Aufgaben zum Physikpraktikum :

1. E-Modul:

(die angegebenen Seitenzahlen beziehen sich immer auf die jeweilige Protokollanleitung)

Am Platz:

- Messen Sie die Verlängerung des Drahtes δl in mm in Abhängigkeit von der Zugkraft dh. in Abhängigkeit der Gewichtskraft verschiedener Massen 200 g, 400 g, 600 g ....2 kg. Tragen Sie nach Protokoll die Unsicherheiten ein.
- Messen Sie die Durchbiegung der folgenden Stäbe und Rohre (mittig zwischen 2 Auflagern) als Funktion der Belastung:
  Stahlblech (flach), Aluminiumblech (flach), Plexiglas (flach), Plexiglas (hochkant), Aluminiumrohr; tragen Sie die im Protokoll angegeben Breiten, Höhen und Durchmesser mit Unsicherheiten ein.

Daheim:

- **Tragen Sie für alle Meßobjekte die Rohdaten dh.die Verlängerung δl bzw. f in mm in Abhängigkeit von den Massen in Gramm graphisch mit Fehlerbalken $s_{\delta l}$ bzw. s_f und s_m auf.** Zeichnen Sie die **Regressionsgeraden** ein (Nebenbedingung: sie müssen durch 0 gehen), entweder berechnet oder geschätzt. Bestimmen Sie aus deren Steigungen a die **E-Module sämtlicher Meßobjekte**, zB.

$$\textit{Zugversuch}: (\textit{Hookesches Gesetz})$$

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{F / S_0}{\delta l / \ell_0} = \frac{1}{a} \cdot \frac{g \cdot \ell_0}{(\Phi / 2)^2 \cdot \pi} \; mit \; F = m \cdot g \; und \; a = \frac{\delta l}{m};$$

$$S_0 = Drahtquerschnitt = (\Phi / 2)^2 \cdot \pi \; und \; \Phi = Drahtdurchmesser;$$

Für die Rechteckquerschnitte und dem Rohr gilt Formel S. 5 und S. 8 der Protokollanleitung, die Formeln werden in Lehrbüchern der Technischen Mechanik hergeleitet.

Frage: *Warum wird der E-Modul nicht aus einer einzigen Messung δl bzw. f – Masse m bestimmt ?*

Bestimmen Sie für alle **E-Module deren Standardunsicherheiten s_E** nach Seite 6 oder 9 ohne Korrelationen. Die Standardunsicherheit der Steigung s_a kann entweder berechnet werden nach S. 7 Mitte oder grafisch bestimmt werden aus den Geraden mit maximaler und minimaler Steigung, die durch alle Fehlerkreuze hindurchgehen (S. 8 und 9).

$$s_a = \frac{(a_{\max} - a_{\min})}{2}$$

Frage: *Welche Messung verursacht bei den Blechen bei weitem die größte Unsicherheit ? Welche Fehlerbalken sind vernachlässigbar ?*

Die Werte für die gemessenen E-Module sollen mit den **Literaturwerten** verglichen werden.

	Berechnete E-Module mit Unsicherheit	**Literaturwert**
St 37 (Zugversuch)	(................ ±........)	
St 37 (Blech)		
Aluminium (Blech)		
Aluminium (Rohr)		
Plexiglas (hochkant)		
Plexiglas (flach)		

2. Oberflächenspannung von Seifenblase:

Am Platz:

- Bestimmen Sie zunächst das Abbildungsverhältnis, indem Sie am Maßstab a = 1 cm wählen und die dazugehörige abgebildete Länge b an der Projektionswand mit mm-Papier unter Angabe der Unsicherheit messen.
  Danach werden verschiedene Blasen bei einer Neigungszahl von 25 erzeugt; anfangs wird jeweils ein großer Durchmesser gewählt und dieser dann schrittweise verringert. Der Durchmesser der Blasen am Projektionsschirm Φ wird angezeichnet bzw. mit der Schieblehre gemessen und im Protokoll die dazugehörige Fadenlänge l am Schrägrohrmanometer mit der Standardunsicherheit s_l (S. 2 der Protokollanleitung oben) notiert.

Daheim:

- Das Ziel ist, die Richtigkeit von $p=4\cdot\sigma/r$ nachzuweisen und die Oberflächenspannung σ zu bestimmen. Zunächst wird der Druck p nach Seite 2 aus der Fadenlänge l und r aus $(a/b)\cdot D/2$ (S.5) berechnet und in das Protokoll eingetragen. Danach wird der **Druck in Pascal in Abhängigkeit von 1/r in m^{-1} für die verschiedenen Seifenblasen mit Fehlerbalken von p und 1/r nach S.6 unten und S.7 oben graphisch aufgetragen. Die Oberflächenspannung mit Unsicherheit** ergibt sich nach S.6 Mitte aus der Steigung der jeweiligen Ausgleichsgeraden und der dort angegebenen Standardunsicherheit der Steigung.

  Frage: *Wodurch entstehen Fehlerquellen, sodaß sich unterschiedliche Geraden für unterschiedliche Blasen ergeben ?*

Blasennr.	**σ- Werte mit Unsicherheit**	**Literaturwert**
1	(................ ±........)	
2		
3		
4		
5		
Mittelwert		

Frage: *Wie gut ist das Gesetz* $p=4\cdot\sigma/r$ *erfüllt ?*

3. Gasdichte mit dem Effusiometer:

Am Platz:

Bestimmen Sie nach Protokoll die Ausströmzeiten von Luft, Argon und CO_2 anhand von je 30 Messungen (10 Messungen bei kleiner Düse), desgleichen h_{max} bzw. h_{min} mit Unsicherheiten.

Daheim:

Es werden die Standardunsicherheiten der Zeitmessung in das Protokoll eingetragen.

a) Bestimmung von Gasdichten:

Bestimmen Sie nach S.5 der Protokollanleitung die Dichten von Argon und CO_2 bei Normalbedingungen aus der gegebenen Dichte von Luft bei Normalbedingung mit Unsicherheiten. Es soll ein Vergleich mit den Literaturwerten gemacht werden.

$$\frac{\rho_{Ar,Co_2,n}}{\rho_{Luft,n}} = \frac{\bar{t}^2_{Ar,Co_2}}{\bar{t}^2_{Luft}} \quad \textit{Ableitung siehe S.9}$$

	Berechneter ρ- Wert mit Unsicherheit	**Literaturwert mit Quelle**
Argon	(................ ±........)	
CO_2		

b) Reynoldszahl:

Bestimmen Sie für beide Düsendurchmesser die maximale und minimale Reynoldszahl nach S.6 und entscheiden Sie, ob laminare oder turbulente Strömung vorliegt. Für $Re \leq 2300$ ist eine Rohrströmung laminar, bei größeren Reynoldszahlen schlägt sie in eine turbulente Strömung um.

c) *Ausströmzeit bei kleiner Düse:*

Berechnen Sie die Auströmzeit t nach S.7 ($h_0 = h_{max}$; $h_1 = h_{min}$) von Luft und vergleichen Sie diese mit dem gemessenen Wert .

Frage: *Welche Ursache sehen Sie bei Abweichungen ?*

Bestimmen Sie das gemessene Verhältnis $z = t_{0,5mm} / t_{1mm}$, es sollte theoretisch nach S. 7 vier sein.

Frage: *Liegt das theoretische Ergebnis von $z = 4$ innerhalb des Intervalls $z \pm 3s_z$, da dann von einer signifikanten Übereinstimmung von Theorie und Messung gesprochen werden könnte; welche Ursache sehen Sie, wenn die Bedingung nicht erfüllt ist ?*

4. Massenträgheitsmoment eines Rades:

Das Massenträgheitsmoment eines Rades bezüglich seiner Achse soll auf zwei Arten bestimmt werden:

a) durch Vergleich mit dem Trägheitsmoment einer homogenen Scheibe, deren Trägheitsmoment leicht berechnet werden kann; Rad und Scheibe werden dabei als Torsionspendel betrieben. Man erhält das Massenträgheitsmoment J^{To}.
b) indem man das Rad als Physikalisches Pendel schwingen läßt; aus der Schwingungsdauer und dem Steiner´schen Satz erhält man das Massenträgheitsmoment J^{Pe} des Rades bezüglich seiner Achse.
Beide Trägheitsmomente sollten innerhalb dreier Standardunsicherheiten gleich sein.

Am Platz:

Bestimmen Sie nach Protokoll $m_{Scheibe}$, m_{Rad}, den Abstand der Schneiden d des Rades und den Durchmesser der Scheibe $D_{Scheibe}$ mit Unsicherheiten. Um die Schwingungsdauern genauer zu erhalten, wird bei Scheibe, Rad und Rad als Torsionspendel jeweils die Zeit für 30 Schwingungen n=10 mal hintereinander gemessen. **Man bestimmt das arithmetische Mittel der 10 Zeiten T_{Mittel} mit seiner Streuung $s_{N=30}/\sqrt{n}$ und rechnet beides auf eine Schwingung um.**

Daheim:

Durch Kombination der Formeln der Anleitung erhält man das Trägheitsmoment des Rades J^{To} aus der Torsion und das Trägheitsmoment J^{Pe} aus der Pendelschwingung bezüglich seiner Achse als Funktion der tatsächlich gemessenen Größen und deren Standardunsicherheiten $s_{.....}$ gemäß S.4 der Protokollanleitung.

Fassen Sie die Ergebnisse zusammen:

$$J_{Rad}^{To} = J_{Rad}^{To} \pm s_{J_{Rad}^{To}} \quad bzw. \quad J_{Rad}^{Pe} = J_{Rad}^{Pe} \pm s_{J_{Rad}^{Pe}}$$

Frage: *Liegen die beiden Trägheitsmomente noch innerhalb dreier Standardunsicherheiten ? (Konsistenzprüfung)*
Welche Systematischen Fehler sind vorhanden ?

5. Massenträgheitsmoment aus Rotation und Pendelbewegung:

Das Massenträgheitsmoment einer Stange mit Schnurscheiben = $J_{Scheibe+Stange}$ ohne die Massestücke m_1 und m_2 soll im *ersten* Teil des Versuches **(1)** aus *Beschleunigungsmessungen* der Stange mit Schnurscheiben und Massen m_1 und m_2 (= System mit Trägheitsmoment J_{System}) durch Extrapolation bestimmt werden, im *zweiten* Teil **(2)** aus *Pendelschwingungen* des Systems Stange, Schnurscheiben und Massen m_1 und m_2.

Am Platz (reduzierte Aufgabenstellung):

1. **Notieren Sie sich nach Protokoll S.2 die Massen der Körper m_G, m_1, m_2 und den Durchmesser Φ einer Schnurscheibe mit den Standardunsicherheiten. Bestimmen Sie s_1 und s_2 nach Protokoll S. 2 mit den Standardunsicherheiten.**
   Messen Sie für 5 verschiedene Abstände $r_{1,2}$ der Massen vom Drehpunkt 6 mal (n = 6) die Durchlaufzeiten δt_i des Gewichts m_G von Lichtschranke zur Prallplatte.
2. **Bestimmen Sie nach Protokoll S. 4 die Zeit für N = 10 Pendelschwingungen $T_{(10)}$ 6 mal (n = 6), wobei insgesamt 5 Positionen der Massen m_1 und m_2 gewählt werden. Sollte die Zeit nicht reichen, werden weniger Positionen gewählt.**

Daheim (reduzierte Aufgabenstellung):

1. Nach Protokoll S.5 erhält man aus den arithmetischen Mittelwerten der Durchlaufzeiten δt die Beschleunigung a bzw. $J_{System} = J_{Scheibe+Stange+Massen}$ und $J_{Massestücke} = 2\cdot r^2 \cdot m$ ($r_{1,2}$ =r, $m_{1,2}$ = m) für 5 verschiedene Massenpositionen.

r/[m]	$\delta t(r)/[s]$	$\{s/\sqrt{n}\}/[s]$	$\{J_{System}/[kgm^2]\}\cdot 10^3$	$\{J_{Massestücke}/[kgm^2]\}\cdot 10^3$

r/m	$\frac{\partial J_{System}}{\partial \delta t} \cdot \Delta \delta t$	$\frac{\partial J_{System}}{\partial m_G} \cdot \Delta m_G$	$\frac{\partial J_{System}}{\partial R} \cdot \Delta R$	$\frac{\partial J_{System}}{\partial s_1} \cdot \Delta s_1$	$\frac{\partial J_{System}}{\partial s_2} \cdot \Delta s_2$	$s_{JSystem}$	$s_{JMassestücke}$

Für die 5 Massepositionen trägt man J_{System} als Funktion von $J_{Massestücke}$ mit Fehlerbalken nach Protokollanleitung S. 6 und 7 auf und bestimmt den Ordinatenschnittpunkt **$J_{Scheibe+Stange}$** der Ausgleichgerade mit Unsicherheit, das gesuchte Ergebnis, wobei eine graphische Auswertung oder eine Auswertung mit Rechnern nach S.7 möglich ist.

2. Bei der Pendelbewegung verfährt man analog, wobei wieder die Punkte (J_{System}(r), $J_{Massestücke}$ (r)) - berechnet nach S. 5 unten - mit Unsicherheiten aufgetragen werden und durch Extrapolation der Ordinatenschnittpunkt **$J_{Scheibe+Stange}$** der Ausgleichsgerade mit Unsicherheit entnommen wird.

Fassen Sie die Ergebnisse zusammen:

$$J^{Beschleunigung}_{Scheibe+Stange} = J^{Beschleunigung}_{Scheibe+Stange} \pm s_{J^{Beschleunigung}_{Scheibe+Stange}} \; ;$$

$$J^{Pendel}_{Scheibe+Stange} = J^{Pendel}_{Scheibe+Stange} \pm s_{J^{Pendel}_{Scheibe+Stange}}$$

Diskutieren Sie die Übereinstimmung beider Verfahren.

Frage: *Liegen die Ergebnisse innerhalb dreier kombinierter Standardunsicherheiten der Ergebnisse $s_{J(scheibe+Stange)}$ $\rightarrow$ Prüfung auf Konsistenz?*