

Schriftliche Aufnahmeprüfungen **Herbst 2012****PHYSIK (deutsch)****Kandidaten-Nummer:** .....**NAME:** .....**Vorname:** .....

Die Resultate müssen den **vollständigen Lösungsweg** und **alle Zwischenresultate** enthalten. (*Beschluss der Aufnahmeprüfungskommission vom 15.9.2000*)

Lösen Sie die Aufgaben wenn möglich **direkt auf dem Aufgabenblatt** inklusive freie Rückseite links davon.

Aufgabe	Punktzahl
1	
2	
3	
4	
5	
Total	

## 1. Tsunami-Flip (1.5P/1.5P/1.5P/1.5P)



Das Bild zeigt die Fotomontage eines „Tsunami-Flips“, vorgeführt anlässlich eines Wettbewerbs in Basel (NZZ, 16.4.2012). Für die Skalierung des Vorganges hilft die Tatsache, dass der Achsabstand zwischen dem Vorder- und dem Hinterrad des Motorrades 1,5m beträgt.

- Bestimmen Sie aus diesen Angaben die Höhe und Weite des Fluges.
- Schätzen Sie mittels physikalischer Überlegungen die Anfangsgeschwindigkeit beim Verlassen der Rampe so genau wie möglich ab. Erläutern Sie dabei stichwortartig Ihre gewählten Annahmen.
- In welchem zeitlichen Abstand wurden die Bilder gemacht?
- Beschreiben Sie mit physikalischen Begriffen, wie die Drehung während des Fluges zustande kommt und wie sie vom Fahrer kontrolliert werden kann.

## 2. Exoplaneten (1.5P/1.5P/1.5P/1.5P)

Dank verbesserten Beobachtungsmethoden gelingt es Astronomen immer häufiger Planeten von anderen Sternen aufzuspüren. Der Nachweis solcher Exoplaneten erfolgt meistens indirekt, so zum Beispiel durch die Verschiebung des Zentralgestirns. Sie entsteht weil sich beide Himmelskörper um den gemeinsamen Schwerpunkt bewegen.

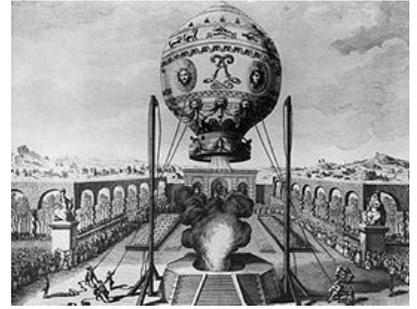
Betrachten wir im Folgenden das System Sonne-Erde unter Vernachlässigung der andern Planeten. Die für die Berechnung erforderlichen Angaben entnehmen Sie der Formelsammlung.



- a) Bestimmen Sie die Lage des Schwerpunktes der beiden Himmelskörper.
- b) Welche Verschiebung der Sonne könnte ein entfernter Beobachter (unter der Annahme von kreisförmigen Bahnen) wahrnehmen?
- c) Welche Geschwindigkeit besitzt die Sonne bezüglich des gemeinsamen Schwerpunktes?
- d) Die Bewegung des Zentralgestirns kann auch indirekt über die Dopplerverschiebung von emittierten Spektrallinien nachgewiesen werden. Welche maximale Frequenzänderung erfährt die Spektrallinie von Wasserstoff von der Wellenlänge 434nm für einen Beobachter in der Ekliptik?

### 3. Montgolfière (1.5P/1.5P/1.5P/1.5P)

Im November des Jahres 1783 stieg der erste bemannte Heissluftballon der Brüder Montgolfier bei Paris in den Himmel. Er fasste  $2800 \text{ m}^3$  Luft, war aus Leinwand gefertigt und mit Papier ausgekleidet. Über einem Becken mit glühender Holzkohle wurde die Luft im unten offenen Ballon auf ungefähr  $60 \text{ }^\circ\text{C}$  erwärmt. Zum Zeitpunkt des Aufstiegs herrschte eine (äussere) Lufttemperatur von  $12 \text{ }^\circ\text{C}$  bei einem Luftdruck von  $960 \text{ hPa}$ .

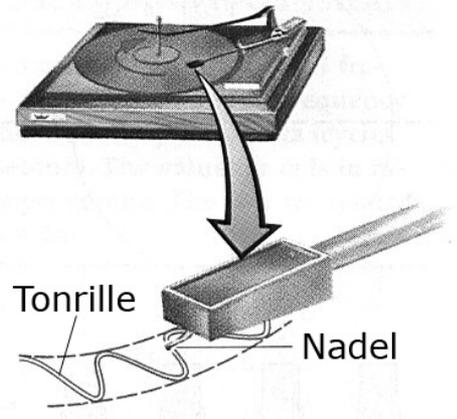


- Wie gross ist die Dichte der Luft im Innern und ausserhalb des Ballons bei diesen Bedingungen?
- Welche Gesamtmasse (ohne Luftinhalt) hatte der Ballon unter der Annahme, dass er in der Luft schwebte?
- Welche Wärmemenge musste der letztlich im Innern des Ballons verbliebenen Luft zugeführt werden?
- Begründen Sie (mit physikalischen Argumenten) weshalb diese Jahreszeit für den Aufstieg günstiger war als ein heisser Sommertag.

#### 4. Schallplatte (2P/2P/2P)

Die tot geglaubte Vinylschallplatte erfreut sich unter Liebhabern einer erstaunlichen Wiedergeburt. Eine klassische Langspielplatte vom Durchmesser 30cm dreht sich beim Abspielen mit konstanten  $33 \frac{1}{3}$  Umdrehungen pro Minute.

- Welche „Wellenlänge“ hat die Spur eines sinusförmigen Tons der Frequenz von 10 kHz in der äussersten Rille?
- Die Amplitude dieser Spur beträgt  $10 \mu\text{m}$ . Welche grösste Geschwindigkeit erreicht die Nadel bei der Abtastung dieser Rille?
- Mit welcher maximalen Kraft wird die Nadel der Masse 25mg beim Abspielen dieses Tons seitlich ausgelenkt?



## 5. Freileitung (2P/2P/2P)

Eine Baustelle befindet sich in 140m Entfernung von der Transformatorenstation. Mit einer zweiadrigen Freileitung soll elektrische Energie mit möglichst geringen Verlusten übertragen werden. Aus statischen Gründen darf die Masse der beiden Leiter zusammen 100kg nicht überschreiten.?

- a) Welches der beiden Metalle Kupfer oder Aluminium ist unter diesen Voraussetzungen zu wählen?  
(Begründen Sie ihre Wahl)
- b) Wie gross ist bei Ihrer getroffenen Wahl der Gesamtwiderstand (Hin- und Rückleitung)?
- c) Die Anschlussleistung der Baustelle an die Transformatorenstation beträgt 80kW. Welche Übertragungsspannung ist beim Transformator zu wählen damit die Leitungsverluste unter 3% liegen?



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Ecole polytechnique fédérale de Zurich  
Politecnico federale di Zurigo

Rektorat

Schriftliche Aufnahmeprüfungen **Herbst 2012**

**PHYSIK** (deutsch)

<b>Kandidaten-Nummer:</b> .....
<b>NAME:</b> .....
<b>Vorname:</b> .....

Die Resultate müssen den **vollständigen Lösungsweg** und **alle Zwischenresultate** enthalten. (Beschluss der Aufnahmeprüfungskommission vom 15.9.2000)

Lösen Sie die Aufgaben wenn möglich **direkt auf dem Aufgabenblatt** inklusive freie Rückseite links davon.

Aufgabe	Punktzahl
1	
2	
3	
4	
5	
Total	

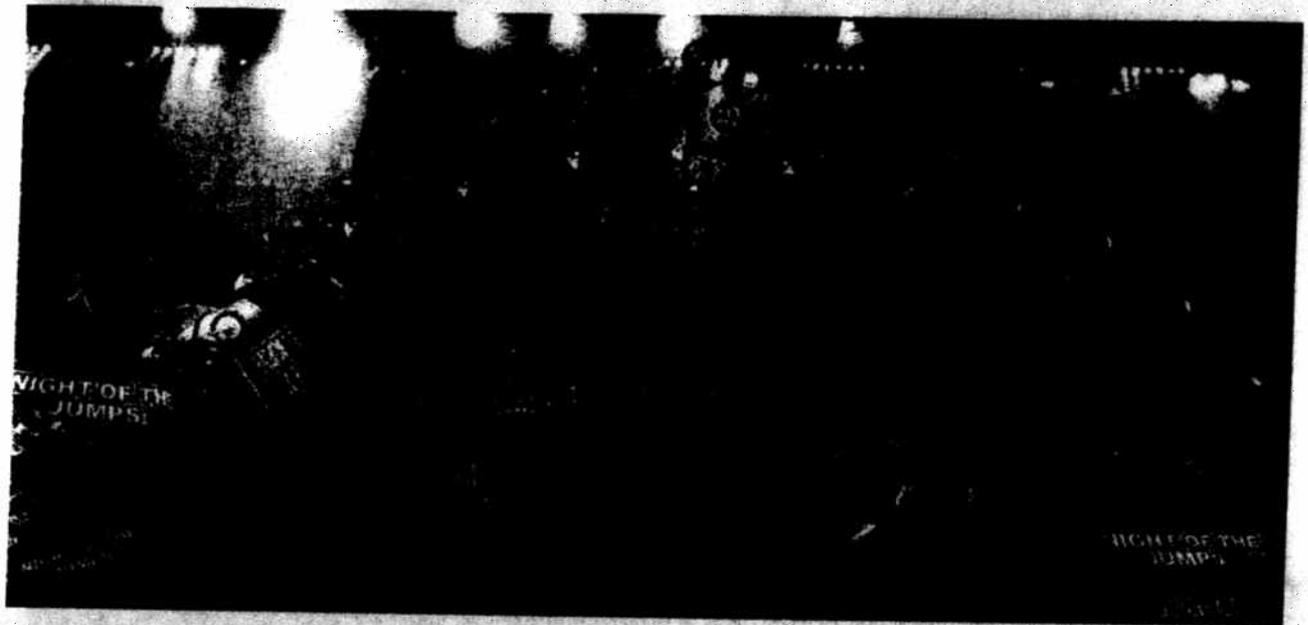
Bewertung:

jede Aufgabe 6 Pkt.

25 Punkte ergibt Note 6

Note = Punktzahl  $\cdot 0,2 + 1$

# 1. Tsunami-Flip (1.5P/1.5P/1.5P/1.5P)



Das Bild zeigt die Fotomontage eines „Tsunami-Flips“, vorgeführt anlässlich eines Wettbewerbs in Basel (NZZ, 16.4.2012). Für die Skalierung des Vorganges hilft die Tatsache, dass der Achsabstand zwischen dem Vorder- und dem Hinterrad des Motorrads 1,5m beträgt.

- Bestimmen Sie aus diesen Angaben die Höhe und Weite des Fluges.
- Schätzen Sie mittels physikalischer Überlegungen die Anfangsgeschwindigkeit beim Verlassen der Rampe so genau wie möglich ab. Erläutern Sie dabei stichwortartig Ihre gewählten Annahmen.
- In welchem zeitlichen Abstand wurden die Bilder gemacht?
- Beschreiben Sie mit physikalischen Begriffen, wie die Drehung während des Fluges zustande kommt und wie sie vom Fahrer kontrolliert werden kann.

a.)  $10 \text{ mm} \hat{=} 1,5 \text{ m}$   
 Flughöhe  $50 \text{ mm} \hat{=} \underline{7,5 \text{ m}}$   
 Flugweite  $148 \text{ mm} \hat{=} \underline{22,2 \text{ m}}$

1 1/2

b.)  $t_{\text{Fall}} = \sqrt{\frac{2 \cdot \hat{h}}{g}} = 1,24 \text{ s} ; v_{y_0} = g \cdot t_{\text{Fall}} = 12,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$   
 $v_x = \frac{W}{2 \cdot t_{\text{Fall}}} = 8,95 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$v_0 = \sqrt{v_x^2 + v_{y_0}^2} = \underline{15,3 \frac{\text{m}}{\text{s}}} (\hat{=} 55 \frac{\text{km}}{\text{h}})$

1 1/2

c.) 12 Bilder in 2,5s  $\Rightarrow \underline{\Delta t \approx 0,2 \text{ s}}$

1 1/2

d.) Beim Absprung erteilt der Fahrer dem System einen Drehimpuls (Drall). Ohne ausseres Moment bleibt dieser Drehimpuls erhalten. Beim Flug kann der Fahrer das Massenträgheitsmoment verändern.

1 1/2

## 2. Exoplaneten (1.5P/1.5P/1.5P/1.5P)

Dank verbesserter Beobachtungsmethoden gelingt es Astronomen immer häufiger Planeten von anderen Sternen aufzuspüren. Der Nachweis solcher Exoplaneten erfolgt meistens indirekt, so zum Beispiel durch die Verschiebung des Zentralgestirns. Sie entsteht weil sich beide Himmelskörper um den gemeinsamen Schwerpunkt bewegen.

Betrachten wir im Folgenden das System Sonne-Erde unter Vernachlässigung der andern Planeten. Die für die Berechnung erforderlichen Angaben entnehmen Sie der Formelsammlung.



- Bestimmen Sie die Lage des Schwerpunktes der beiden Himmelskörper.
- Welche Verschiebung der Sonne könnte ein entfernter Beobachter (unter der Annahme von kreisförmigen Bahnen) wahrnehmen?
- Welche Geschwindigkeit besitzt die Sonne bezüglich des gemeinsamen Schwerpunktes?
- Die Bewegung des Zentralgestirns kann auch indirekt über die Dopplerverschiebung von emittierten Spektrallinien nachgewiesen werden. Welche maximale Frequenzänderung erfährt die Spektrallinie von Wasserstoff von der Wellenlänge 434nm für einen Beobachter in der Ekliptik?

$$a.) \frac{m_E}{m_S} = \frac{r_2}{r_1} = \frac{r_2}{d-r_2} \Rightarrow r_2 = d \cdot \frac{m_E}{m_S + m_E} \approx 1,49 \cdot 10^{11} \cdot \frac{5,98 \cdot 10^{24}}{2 \cdot 10^{30}} \text{ m} = \underline{\underline{4,46 \cdot 10^5 \text{ m}}} \quad 1\frac{1}{2}$$

(446 km entfernt vom Sonnenmittelpunkt)

$$b.) d = 2 \cdot r_2 = \underline{\underline{8,92 \cdot 10^5 \text{ m}}} (= 892 \text{ km}) \quad 1\frac{1}{2}$$

$$c.) v = \frac{d \cdot \pi}{T} = \frac{8,92 \cdot 10^5 \cdot \pi}{365,24 \cdot 86'400} \frac{\text{m}}{\text{s}} = \underline{\underline{0,0888 \frac{\text{m}}{\text{s}}}} \quad 1\frac{1}{2}$$

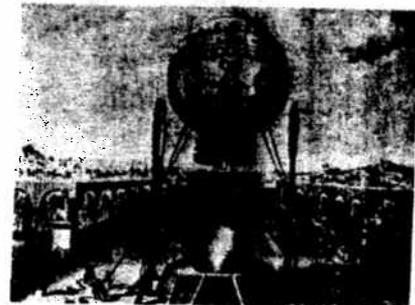
$$d.) f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{434 \cdot 10^{-9}} \text{ Hz} = 6,912 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

$$f_E = f_S \cdot \frac{1 + \frac{v}{c}}{\sqrt{1 - \underbrace{\frac{v^2}{c^2}}_{\approx 0}}} \approx \left(1 + \frac{v}{c}\right) \cdot f_S$$

$$\Delta f = f_E - f_S \approx f_S \cdot \frac{v}{c} = \underline{\underline{2,05 \cdot 10^5 \text{ Hz}}} \quad 1\frac{1}{2}$$

### 3. Montgolfière (1.5P/1.5P/1.5P/1.5P)

Im November des Jahres 1783 stieg der erste bemannte Heissluftballon der Brüder Montgolfier bei Paris in den Himmel. Er fasste  $2800 \text{ m}^3$  Luft, war aus Leinwand gefertigt und mit Papier ausgekleidet. Über einem Becken mit glühender Holzkohle wurde die Luft im unten offenen Ballon auf ungefähr  $60 \text{ }^\circ\text{C}$  erwärmt. Zum Zeitpunkt des Aufstiegs herrschte eine (äussere) Lufttemperatur von  $12 \text{ }^\circ\text{C}$  bei einem Luftdruck von  $960 \text{ hPa}$ .



- Wie gross ist die Dichte der Luft im Innern und ausserhalb des Ballons bei diesen Bedingungen?
- Welche Gesamtmasse (ohne Luftinhalt) hatte der Ballon unter der Annahme, dass er in der Luft schwebte?
- Welche Wärmemenge musste der letztlich im Innern des Ballons verbliebenen Luft zugeführt werden?
- Begründen Sie (mit physikalischen Argumenten) weshalb diese Jahreszeit für den Aufstieg günstiger war als ein heisser Sommertag.

$$a) \quad \rho_1 = \rho_0 \cdot \frac{p_1}{p_0} \cdot \frac{T_0}{T_1} = 1,29 \cdot \frac{960}{1013} \cdot \frac{273}{285} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \underline{\underline{1,17 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} \text{ (Aussen)}}$$

$$\rho_2 = \rho_0 \cdot \frac{p_2}{p_0} \cdot \frac{T_0}{T_2} = \underline{\underline{1,03 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} \text{ (Innen)}}$$

$1\frac{1}{2}$

$$b) \quad A_{\text{res}} = (\rho_1 - \rho_2) \cdot V \cdot g = m_{\text{tot}} \cdot g$$

$$m_{\text{tot}} = (\rho_1 - \rho_2) \cdot V = \underline{\underline{392 \text{ kg}}}$$

$1\frac{1}{2}$

$$c) \quad \Delta Q = n \cdot C_p \cdot \Delta T = (10^5 \cdot \frac{7}{2} \cdot 8,31 \cdot 48) \text{ J} = \underline{\underline{1,4 \cdot 10^8 \text{ J}}}$$

$1\frac{1}{2}$

$$\uparrow n = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} = \frac{0,96 \cdot 10^5 \cdot 2800}{8,31 \cdot 323} \text{ mole} = 10^5 \text{ mole}$$

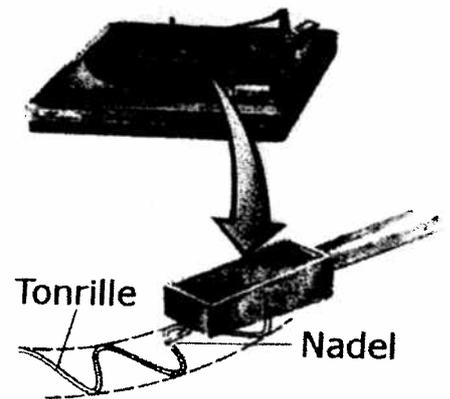
- d.) Entscheidend für den Auftrieb ist die Temperaturdifferenz Innen und Aussen. Je tiefer die Aussentemperatur ist, desto tiefer ist die erforderliche Innentemperatur  $\Rightarrow$  geringe Brandgefahr!

$1\frac{1}{2}$

#### 4. Schallplatte (2P/2P/2P)

Die tot geglaubte Vinylschallplatte erfreut sich unter Liebhabern einer erstaunlichen Wiedergeburt. Eine klassische Langspielplatte vom Durchmesser 30cm dreht sich beim Abspielen mit konstanten  $33 \frac{1}{3}$  Umdrehungen pro Minute.

- Welche „Wellenlänge“ hat die Spur eines sinusförmigen Tons der Frequenz von 10 kHz in der äussersten Rille?
- Die Amplitude dieser Spur beträgt  $10 \mu\text{m}$ . Welche grösste Geschwindigkeit erreicht die Nadel bei der Abtastung dieser Rille?
- Mit welcher maximalen Kraft wird die Nadel der Masse 25mg beim Abspielen dieses Tons seitlich ausgelenkt?



$$\begin{aligned} \text{a) } v &= \omega \cdot r = 2\pi \cdot f \cdot r = 2\pi \cdot \frac{33\frac{1}{3}}{60} \cdot 0,15 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 0,524 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\ \lambda &= v \cdot T = v \cdot \frac{1}{f} = \frac{0,524}{10^4} \text{ m} = 5,24 \cdot 10^{-5} \text{ m} = \underline{\underline{52,4 \mu\text{m}}} \end{aligned} \quad 2$$

$$\begin{aligned} \text{b) } v(t) &= \hat{s} \cdot \omega \cdot \sin(\omega t + \varphi_0) \\ \hat{v} &= \hat{s} \cdot \omega = 10^{-8} \cdot 2\pi \cdot 10^4 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} = \underline{\underline{0,63 \frac{\text{m}}{\text{s}}}} \end{aligned} \quad 2$$

$$\begin{aligned} \text{c) } \hat{a} &= \omega \cdot \hat{v} = 3,95 \cdot 10^4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \\ \hat{F} &= m \cdot \hat{a} = (3,95 \cdot 10^4 \cdot 25 \cdot 10^{-6}) \text{ N} = \underline{\underline{0,99 \text{ N}}} \end{aligned} \quad 2$$

### 5. Freileitung (2P/2P/2P)

Eine Baustelle befindet sich in 140m Entfernung von der Transformatorstation. Mit einer zweiadrigen Freileitung soll elektrische Energie mit möglichst geringen Verlusten übertragen werden. Aus statischen Gründen darf die Masse der beiden Leiter zusammen 100kg nicht überschreiten.?

- a) Welches der beiden Metalle Kupfer oder Aluminium ist unter diesen Voraussetzungen zu wählen? (Begründen Sie ihre Wahl)
- b) Wie gross ist bei Ihrer getroffenen Wahl der Gesamtwiderstand (Hin- und Rückleitung)?
- c) Die Anschlussleistung der Baustelle an die Transformatorstation beträgt 80kW. Welche Übertragungsspannung ist beim Transformator zu wählen damit die Leitungsverluste unter 3% liegen?

$$\left. \begin{array}{l} \text{a) } m = \rho_D \cdot A \cdot l \\ \text{+ b) } R = \rho_{\alpha} \cdot \frac{l}{A} \end{array} \right\} R = \underbrace{\rho_{\alpha} \cdot \rho_D}_{\text{ sollte möglichst klein sein! }} \cdot \frac{l^2}{m} = \begin{cases} \text{Alu: } R = \underline{\underline{0,0607 \Omega}} & 2+2 \\ \text{Cu: } R = 0,125 \Omega \end{cases}$$

$$\text{c) } P_v = 0,03 \cdot 80 \cdot 10^3 \text{ W} = 2,4 \text{ kW}$$

$$P_v = I^2 \cdot R \rightarrow I = \sqrt{\frac{P_v}{R}} = \sqrt{\frac{2400}{0,0607}} \text{ A} = 199 \text{ A}$$

$$U = \frac{P}{I} = \frac{80 \cdot 10^3}{199} \text{ V} \approx \underline{\underline{400 \text{ V}}}$$

2