Aufgabe 1 (12 Punkte)

Bei den Olympischen Spielen 2008 wurde das Wasserspringen vom 10-Meter-Turm durchgeführt: vom Rand einer Betonplatte springt der Teilnehmer in das 10 Meter tiefer gelegene Wasserbecken.

a) In einer Rückschau über diesen Wettbewerb wurde ausgeführt, dass die Teilnehmer mit 65 km/h in das Wasser eintauchen. Wir wollen untersuchen, ob das stimmen kann.

a1) Welche Geschwindigkeit erreicht ein Körper, wenn er aus 10 m Höhe frei fällt?

a11) formal

$$v^2 = 2as + v_0^2 \quad | \; v_0 = 0 \; ; \; s = h \; ; \; a = g$$

$$\underline{v = \sqrt{2gh}}$$

2 P.

a12) numerisch (Resultat in m/s und km/h)

$$v = \sqrt{2 \cdot 9{,}81 \frac{m}{s^2} \cdot 10\,m}$$

$$\underline{v = 14 \frac{m}{s} = 50 \frac{km}{h}}$$

2 P.

a2) Sie sehen, dass die bei a1) errechnete Geschwindigkeit kleiner als 65 km/h ist. Aus welcher Höhe muss ein Körper frei fallen, damit er 65 km/h erreicht?

a21) formal

$$v^2 = 2gh$$

$$\underline{h = \frac{v^2}{2g}}$$

1 P.

a22) numerisch

$$\underline{h} = \frac{(18{,}05 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9{,}81 \frac{m}{s^2}} = 16{,}6\,m = \underline{17\,m}$$

1 P.

a3) Was würden Sie entgegnen, wenn jemand sagt, der Turmspringer lasse sich nicht einfach fallen, sondern springe nach oben weg und erreiche deshalb 65 km/h Aufprallgeschwindigkeit? (Antwort mit ein bis zwei aussagekräftigen Sätzen begründen)

Um $65 \frac{km}{h}$ zu erreichen, müsste er aus 17 m Höhe ($v_0 = 0$) fallen. Also müsste er vom 10 m Turm 7 m in die Höhe springen, was unmöglich ist.

2 P.

b) Im gleichen Artikel wurde gesagt, dass es nach den Verlassen des Sprungturms 2.2 Sekunden dauere bis der Springer in das Wasser eintaucht.

b1) Aus welcher Höhe muss ein Körper frei fallen, damit bis zum Aufprall auf dem Wasser 2.2 Sekunden verstreichen?

b11) formal

$$s = \frac{1}{2} a t^2 + v_0 t \quad | \; s = h;\; v_0 = 0;\; a = g$$

$$h = \frac{1}{2} g t^2$$

b12) numerisch

1 P.

$$\underline{h} = \frac{1}{2} \cdot 9{,}81 \frac{m}{s^2} \cdot (2{,}2s)^2 = 23{,}74m = \underline{24m}$$

1 P.

b2) Wie gross ist dann seine Aufprallgeschwindigkeit?

b21) formal

$$v = at + v_0$$

$$\underline{v = gt}$$

b22) numerisch

1 P.

$$\underline{v} = 9{,}81 \frac{m}{s^2} \cdot 2{,}2s = 21{,}6 \frac{m}{s} = \underline{22 \frac{m}{s} = 78 \frac{km}{h}}$$

1 P.

Aufgabe 2 (10 Punkte)

Eine Spielerin erteilt einem Curlingstein der Masse 18 kg die Anfangsgeschwindigkeit 0.90 m/s. Nachdem dieser auf der horizontalen Eisfläche 15 Meter zurückgelegt hat bewegt er sich noch mit 0.20 m/s.

a) Auf welchen Bruchteil hat sich dabei die kinetische Energie verringert?

a1) formal

$$\frac{E_{kin}'}{E_{kin}} = \frac{\frac{1}{2} m v'^2}{\frac{1}{2} m v^2} = \left(\frac{v'}{v}\right)^2$$

2 P.

a2) numerisch

$$\frac{E_{kin}'}{E_{kin}} = \left(\frac{0{,}2 \frac{m}{s}}{0{,}9 \frac{m}{s}}\right)^2 = \frac{4}{81} = 4{,}9\%$$

1 P.

b) Wie gross ist die mittlere Gleitreibungskraft, die längs der 15 m Weg auf den Stein gewirkt hat?

b1) formal

$$E_{kin} = E_{kin}' + W_R$$

$$E_{kin} - E_{kin}' = F_R \cdot s$$

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

3 P.

b2) numerisch

$$F_R = \frac{(0{,}9 \frac{m}{s})^2 - (0{,}2 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 15m} \cdot 18 kg = 0{,}46 N$$

1 P.

c) Wie gross ist die Gleitreibungszahl des Curlingsteins auf der Eisfläche? (nur numerisch)

$$F_R = \mu \cdot F_N$$

$$\mu = \frac{F_R}{F_N} = \frac{F_R}{mg} = 0{,}0026$$

1 P.

d) Wie gross ist die Verzögerung des Curlingsteins?

d1) formal

$$F_R = F_{eff} = ma$$

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

1 P.

d2) numerisch

$$a = -\frac{(0{,}9 \frac{m}{s})^2 - (0{,}2 \frac{m}{s})^2}{30m} = -0{,}026 \frac{m}{s^2}$$

1 P.

Aufgabe 3 (12 Punkte)

Ein 12 cm hohes Glas hat die Form eines Zylinders, der Innendurchmesser beträgt 8.0 cm. Wir füllen es zur Hälfte mit Wasser.

a) Wie gross ist der Druck des Wassers am Boden des Glases?

a1) formal

$$p_s = \varrho \cdot g \cdot h = \varrho\, g \cdot \frac{H}{2} \qquad H = 12\,cm.$$

1 P.

a2) numerisch

$$p_s = 1\,\frac{kg}{dm^3} \cdot 9{,}81\,\frac{N}{kg} \cdot 0{,}6\,dm = 5{,}89\,\frac{N}{dm^2} = 5{,}9\,kPa$$

1 P.

b) Wie gross ist die Kraft, die das Wasser auf den Boden des Glases ausübt? Berechnen Sie diese Kraft numerisch auf 2 verschiedene Arten und erläutern Sie Ihre Lösungsidee jeweils mit einem Satz.

b1) 1. Lösungsvariante

$$F = p_s \cdot A = \varrho \cdot g \cdot \frac{H}{2} \cdot \frac{\pi}{4} d^2 = \frac{\pi}{8}\, \varrho g H d^2$$

$$= \frac{\pi}{8} \cdot 1\,\frac{kg}{dm^3} \cdot 9{,}81\,\frac{N}{kg} \cdot 12\,cm \cdot (8\,cm)^2 = 3{,}0\,N$$

Da Druck = $\frac{\text{Kraft}}{\text{Fläche}}$ ist, kann man die Kraft aus dem Druck und der Fläche berechnen.

2 P.

b2) 2. Lösungsvariante

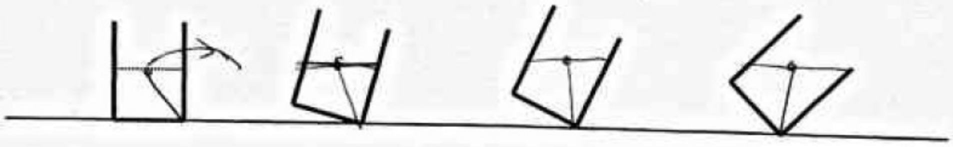
Die Kraft auf den Boden wird durch das Gewicht der Flüssigkeit ausgeübt.

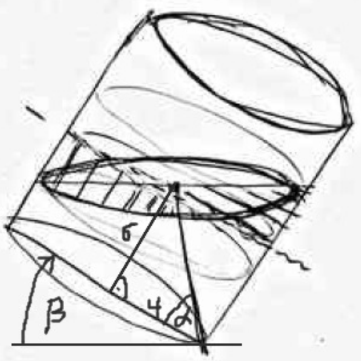
$$F = F_G = mg = \varrho \cdot \frac{\pi}{4} d^2 \cdot \frac{H}{2} \cdot g = \frac{\pi}{8} \cdot \varrho g H d^2 = 3{,}0\,N$$

2 P.

c) Nun neigen wir das Glas ganz langsam zur Seite bis die Wasseroberfläche den Glasrand erreicht. Dabei verfolgen wir wie sich der Wasserdruck im tiefsten Punkt des Glases ändert: wir stellen fest, dass der Druck zuerst ansteigt, danach absinkt.

c1) Ergänzen Sie die nachstehenden Skizzen und erklären Sie das erwähnte Phänomen.





De Wasserstand steigt und somit auch der Schweredruck. Sobald der Wasserstand wieder sinkt, fällt auch der Druck.

= Volumen "über Normal"

Volumen "fehlt"

4 P.

c2) Bei welcher Lage des Glases ist der Druck am höchsten? Skizzieren Sie das Glas in dieser Lage und begründen Sie Ihre Antwort.

Der Mittelpunkt der Wasserlinie im aufrecht stehenden Glas bewegt sich auf einem Kreis um den Eckpunkt, weil das Volumen was links oben "übersteht" genau in das "Loch" rechts hinein passt. Somit ist die höchste Lage erreicht, wenn der Radius senkrecht steht. Dies ist bei

$$\beta = 90° - \underbrace{\arctan\frac{6}{4}}_{\alpha = 56{,}3°} = 33{,}7° = 34°$$

2 P.

erreicht

Aufgabe 4 (6 Punkte)

a) Erklären Sie den Begriff „spezifische Kondensationswärme" mit ein bis zwei aussagekräftigen Sätzen in korrektem Deutsch.

1: spezifisch: vom Material abhängig und auf die Stoffmenge bezogen

2: Kondensation: Phasenübergang von gasförmig -> flüssig

3: Wärme: Energie

Spez. Kondensationswärme ist die Energiemenge, die pro Kilogramm eines bestimmten Stoffes frei wird, wenn er vom gasförmigen in den 6 flüssigen Zustand übergeht.

2 P.

b) Im Zusammenhang mit Geräten die Dampf erzeugen (z. B. Dampfreiniger) hört man oft die Aussage „Bezüglich der Schwere von Verbrennungen ist 100 °C heisser Wasserdampf zehnmal so gefährlich wie 100 °C heisses Wasser".
Analysieren Sie diese Aussage, indem Sie numerisch die Wärmemengen vergleichen, die abgegeben werden, wenn sich einerseits 10 g Wasserdampf von 100 °C, andererseits die gleiche Menge Wasser von 100 °C auf 40 °C abkühlen – wir nehmen an, dass Substanzen mit einer Temperatur unterhalb von 40 °C keine Verbrennungen hervorrufen.

$$\Delta T_1 = c m \Delta T = 4{,}182 \cdot 10^3 \frac{J}{kgK} \cdot 0{,}01kg \cdot 60K = \underline{2509\,J}$$

$$\Delta T_2 = c m \Delta T + L_v \cdot m = 2509\,J + 2{,}256 \cdot 10^6 \frac{J}{kg} \cdot 0{,}01kg$$

$$\underline{= 25069\,J}$$

Die Energiemenge des Dampfes ist ziemlich genau 10x so groß wie die des Wassers.

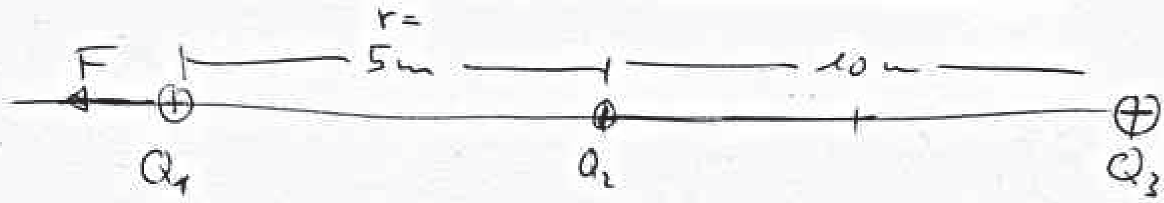
Stimmt die Aussage?

Die Aussage stimmt also.

4 P.

Aufgabe 5 (8 Punkte)

Vor Ihnen befindet sich eine Ladung Q_1 der Grösse $+1.0 \cdot 10^{-5}$ C. 5.0 Meter rechts von Q_1 befindet sich die Ladung Q_2 der Grösse $+2.0 \cdot 10^{-5}$ C. Skizzieren Sie die Situation.



a) Berechnen Sie die elektrische Kraft, die auf Q_1 wirkt.

a1) formal

$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

1 P.

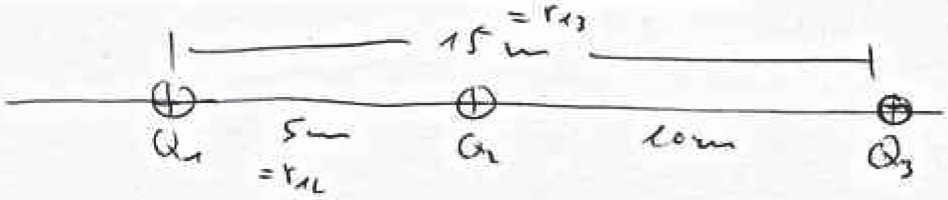
a2) numerisch

$$F = \frac{1}{4\pi \cdot 8{,}85 \cdot 10^{-12}\frac{C^2 m^2}{N^2}} \cdot \frac{1 \cdot 10^{-5}C \cdot 2 \cdot 10^{-5}C}{25 m^2} = \underline{0{,}072\,N}$$

2 P.

a3) Zeichnen Sie diese Kraft in der Skizze ein. 1 P.

b) Nun wollen wir 10 Meter rechts von Q_2 eine Ladung Q_3 anbringen, so dass nachher die Ladung Q_1 im Gleichgewicht ist. Skizzieren Sie die Situation.



b1) Muss Q_3 positiv oder negativ sein? Begründen Sie Ihre Antwort.

Negativ, um die abstossende Kraft von Q_2 auszugleichen.

1 P.

b2) Wie gross muss Q_3 sein?

b21) formal

$$F_{13} = F_{12}$$

$$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q_1 Q_3}{r_{13}^2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q_1 Q_2}{r_{12}^2}$$

$$Q_3 = \frac{Q_2}{\cancel{Q_1}}\frac{r_{13}^2}{r_{12}^2}$$

2 P.

b22) numerisch

$$Q_3 = \frac{2 \cdot 10^{-5}C}{\cancel{}} \cdot \left(\frac{15m}{5m}\right)^2 = 18 \cdot 10^{-5}C$$

$$\underline{\text{also } -18 \cdot 10^{-5}C = Q_3}$$

1 P

Aufgabe 6 (10 Punkte)

Frau Huber hat ein kleines elektrisches Heizgerät, mit dem sie die Trinkflasche für ihr Kleinkind auch auf Reisen aufwärmen kann. Das Gerät ist umschaltbar: mit einem Schalter kann sie zwischen „Europa (230 V)“ und „USA (115 V)“ wählen. Gemäss Angabe auf dem Gehäuse ist die elektrische Leistung in beiden Fällen 100 W.

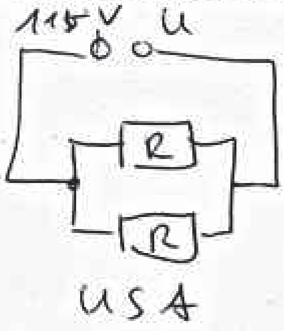
a) Wo dauert das Aufwärmen der Trinkflasche länger, in Europa oder in den USA, oder erfolgt das Aufwärmen gleich rasch? Begründen Sie Ihre Antwort.

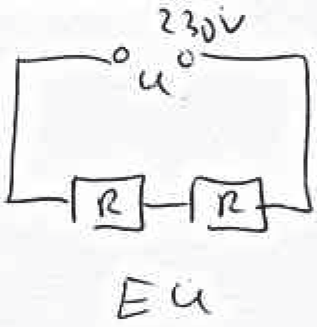
Die Leistung, also Energie pro Zeit, ist in beiden Fällen gleich. Somit dauert es auch gleich lang.

1 P.

Frau Huber ist wissbegierig und schraubt das Gehäuse des Flaschenwärmers auf. Sie erkennt, dass die elektrische Heizleistung durch zwei gleiche Widerstände erbracht wird. Nach der Verkabelung zu urteilen, sind diese entweder parallel oder in Serie geschaltet, je nach Stellung des Wählschalters.

b) Skizzieren Sie die beiden Schaltungen der Widerstände.





1 P.

c) Schreiben Sie „Europa“ und „USA“ zur entsprechenden Schaltung und begründen Sie Ihre Antwort mit zwei bis drei Sätzen.

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

Für die gleiche Leistung braucht es bei doppelter Spannung also den 4-fachen Widerstand. In der Serienschaltung ist der ~~ges~~ Gesamtwiderstand höher als in der Parallelschaltung, somit ist dies die Schaltung für die EU.

3 P.

d) Wie gross ist der elektrische Widerstand R jedes der eingebauten Widerstände? Berechnen Sie R aus jeder der bei b) skizzierten Schaltungen. Bezeichnen Sie dazu für die formale Lösung die Netzspannung in Europa mit U_E, die in den USA mit U_A.

d1) formal
„Europa“

$$P = \frac{U_{EU}^2}{R_G} = \frac{U_{EU}^2}{2R}$$

$$R = \frac{U_{EU}^2}{2P} = \frac{(230\,V)^2}{2 \cdot 100\,W} = 264{,}5\,\Omega$$

„USA“

$$P = \frac{U_{USA}^2}{R_G} = \frac{U_{USA}^2}{\frac{R}{2}} = \frac{2\,U_{USA}^2}{R}$$

$$R = \frac{2\,U_{USA}^2}{P}$$

3 P.

d2) numerisch
„Europa“

$$\underline{R} = \frac{(230\,V)^2}{200\,W} = \underline{264{,}5\,\Omega}$$

„USA“

$$\underline{R} = \frac{2 \cdot (115\,V)^2}{100\,W} = \underline{264{,}5\,\Omega}$$

2 P.

Aufgabe 7 (8 Punkte)

Wählen Sie aus den folgenden Aufgaben **A** und **B** eine aus. Streichen Sie die Aufgabe, die Sie nicht wählen, durch. Es werden nur die Punkte gezählt, die Sie in der von Ihnen gewählten Aufgabe erzielen.

A Beschreiben Sie mit klar formulierten, aussagekräftigen Sätzen in korrektem Deutsch a) die Bestandteile des Atomkerns, b) die zwischen ihnen herrschenden Kräfte und c) die Beziehung zwischen Massendefekt und Bindungsenergie.

B Beschreiben Sie mit klar formulierten, aussagekräftigen Sätzen in korrektem Deutsch a) Elektronenübergänge im Atom, b) Emission und Absorption des Lichtes und c) die Spektrallinien.

a)

A: Protonen und Neutronen (zusammen: Nukleonen)

B: Elektronen der Atomhülle ändern ihre Energie und wechseln somit von einer Schale zu einer anderen.

b) A: Coulomb-Abstoßung zwischen den Protonen.
starke Wechselwirkung (Kernkraft) zwischen allen Kernbestandteilen (Nukleonen)

B: Lichtquanten haben eine Energie hf, die dem Energieunterschied der Elektronenniveaus (Schalen) entspricht. Diese Energie wird bei der Absorption von den Elektronen aufgenommen und somit die Elektronen auf eine höhere Schale gehoben. Bei der Emission entsprechend umgekehrt.

c) A: Der Kern ist leichter, als die Summe seiner Bestandteile. Dieser Unterschied der Masse, der Massendefekt, kann über $\Delta m \cdot c^2 = \Delta E$ in eine Energie umgerechnet werden, die der Bindungsenergie des Kerns entspricht.

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

B: Da die Energieniveaus (Schalen) diskreten Energieunterschieden entspricht, werden aus einem kontinuierlichen Spektrum nur die Energien (Frequenzen, gemäß $E = hf$) absorbiert oder emittiert, die diesen Unterschieden entsprechen.