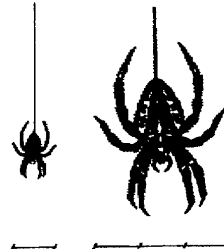


Aufgabe 1	
Spinne (Mechanik)	4 Punkte
Eine Spinne hängt senkrecht an einem Faden. Stellen Sie sich nun vor, die Spinne wäre dreimal so gross.	
<p>Wie viel mal grösser müsste der Durchmesser des Fadens sein, damit die Belastung (Zugkraft pro Querschnittsfläche) gleich bliebe?</p> <p>In Worten und/oder mit Formeln begründen.</p> <p>Abbildungsmassstab = $\lambda = 3$ \Rightarrow Gewichtsverhältnis = λ^3 Belastungsverhältnis = $1 = \frac{\frac{mg}{d^2}}{\frac{\lambda^3 mg}{D^2}}$</p> <p>$d$: "alter" Durchmesser D: "neuer" Durchmesser</p> <p>$\Rightarrow \frac{D^2}{d^2} = \lambda^3$ $D = d \sqrt{\lambda^3} = d \sqrt{27} \approx 5.2 d$</p>	 <p>4 P.</p>

Aufgabe 2	
Stahlproduktion (Grundlagen)	7 Punkte
Der weltweit grösste Stahlkonzern produziert jährlich 110 Millionen Tonnen Stahl (Eisen).	
<p>Wie viele Kilogramm Stahl produziert er durchschnittlich jede Sekunde?</p> <p>$\frac{\text{Masse}}{\text{Zeit}} = \frac{m}{t} = \frac{110 \cdot 10^6 \cdot 10^3 \text{ kg}}{365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s}} = 3.49 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$</p>	<p>num. 1 P.</p>
<p>Wie gross wäre die Kantenlänge eines Würfels, der eine ganze Jahresproduktion enthält?</p> <p>$\rho_{\text{Stahl}} = 7.86 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$; $x = \text{Kantenlänge}$ $m = x^3 \cdot \rho_s$</p> <p>Kies soll ausdrücklich Eisen genommen werden.</p> <p>$x = \sqrt[3]{\frac{m}{\rho_s}} = 241 \text{ m}$</p>	<p>alg. 1 P. num. 1 P.</p>

Nehmen Sie nun an, die ganze Produktion werde in einen einzigen Stahldraht von kreisrundem Querschnitt mit 1.0 mm Durchmesser umgesetzt.
Mit welcher durchschnittlichen Geschwindigkeit würde der Draht das Werk verlassen?

$$\frac{m}{t} = \frac{s \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot \pi \cdot \rho_s}{t} \quad \leftarrow \text{Volumen des Zylinders}$$

$$\text{Mit } v = \frac{s}{t} \Rightarrow v = \frac{4 \cdot m}{t \cdot \pi \cdot d^2 \cdot \rho_s} = \underline{\underline{5.7 \cdot 10^{-5} \frac{m}{s}}}$$

alg.
2 P.

num.
2 P.

Aufgabe 3

Augendruck (Mechanik)

4 Punkte

Zur Vorbeugung von grünem Star misst der Augenarzt den Innendruck (Überdruck) des Auges. Zu diesem Zweck drückt er eine ebene Platte mit einer bestimmten Kraft gegen den Augapfel und misst den Durchmesser der dadurch entstehenden kreisrunden Berührungsfläche von Auge und Platte.
Beim gesunden Auge liegt der Überdruck im Auge zwischen 13 und 26 hPa.

Welchen Durchmesser hat die Berührungsfläche beim unteren Grenzwert, wenn die Platte mit 25 mN angedrückt wird?

$$F = 25 \text{ mN} ; \text{ Gesuchter Durchmesser} = x$$

$$p_a = 13 \text{ hPa}$$

$$F = p_a \cdot A = p_a \cdot \left(\frac{x}{2}\right)^2 \cdot \pi \Rightarrow x = \underline{\underline{\sqrt{\frac{4F}{p_a \cdot \pi}}}}$$

$$= 4.9 \cdot 10^{-3} \text{ m} = \underline{\underline{4.9 \text{ mm}}}$$

alg.
2 P.

num.
2 P.

Aufgabe 4		
Radsport (Mechanik)	6 Punkte	
Anita fährt von Göschenen (1111 m ü. M.) mit dem Fahrrad auf den Gotthardpass (2108 m ü. M.) und braucht dafür rund zwei Stunden. Sie wiegt 55 kg, ihr Fahrrad samt Gepäck 20 kg.		
Wie gross ist die beim Aufstieg verrichtete Arbeit? (vernachlässigen Sie die Reibung)		
$W = (h_{G0} - h_{Gö}) (m + m_F) \cdot g = 997 \cdot 75 \cdot 9.81 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} =$ $= \underline{\underline{7.3 \cdot 10^5 \text{ J}}}$	alg. 1 P.	num. 1 P.
Welche mittlere Leistung erbringt Anita?		
$P = \frac{W}{t} = \frac{(h_{G0} - h_{Gö}) (m + m_F) \cdot g}{t} = \frac{1097 \cdot 75 \cdot 9.81}{2 \cdot 3600} \frac{\text{kg} \text{ m}^2}{\text{s}^3} =$ $= \underline{\underline{0.10 \text{ kW}}}$	alg. 1 P.	num. 1 P.
Wie viel würde die der verrichteten Arbeit entsprechende elektrische Energie kosten, wenn wir die Kilowattstunde zu zwanzig Rappen rechnen?		
$\text{Kosten} = W \cdot \text{Preis} = 0.20376 \text{ kWh} \cdot \frac{20 \text{ Rp}}{\text{kWh}} =$ $= \underline{\underline{(h_{G0} - h_{Gö}) (m + m_F) g \cdot \text{Preis} = 4 \text{ Rp}}}$		num. 2 P.

Aufgabe 5	
Fettverbrennung (Wärmelehre)	4 Punkte
<p>Simon geht ins Fitness-Zentrum und strampelt auf dem Trainingsvelo zwecks Fettverbrennung 200 Kalorien (richtiger: Kilokalorien) ab. (Leider wird vielerorts noch diese veraltete Einheit verwendet.) Definition: Eine Kilokalorie ist die Energie, die es braucht, um ein Kilogramm Wasser um ein Grad zu erwärmen.</p>	
<p>Wie viel sind 200 Kilokalorien, in SI-Einheiten umgerechnet? (algebraisch und numerisch aus der Definition herleiten, nicht der Formelsammlung entnehmen!)</p> $Q = 200 \cdot m \cdot c \cdot \Delta T = 200 \cdot 1 \cdot 4 \cdot 182 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot \frac{\text{kg} \cdot \text{J} \cdot \text{K}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ $= 836 \text{ kJ}$	<p>alg. 1 P.</p> <p>num. 1 P.</p>
<p>Wie viele <u>Gramm</u> Fett „verbrennt“ Simon beim Training, wenn der Heizwert von Körperfett $H = 40 \text{ MJ/kg}$ beträgt?</p> $Q = \# \cdot m = 200 \cdot m \cdot c \cdot \Delta T \Rightarrow m = \frac{200 \cdot m \cdot c \cdot \Delta T}{\#} =$ $= \frac{8.36400 \cdot 10^5 \text{ J}}{40 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}}} = 0.0209 \text{ kg} = \underline{\underline{21 \text{ g Fett}}}$	<p>alg. 1 P.</p> <p>num. 1 P.</p>

Aufgabe 6	
Hydra (Mechanik)	7 Punkte
<p>Aus einem Artikel im Tages-Anzeiger (16. Mai 2006, p.38): Der Zoologe Thomas W. Holstein befasst sich mit Süßwasserpolypen aus dem Zürichsee. Er hat entdeckt, dass diese fähig sind, Giftkapseln mit so hoher Geschwindigkeit abzuschossen, dass eine sehr schnelle Filmkamera mit 40'000 Bildern pro Sekunde nicht genügt, um den Vorgang zu erfassen.</p>	
<p>Wie viele Mikrosekunden (korrekte Abkürzung der Einheit verwenden!) verstreichen bei einer solchen Kamera von Aufnahme zu Aufnahme?</p> $t = \frac{1 \text{ s}}{40000} = \underline{\underline{25 \mu\text{s}}}$	<p>num. 1 P.</p>

<p>Die Beschleunigung der Giftkapsel beträgt laut Messungen des Forschers etwa das Fünfmillionenfache der Erdbeschleunigung. Wie gross ist die beschleunigende Kraft, wenn die Giftkapsel rund ein Nanogramm wiegt?</p> $F = m \cdot a = 10^{-9} \text{ kg} \cdot 5 \cdot 10^6 \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \underline{\underline{0.05 \text{ N}}}$	<p>alg. 1 P.</p> <p>num. 1 P.</p>	
<p>Wie viel Zeit benötigt das „Geschoss“ etwa, um die Endgeschwindigkeit von 135 km/h zu erreichen?</p> $v = a \cdot t \Rightarrow \underline{\underline{t = \frac{v}{a}}} = \frac{135 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{5 \cdot 10^6 \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \approx 8 \cdot 10^{-7} \text{ s} = \underline{\underline{0.8 \mu\text{s}}}$	<p>alg. 1 P.</p> <p>num. 1 P.</p>	
<p>Wie gross ist die Strecke, die das Geschoss während der Beschleunigungsphase zurücklegt?</p> $s = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{v^2}{2a} = \frac{(135)^2 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{10^7 \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ m} = \underline{\underline{0.01 \text{ mm}}}$	<p>alg. 1 P.</p> <p>num. 1 P.</p>	

Aufgabe 7		
Handy-Gespräch (Wellenlehre)	2 Punkte	
<p>Sie rufen mit Ihrem Mobiltelefon die Freundin in Amerika an. Sie sagen „Hallo!“ Die Freundin antwortet mit „Hi“. Die Verbindung geht über Satellit, die Distanz (Sender – Satellit – Empfänger) beträgt 75'000 km.</p>		
<p>Wie viel Zeit verstreicht von Ihrem „Hallo!“ bis Sie das „Hi!“ der Freundin hören, wenn wir die Reaktionszeit der Freundin und die Zeitdauer von „Hallo“ und „Hi“ vernachlässigen?</p> $c = \frac{2s}{t} ; \underline{\underline{t = \frac{2s}{c}}} = \frac{2 \cdot 75 \cdot 10^6 \text{ m}}{3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = \underline{\underline{0.5 \text{ s}}}$ <p style="text-align: center;"><i>(genaue Angabe nicht sinnvoll)</i></p>	<p>alg. 1 P.</p> <p>num. 1 P.</p>	

Aufgabe 8		
Joule und Elektronenvolt (Moderne Physik, Grundlagen)	4 Punkte	
Das Elektronenvolt (eV) ist eine Energieeinheit, die im Bereich atomarer Vorgänge praktischer ist als die SI-Einheit.		
Zeigen Sie durch Betrachtung der Einheiten, dass Ladung mal Spannung eine Energie ergibt. $[q \cdot U] = 1C \cdot 1V = 1C \cdot \frac{1J}{1C} = \underline{1J}$ (Spannung = Verschiebungsarbeit pro Ladung)	2 P.	
Drücken Sie das Produkt $e \cdot V$ (Elementarladung mal Volt) in der Grundeinheit der Energie aus. $1e \cdot V = 1.60217 \cdot 10^{-19} C \cdot 1V = \underline{\underline{1.60217 \cdot 10^{-19} J}}$	2 P.	

Aufgabe 9		
Solarzellen (Elektrizität)	7 Punkte	
Ein Solar-Ladegerät liefert bei voller Sonneneinstrahlung einen Ladestrom von 150 mA.		
Wie lang dauert es bei diesen Bedingungen (die Sonnenstrahlung soll als zeitlich konstant angenommen werden), bis ein total entladener Akku mit einem Fassungsvermögen von $K = 2400 \text{ mAh}$ aufgeladen ist? $K = \underline{I} \cdot t \Rightarrow t = \frac{K}{I} = \frac{2400 \text{ mAh}}{150 \text{ mA}} = \frac{2400 \cdot 3600 \text{ s}}{150}$ $= 5.76 \cdot 10^4 \text{ s} = \underline{\underline{16.0 \text{ h}}}$	alg. 1 P.	num. 1 P.
Wie viel Energie (Grundeinheit) wird dabei in den Akku gesteckt? Seine Spannung beträgt konstant 1.2 V. $W = Q \cdot U = \underline{K \cdot U} = 2.400 \text{ A} \cdot 3600 \text{ s} \cdot 1.2 \text{ V} =$ $= \underline{\underline{10.37 \text{ kJ}}}$	alg. 1 P.	num. 1 P.

Damit das Ladegerät bei 1.2 V eine Stromstärke von 150 mA liefert, muss die Strahlungsintensität der Sonne $J = 800 \text{ W/m}^2$ betragen. Was ergibt sich daraus für ein Wirkungsgrad (in % ausdrücken!), wenn die Fläche der Solarzelle 50 Quadratzentimeter beträgt?

$$\eta = \frac{\text{Verwertete Energie}}{\text{zugeführte Energie}} = \frac{U \cdot I}{J \cdot A} \cdot 100\% =$$

$$= \frac{1.2 \text{ V} \cdot 0.150 \text{ A}}{800 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot 50 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} \cdot 100\% = \underline{\underline{4.5\%}}$$

alg.
2 P.

num.
1 P.

Aufgabe 10

Strahlung (Moderne Physik)

6 Punkte

Die Formel $E = h \cdot f$ (h ist das Planck'sche Wirkungsquantum) erlaubt es, die Energie von Lichtquanten aus ihrer Frequenz zu berechnen.

Zeigen Sie durch Betrachtung der Einheiten, dass $h \cdot f$ tatsächlich eine Energie ergibt.

$$[h \cdot f] = \text{J} \cdot \text{s} \cdot \frac{1}{\text{s}} = \underline{\underline{\text{J}}}$$

1 P.

Berechnen Sie algebraisch aus der Wellenlänge die Frequenz und setzen Sie für Infrarot, rotes Licht, violetteres Licht und UV die numerischen Werte in die unten stehende Tabelle ein. Vergessen Sie nicht die Einheit (und die allen Werten gemeinsame Zehnerpotenz) in der Kolonnen-Überschrift.

algebraisch: $f = \frac{c}{\lambda}$

$$\frac{3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{10^3 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = 3 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

alg.
1 P.

(num.
1 P.)

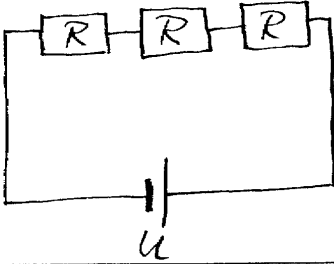
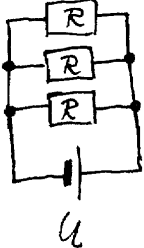
Weitere Fragen zur Tabelle siehe nächste Seite!

	Wellenlänge in nm	Frequenz in ... 10^{14} Hz	Energie in ... 10^{-20} J	löst chem. Reaktion aus
Infrarot	1000	3.000	19.88	
Rot	650	4.62	30.6	
Violett	360	8.33	55.2	✓
UV	200	15	99.4	✓

3 P.

<p>Drücken Sie die Formel $E = h \cdot f$ <u>algebraisch</u> mit der Wellenlänge aus und setzen Sie die numerischen Werte in die obige Tabelle in der SI-Grundeinheit (Einheit und Zehnerpotenz in Kolonnen-Überschrift nicht vergessen) ein!</p> <p>algebraisch: $E = h \cdot \frac{c}{\lambda}$</p>	<p>alg. 1 P.</p> <p>(num. 1 P.)</p>	
<p>Wenn die Energie eines Quants ausreicht, kann dieses eine chemische Reaktion auslösen. Kreuzen Sie in der letzten Kolonne der Tabelle auf der vorhergehenden Seite an, welche Strahlungsarten eine chemische Reaktion auslösen können, für die mindestens $4.0 \cdot 10^{-19}$ J nötig sind?</p>	<p>(1 P.)</p>	

<p style="text-align: center;">Aufgabe 11</p>		
<p style="text-align: center;">Ballone (Mechanik, Wärme)</p>	<p style="text-align: center;">4 Punkte</p>	
<p>Ein Heissluftballon, ein mit Wasserstoff und ein mit Helium gefüllter Ballon haben die gleiche Tragkraft.</p>		
<p>Erklären Sie, warum der Heissluftballon das grösste, der Wasserstoffballon das kleinste Volumen hat.</p> <p><i>Der Auftrieb hängt zwar von der Grösse des verdrängten Volumens ab, die Masse des Füllgases muss aber mit getragen werden. Wasserstoff hat die kleinste, heisse Luft die grösste Dichte, also kommt der Wasserstoffballon mit dem kleinsten Auftrieb aus.</i></p>	<p>4 P.</p>	

Aufgabe 12			
Elektrische Stromkreise		10 Punkte	
Gegeben sind: eine ideale 12-V-Batterie und drei Widerstände von je 120 Ω.			
<p>Schalten Sie die drei Widerstände so mit der Batterie zusammen, dass die Stromstärke minimal ist.</p> <p>Schaltschema (korrekte Schaltsymbole verwenden!):</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> $U = R_{\text{tot}} \cdot I$ <p style="margin-left: 40px;"><i>größter Gesamtwiderstand</i></p> </div> </div>		2 P.	
<p>Schalten Sie die drei Widerstände so mit der Batterie zusammen, dass die Stromstärke maximal ist.</p> <p>Schaltschema (korrekte Schaltsymbole verwenden!):</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;">  </div>		2 P.	
<p>Berechnen Sie für beide Fälle algebraisch und numerisch die Stromstärke.</p> <p>minimale Stromstärke:</p> $\underline{\underline{I = \frac{U}{3R} = \frac{12V}{360\Omega} = 0.033A = 33\mu A}}$ <p>maximale Stromstärke:</p> $\underline{\underline{I = \frac{U}{\frac{R}{3}} = \frac{3U}{R} = \frac{36V}{120\Omega} = 0.30A}}$		alg. 2 P. num. 1 P.	