

Naturwissenschaften, Teil Physik

Kand.-Nr.:

Name, Vorname:

Erreichte Punktzahl:

Note:

Korrigierende(r):

Fach: Naturwissenschaften, Teil Physik

Dauer: 80 Minuten

Zugelassene Hilfsmittel: Eine Formelsammlung und ein Taschenrechner gemäss Weisungen

Maximale Punktzahl: 64 Punkte

Autoren: René Weiss, Christoph Meier

- Hinweise:
1. Antworten, Lösungsgang und Resultate sind direkt in die Broschüre zu schreiben.
  2. Bitte unterstreichen Sie jeweils Ihr Resultat.
  3. Sollten Sie mehr Platz als vorgesehen benötigen, ist dafür hinten eine leere Zusatzseite beigefügt. Machen Sie auf dem Aufgabenblatt unbedingt einen entsprechenden verbalen Hinweis.
  4. Eigene Zusatzblätter dürfen nicht verwendet werden.
  5. Eine formale Lösung muss nur gegeben werden, wo dies ausdrücklich verlangt ist. Der Lösungsweg muss ersichtlich sein, ein Resultat ohne Herleitung ergibt keine Punkte. Das Resultat darf dann nur noch gegebene Grössen enthalten.
  6. 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). Für die Fallbeschleunigung  $g$  dürfen Sie  $10 \text{ m/s}^2$  verwenden.
  7. 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.
  8. Die Serie umfasst 7 Aufgaben, das Punktemaximum beträgt 64 Punkte.
  9. Zur Erreichung der Note 6 ist nicht die volle Punktzahl erforderlich.

Wir wünschen Ihnen weiterhin viel Erfolg und Durchhaltevermögen!

1. Bei einem Neubau soll ein Kran eine Last von 0.40 t vom Boden auf das Dach heben. Die Last besteht aus einem Netz, das mit Steinen gefüllt ist (Figur 1). Beim Anheben wird die Last zuerst aus der Ruhe mit  $1.5 \text{ m/s}^2$  auf die Geschwindigkeit  $3.0 \text{ m/s}$  beschleunigt.

Figur 1:

Last 0.40 t



[Tot. 11 P]

- 1.1 Wie lange dauert dieser Vorgang?

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

1 P

$$t = \frac{v_1}{a}$$

- b) numerisch

$$t = \frac{3 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1.5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 2,0 \text{ s}$$

1 P

- 1.2 Wie gross ist der dabei zurück gelegte Weg?

a) formal 
$$v_1^2 = 2as + v_0^2$$

1 P

$$s = \frac{v_1^2}{2a}$$

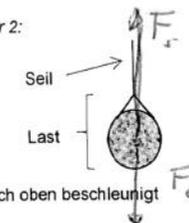
- b) numerisch

$$s = \frac{(3 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \cdot 1.5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 3,0 \text{ m}$$

1 P

- 1.3 Zeichnen Sie in Figur 2 folgende Kräfte ein und beschriften Sie sie entsprechend (beachten Sie jeweils den Angriffspunkt!)

Figur 2:



$F_G$  = Gewichtskraft der Last

$F_S$  = Kraft vom Seil auf die Last

- 1.4 Wie gross ist die Kraft  $F_S$  wenn die Last mit  $1.5 \text{ m/s}^2$  nach oben beschleunigt wird?

a) formal 
$$F_{\text{eff}} = F_S - F_G = ma$$

1 P

$$F_S = ma + mg$$

- b) numerisch

1 P

$$F_S = 0,4 \text{ t} \cdot 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 416 \text{ KN}$$

- 1.5 Nachdem die Geschwindigkeit 3.0 m/s erreicht ist, zieht der Kran die Last gleichförmig nach oben. Plötzlich rutscht ein Stein unten aus dem Netz und löst sich vom Netz. Beschreiben Sie seine weitere Bewegung – es genügt, die unten stehenden Fragen zu beantworten. 1 P
- 1.5.1 Hat der Stein eine Anfangsgeschwindigkeit? Wenn ja, geben Sie deren Grösse und Richtung an. 1 P

Ja:  $3 \frac{m}{s}$  nach oben

- 1.5.2 Wie ändert sich seine Höhe über Boden (in einer 1. Phase, in einer 2. Phase)? Eine verbale Antwort genügt. 1 P

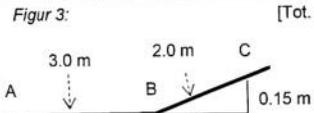
1. Phase: er steigt, Höhe nimmt zu

2. Phase: er fällt, Höhe nimmt ab

- 1.5.3 Wie gross ist der numerische Wert seiner Beschleunigung (in der 1. Phase, in der 2. Phase)? 1 P

1. und 2. Phase:  $a = g = -10 \frac{m}{s^2}$

2. Figur 3 zeigt eine Minigolf-Bahn (von der Seite gesehen). Der Ball (Masse 40 g) wird bei A abgeschlagen und rollt dann horizontal 3.0 m weit bis zum Punkt B. Nach weiteren 2.0 m Weg erreicht er den Punkt C in 0.15 m Höhe. 2 P



- 2.1 Im Idealfall läuft der Vorgang ohne Reibung ab. 2 P
- 2.1.1 Beschreiben und vergleichen Sie für diesen Fall die Energie in den Punkten A, B und C (verbale Antwort mit Begründung genügt). 2 P

Energieerhaltung:  $E_A = E_B = E_{kin}$   
 $= E_C = (E_{kin} + E_{pot})$

- 2.1.2 Welche Geschwindigkeit muss der Ball im Punkt A haben, damit er den Punkt C mit 0.50 m/s erreicht? 2 P

a) formal

$$E_A = E_C$$

$$\frac{1}{2} m v_A^2 = \frac{1}{2} m v_C^2 + m g h$$

$$v_A = \sqrt{v_C^2 + 2 g h}$$

b) numerisch

$$v_A = \sqrt{(0.5 \frac{m}{s})^2 + 2 \cdot 10 \frac{m}{s^2} \cdot 0.15 m} = 1.84 \frac{m}{s}$$

- 2.1.3 Nach dem Punkt C rollt der Ball weiter aufwärts, danach abwärts. Schliesslich erreicht er wieder Punkt A. Wie gross ist dann seine Geschwindigkeit? (Verbale Antwort mit Begründung genügt.) 1 P

Energieerhaltung: gleiche Geschwindigkeit

- 2.2 In Wirklichkeit tritt längs des ganzen Weges eine Reibungskraft von  $1.0 \cdot 10^{-2} N$  auf. 2 P

- 2.2.1 Welche Geschwindigkeit muss der Ball im Punkt A haben, damit er gerade den Punkt C erreicht? Nur numerisch (mit Kommentar in Stichwörtern). 2 P

$$E_A = E_C + W_R$$

$$\frac{1}{2} m v_A^2 = m g h + F_R \cdot s$$

$$v_A = \sqrt{2 g h + \frac{2 F_R s}{m}}$$

$$= \sqrt{2 \cdot 10 \frac{m}{s^2} \cdot 0.15 m + \frac{2 \cdot 0.01 N \cdot 5 m}{0.04 kg}} = 2.3 \frac{m}{s}$$

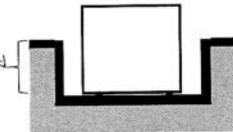
- 2.2.2 Nach Erreichen des Punkts C rollt der Ball zurück. Mit welcher Geschwindigkeit erreicht er wieder Punkt A (nur numerisch mit Kommentar in Stichwörtern)? 2 P

$$v_A' = \sqrt{2 g h - \frac{2 F_R s}{m}}$$

$$= 0.71 \frac{m}{s}$$

3. Ein quaderförmiger Öltank hat eine Grundfläche von  $0.90 \text{ m}^2$  und eine Höhe von  $0.80 \text{ m}$ , seine Masse beträgt  $70 \text{ kg}$ . Aus Sicherheitsgründen (z. B. allfälliges Leck) steht er in einer  $0.60 \text{ m}$  tiefen, gemauerten Grube (Figur 4). [Tot. 10 P]

Figur 4:



- 3.1 Es werden  $600 \text{ Liter}$  Heizöl der Dichte  $0.82 \text{ kg/l}$  in den Tank gefüllt.  
3.1.1 Wie hoch steht das Heizöl im Tank (nur numerisch)?

$$V = A \cdot h$$

$$h = \frac{V}{A} = \frac{600 \text{ dm}^3}{0.9 \text{ m}^2} = \underline{0.67 \text{ m}}$$

1 P

- 3.1.2 Wie gross ist das Gewicht (in N) des eingefüllten Heizöls?

a) formal

$$F = m \cdot g$$

$$F = \rho \cdot V \cdot g$$

1 P

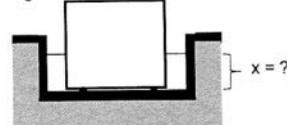
b) numerisch

$$F = 0.82 \frac{\text{kg}}{\text{l}} \cdot 600 \text{ l} \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = \underline{4.9 \text{ kN}}$$

1 P

- 3.2 Wenn Wasser (z. B. Regenwasser) in die gemauerte Grube läuft (Figur 5), ergibt sich ein Problem: der Tank könnte sich vom Boden lösen und „aufschwimmen“ – das würde die Ölleitung, die vom Tank weggeführt, beschädigen. Im Öltank befinden sich noch  $3.0 \cdot 10^2 \text{ kg}$  Öl. Wie hoch ( $x = ?$ ) darf das Wasser maximal sein, damit der Tank noch am Boden steht?

Figur 5:



a) formal

$$F_{G, \text{Öl}} + F_{G, \text{Tank}} = F_A$$

$$\rho_{\text{Öl}} \cdot V \cdot g + m \cdot g = \rho_{\text{W}} \cdot A \cdot x \cdot g$$

$$x = \frac{\rho_{\text{Öl}} \cdot V + m}{\rho_{\text{W}} \cdot A} = \frac{m_{\text{Öl}} + m_{\text{T}}}{\rho_{\text{W}} \cdot A}$$

3 P

b) numerisch

$$x = \frac{300 \text{ kg} + 70 \text{ kg}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0.9 \text{ m}^2}$$

$$= \underline{0.44 \text{ m}}$$

2 P

- 3.3 Um ein mögliches „Aufschwimmen“ des Tanks zu verhindern, wird er in der gemauerten Grube verankert. Wir betrachten den Fall, dass der Tank leer ist und die Grube ganz mit Wasser gefüllt ist. Wie gross ist in diesem, extremen Fall die Kraft, die die Verankerung aufbringen muss (nur numerisch)?

2 P

$$F_{G, \text{T}} + F_V = F_A$$

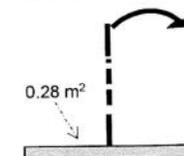
$$F_V = F_A - F_{G, \text{T}}$$

$$= \rho_{\text{W}} \cdot A \cdot h \cdot g - m_{\text{T}} \cdot g$$

$$= (1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0.9 \text{ m}^2 \cdot 0.6 \text{ m} - 70 \text{ kg}) \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = \underline{4.7 \text{ kN}}$$

4. Eine Firma verkauft eine Solardusche für den Garten. „Im Innern des transparenten Sockels speichert ein schwarzes Kunststoff-Schlauchsystem Wasser; der Sonne ausgesetzt, wird dieses aufgeheizt“ heisst es im Prospekt. Der kreisrunde Sockel hat eine Fläche von  $0.28 \text{ m}^2$  (Figur 6).

Figur 6:



[Tot. 10 P]

An einem Sommertag werden in  $2.0 \text{ Stunden}$   $12 \text{ Liter}$  Wasser von  $18 \text{ }^\circ\text{C}$  auf  $41 \text{ }^\circ\text{C}$  erwärmt.

- 4.1 Wie gross ist die Wärmemenge, die dem Wasser zugeführt wird?

a) formal

$$\Delta Q = c_{\text{W}} \cdot \rho_{\text{W}} \cdot V_{\text{W}} \cdot (T_1 - T_0)$$

1 P

b) numerisch

$$\Delta Q = 4182 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 12 \text{ dm}^3 \cdot 23 \text{ K}$$

$$= \underline{1.2 \cdot 10^6 \text{ J}}$$

1 P

4.2 Wie gross ist die Leistung (nur numerisch)?

1 P

$$P = \frac{\Delta Q}{t} = 140,16 \text{ kW}$$

4.3 Die bei 4.2 errechnete Leistung wird dem kreisrunden Sockel von 0,28 m<sup>2</sup> Fläche zugeführt. Welcher Leistung pro Quadratmeter entspricht dies (nur numerisch)?

1 P

$$s = \frac{P}{A} = 0,57 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$$

4.4 Ein Bekannter von Ihnen wendet ein, die bei 4.3 errechnete Zahl könne ja gar nicht stimmen. „Es müsste viel mehr sein – ich habe im Internet nachgeschaut und gefunden, dass die Intensität der Sonnenstrahlung auf der Erdoberfläche über 1,3 kW/m<sup>2</sup> beträgt“.

Welche Antwort geben Sie Ihrem Bekannten? (Nennen Sie 2 wesentliche Gründe, die eine Rolle spielen)

a) 1. Grund

Die Dusche ist nicht in der Erdoberfläche, d.h. die Atmosphäre absorbiert Energie. 1 P

b) 2. Grund

Die Sonne scheint nicht senkrecht ein. Es treten Verluste an Umgebung auf. 1 P

4.5 Zum Duschen werden die auf 41 °C erwärmten 12 Liter Wasser mit kaltem Wasser von 18 °C gemischt. Wie viele Liter Wasser von 18 °C sind nötig, damit das aus der Dusche strömende Wasser die Temperatur 30 °C hat?

a) formal  $\rho c V_H \Delta T_H = \rho c V_K \Delta T_K$

2 P

$$V_K = \frac{V_H (T_H - T_m)}{T_m - T_K}$$

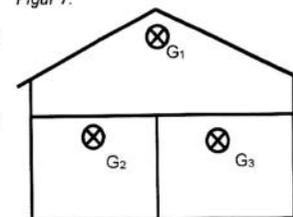
b) numerisch

2 P

$$V_K = 12 \text{ l} \cdot \frac{11 \text{ K}}{12 \text{ K}} = 11 \text{ l}$$

5. Auf einem Flohmarkt steht ein altes Puppenhaus zum Verkauf (Figur 7). Er habe vor vielen Jahren selbst noch die Beleuchtung eingebaut, sagt der ältere Verkäufer, und da er alte Veloglühbirnen verwenden konnte, habe ihn das nichts gekostet – ausser etwas Zeit. „Sehen Sie, alle 3 Glühbirnen leuchten gleich hell.“ Bei G<sub>1</sub> handelt es sich um ein Glühbirnen von 10 Ω Widerstand, das von 0,20 A durchflossen wird.

Figur 7:



[Tot. 10 P]

5.1 Wie gross ist die Leistung, die G<sub>1</sub> produziert?

a) formal

$$P_1 = R_1 I_1^2$$

1 P

b) numerisch

$$P_1 = 10 \Omega (0,2 \text{ A})^2 = 0,40 \text{ W}$$

1 P

5.2 Wie gross ist die Spannung an G<sub>1</sub>?

a) formal

$$U_1 = R_1 I_1$$

1 P

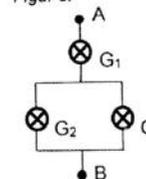
b) numerisch

$$U_1 = 10 \Omega \cdot 0,2 \text{ A} = 2 \text{ V}$$

1 P

5.3 Die 3 Glühbirnen im Puppenhaus sind wie folgt geschaltet (Figur 8)

Figur 8:



5.3.1 G<sub>2</sub> und G<sub>3</sub> sind gleiche Glühbirnen. Wie gross ist der Strom, der durch G<sub>2</sub> fliesst (nur numerisch)? Beschreiben Sie Ihre Überlegungen zu dieser Frage.

Parallelschaltung: Strom teilt sich und verhält sich proportional zu den Widerständen; hier also gleiche 1:1 auf: 0,1 A 2 P

- 5.3.2  $G_2$  leuchtet gleich hell wie  $G_1$ , die produzierte Leistung ist bei beiden gleich. Welchen Widerstand hat  $G_2$  (nur numerisch)? Beschreiben Sie Ihre Überlegungen zu dieser Frage.

2 P

$$P_2 = P_1$$

$$R_2 I_2^2 = R_1 I_1^2$$

$$R_2 = R_1 \left(\frac{I_1}{I_2}\right)^2$$

$$R_2 = R_1 \left(\frac{2}{1}\right)^2 = 4 \cdot R_1 = \underline{40 \Omega}$$

- 5.4 Wie gross ist die Spannung, die zwischen den Punkten A und B in Figur 8 angelegt ist, wenn die Glühlampen so wie beschrieben brennen? Beschreiben Sie Ihre Überlegungen zu dieser Frage. Zu welchem Resultat gelangen Sie (nur numerisch)?

2 P

$$U_2 = U_3 = R_2 \cdot I_2 = 40 \Omega \cdot 0,1 \text{ A} = 4 \text{ V}$$

$$U_{AB} = U_2 + U_{42} = \underline{6 \text{ V}}$$

Serienschaltung

6. In der Physik spielen Permanentmagnete eine Rolle

[Tot. 8 P]

- 6.1 Aus welchem Grund werden sie so genannt?

1 P

Ohne äussere Einwirkung behalten sie ihre Magnetisierung dauerhaft (permanent).

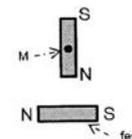
- 6.2 Ein Permanentmagnet hat einen Nordpol und einen Südpol. Erklären Sie diese beiden Begriffe.

1 P

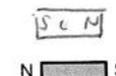
Gleichnamige Pole stoßen sich ab.  
Unerwünschte "ziehen sich an".  
Die Feldlinien gehen vom Nord- zum Südpol.

- 6.3 Figur 9 zeigt zwei gleiche Permanentmagnete. Der eine ist fest montiert, der andere kann sich um den Punkt M drehen. Der drehbare Magnet wird zuerst in der in Figur 9 gezeigten Lage festgehalten, danach wird er losgelassen. Wie stellt er sich ein? Skizzieren Sie die neue Lage in Figur 10 und begründen Sie Ihre Lösung.

Figur 9:



Figur 10:



S/N ziehen sich an.  
N/N S/S stoßen sich ab.  
Drehung bis Symmetrie erreicht.

- 6.4 Neben Permanentmagneten gibt es auch Elektromagnete. Welchen entscheidenden Vorteil hat der Elektromagnet gegenüber dem Permanentmagneten?

1 P

Stärke und Orientierung sind steuerbar.

- 6.5 Ein Elektromagnet enthält im Innern ein Metallstück (genannt „Kern“).

- 6.5.1 Aus welchem Grund wird ein Kern verwendet?

1 P

Er verstärkt das Magnetfeld der Spule.

- 6.5.2 Wie heissen die Metalle, die als Kern verwendet werden können? Geben Sie deren Sammelbegriff an und nennen Sie je 2 Metalle, die als Kern in Frage, bzw. nicht in Frage kommen (eine Begründung ist nicht nötig).

2 P

Sammelbegriff: Ferromagnete

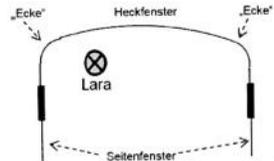
in Frage kommen:

Eisen  
Nickel

nicht in Frage kommen:

Aluminium  
Kupfer

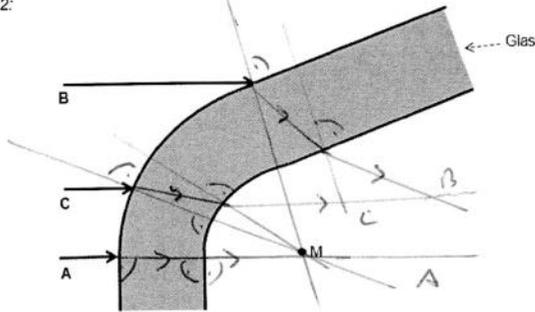
7. Lara steht hinten im Tram und schaut aus dem Heckfenster (Figur 11). Ihr fällt auf, dass im Bereich der „Ecken“ des Heckfensters die Aussenwelt verzerrt erscheint. [Tot. 5 P]



Figur 11 (Heck des Trams von oben gesehen)

Erklären Sie, wie dieses Phänomen zustande kommt. Figur 12 zeigt stark vergrössert die näher bei Lara liegende „Ecke“ und drei parallele Lichtstrahlen A, B und C, die von aussen auf das Glas des Heckfensters treffen. (M ist der Kreismittelpunkt des stark gekrümmten Glasabschnitts, auf den C trifft)

Figur 12:



- 7.1 Skizzieren Sie den weiteren Verlauf des Lichtstrahls A Winkel im Lot:  $0^\circ$  1 P  
7.2 Skizzieren Sie den weiteren Verlauf des Lichtstrahls B (mit stichwortartiger Begründung) 2 P

Übergang Luft-Glas (Luft-dicht): Brechung zum Lot hin

Übergang Glas-Luft: Brechung vom Lot weg

- 7.3 Skizzieren Sie den weiteren Verlauf des Lichtstrahls C (mit stichwortartiger Begründung) 2 P

s.o. B

Insgesamt: nach dem Durchgang sind die Strahlen nicht mehr parallel, also ist das Bild verzerrt.

Zusatzseite

Zusätzliche Notizen werden nur bewertet, wenn sie klar einer Aufgabe zugeordnet werden können - geben Sie deshalb unbedingt die Aufgabennummer und den Aufgabenteil an und machen Sie auf dem betreffenden Aufgabenblatt einen entsprechenden verbalen Hinweis.