl Wasser von $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ in das Dampfbügeleisen. Nach 14 Minuten ist diese Wassermenge verdampft.

a) Die Frage ist, wie gross die mittlere Leistung ist, die für diesen Vorgang nötig ist.

a1) Berechnen Sie zuerst die Wärmemenge, die für diesen Vorgang nötig ist.

a11) formal

$$\Delta Q = c_w \cdot m_w \cdot \Delta T_w + m_w \cdot L_v$$

$$\Delta Q = c_w \cdot \rho_w \cdot V_w \cdot (T_2 - T_1) + \rho_w V_w \cdot L_v$$

3 P.

a12) numerisch

$$\Delta Q = 4182 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 0,15 \text{ kg} \cdot 82 \text{ K} + 0,15 \text{ kg} \cdot 2,256 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

$$\Delta Q = 3,9 \cdot 10^5 \text{ J}$$

2 P.

a2) Wie gross ist somit die mittlere Leistung (nur numerisch)?

$$P = \frac{\Delta Q}{t} = \frac{3,9 \cdot 10^5 \text{ J}}{14 \text{ min}} = 0,46 \text{ kW}$$

1 P.

b) Beim Bügeln erwärmt die heisse Unterseite des Bügeleisens das zu bügelnde Stück Stoff. Um welche Wärmeübertragungsart handelt es sich dabei? Begründen Sie Ihre Antwort mit ein bis zwei Sätzen.

Wärmeleitung; Energieübertragung durch Kontakt. Kein Materietransport.

2 P.

c) Der austretende Dampf überträgt ebenfalls Wärme vom Bügeleisen auf das zu bügelnde Stück Stoff. Um welche Wärmeübertragungsart handelt es sich dabei? Begründen Sie Ihre Antwort mit ein bis zwei Sätzen.

(erzwungene) Konvektion: Wärmeübertragung durch Materie (Dampf) transport.

2 P.

Aufgabe 5 (10 Punkte)

Lukas hat im Garten ein Partyzelt aufgestellt, allerdings fehlt noch die Beleuchtung. Er entscheidet sich dafür, Glühbirnen, die je einen Widerstand von 9.0Ω haben, an eine 12 V-Autobatterie anzuschließen.

a) Wie gross ist die Leistung einer solchen Glühbirne, wenn sie an 12 V angeschlossen wird?
a1) formal

$$P = U \cdot I = \frac{U^2}{R}$$

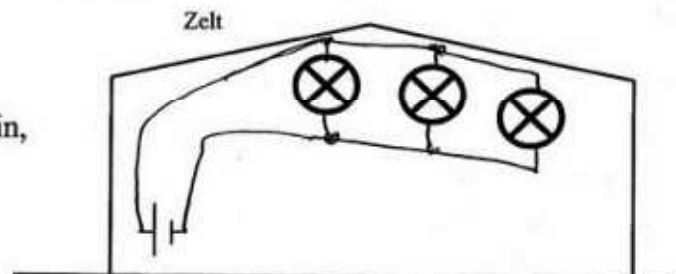
1 P.

a2) numerisch

$$P = \frac{(12V)^2}{9\Omega} = 16W$$

1 P.

b) Lukas will in seinem Partyzelt drei solche Glühbirnen parallel schalten und an die 12 V - Batterie anschliessen. Zeichnen Sie diese Schaltung in *Figur 5* ein, indem Sie die Figur entsprechend ergänzen.



Figur 5

1 P.

c) Wie gross ist der Strom, der von der Batterie wegfliesst, wenn die drei Glühbirnen brennen?

c1) formal

$$U = R_G \cdot I$$

$$I = U \cdot \frac{1}{R_G} = U \cdot \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} \right) = \frac{3U}{R}$$

2 P.

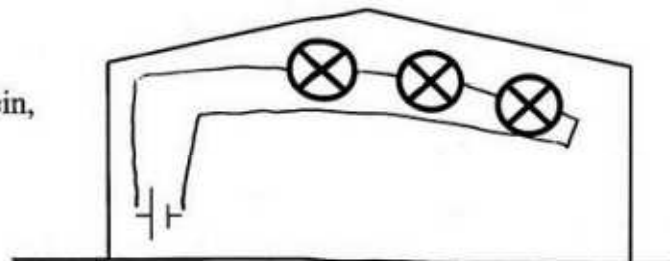
c2) numerisch

$$I = \frac{3 \cdot 12V}{9 \Omega} = \underline{4,0 A}$$

1 P.

d) Ein Freund übernimmt die Installation der bei Aufgabe b) erwähnten Schaltung. Beim Probetrieb leuchten die Glühbirnen aber nur ganz schwach. Eine Überprüfung zeigt, dass der Freund die drei Glühbirnen in Serie geschaltet hat.

Zeichnen Sie diese Schaltung in *Figur 6* ein, indem Sie die *Figur* entsprechend ergänzen.



Figur 6

1 P.

e) Wie gross ist der Strom, der bei der Schaltung von *Figur 6* von der Batterie wegfliesst?

e1) formal

$$I = \frac{U}{R_G} = \frac{U}{R+R+R} = \frac{U}{3R}$$

1 P.

e2) numerisch

$$I = \frac{12V}{27\Omega} = \underline{0,44 A}$$

1 P.

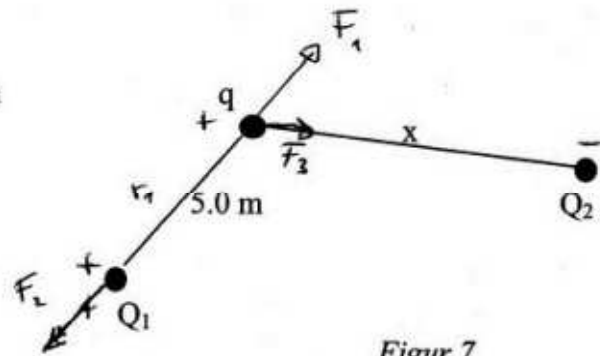
f) Wie gross ist die Leistung, die in *Figur 6* in den drei Glühbirnen insgesamt erzeugt wird (nur numerisch)?

$$P = \frac{U^2}{R_G} = \frac{U^2}{3R} = \frac{(12V)^2}{27\Omega} = \underline{5,3 W}$$

1 P.

Aufgabe 6 (9 Punkte)

Gegeben sind drei punktförmige Ladungen
 $Q_1 = 2.0 \cdot 10^{-6} \text{ C}$, $Q_2 = -2.0 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ und
 $q = 3.0 \cdot 10^{-7} \text{ C}$ (vergl. Figur 7)



Figur 7

a) Gesucht ist die Kraft, die von Q_1 auf q ausgeübt wird.

a1) Zeichnen Sie diese Kraft in Figur 7 ein und beschriften Sie sie mit F_1 . 1 P.

a2) Berechnen Sie die Grösse der Kraft F_1

a21) formal

$$\underline{F_1} = k \frac{Q_1 q}{r_1^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1 q}{r_1^2}$$

1 P.

a22) numerisch

$$\underline{F_1} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N}}{\text{C}^2 \text{m}^2} \cdot \frac{2 \cdot 10^{-6} \text{ C} \cdot 3 \cdot 10^{-7} \text{ C}}{25 \text{ m}^2} = \underline{2,2 \cdot 10^{-4} \text{ N}}$$

2 P.

b) In der Physik gilt das Prinzip von Kraft und Gegenkraft („actio und reactio“).

b1) Was besagt dieses Prinzip in Bezug auf die Ladungen Q_1 und q (verbale Antwort mit ein bis zwei Sätzen)?

Die Kraft (F_1), mit der Q_1 auf q abstrahlt, wirkt gegengleich von q auf Q_1 zurück.

1 P.

b2) Zeichnen Sie die Gegenkraft von F_1 in Figur 7 ein und beschriften Sie sie mit F_2 . 1 P.

c) Die negative Ladung Q_2 übt ebenfalls eine Kraft auf q aus. Diese Kraft F_3 ist halb so gross wie die bei a) betrachtete Kraft F_1 .

c1) Zeichnen Sie die Kraft F_3 in Figur 7 ein und beschriften Sie sie mit F_3 1 P.

c2) Wie gross ist der Abstand x in Figur 7 (nur numerisch)? Sie können diese Frage auch beantworten, ohne das Resultat von Aufgabe a) zu verwenden – mit einer Überlegung und der entsprechenden verbalen Begründung.

Q_1 und Q_2 sind von Betrag her gleiche groß. ^{squadrat}
 Die Kräfte auf q hängen damit nur von Abstand ab.
 Wenn F_3 halb so groß ist, wie F_1 , dann beträgt der
 Abstand das $r_1 \cdot \sqrt{2}$ fache, also $7,1 \text{ m}$.

2 P.

Aufgabe 7 (6 Punkte)

Wir betrachten ein Kohlenstoffatom ^{13}C .

a) Welches sind die Bestandteile dieses Atoms? Zählen Sie sie auf und geben Sie die jeweilige Anzahl an. Begründen Sie die Überlegungen, die Sie zu Ihren Antworten geführt haben.

Kohlenstoff ist Element Nr. 6, hat also 6 Protonen und somit auch 6 Elektronen. Da die Massenzahl 13 ist, handelt es sich um ein Isotop mit 7 Neutronen.

3 P.

b) Begründen Sie, wieso in diesem Zusammenhang die Kernkraft notwendig ist.

Die negativen Elektronen werden von den positiven Protonen im Kern angezogen. Die Neutronen sind aber elektrisch neutral, erfahren also keine Anziehung oder Abstoßung. Die Protonen sind gleich geladen, stoßen sich also ab. Mit der elektrischen Kraft läßt sich der Zusammenhalt des Atoms, nicht aber der ~~Atomkern~~ Atomkern begründen. Dazu braucht es die starke Kernkraft, die alle Nukleonen (Protonen / Neutronen) gleichmässig anzieht. Im Bereich 10^{-15} m viel stärker als die el. Abstoßung.

3 P.