

プログラム

- 10:10-10:15 開会挨拶
- 10:15-10:35 物理チャレンジの概要紹介（北原）
- 10:35-11:00 国際物理オリンピックの概要紹介（蘆田(東京大学3年生)）
- 11:00-11:40 第1チャレンジ理論試験について（北原）
- 11:40-11:50 休憩
- 11:50-12:30 第1チャレンジ実験レポートについて（北原、近藤）
- 12:30-13:10 昼食
- 13:10-13:30 第2チャレンジの実験課題の説明（近藤）
- 13:30-15:00 第2チャレンジの実験演習
- 15:10-15:40 実験レポートのまとめ
- 15:40-15:50 休憩（この間にレポートを見る）
- 15:50-16:25 実験レポートの講評
- 16:25-16:30 閉会挨拶

実験課題

2012年の第2チャレンジ実験課題から2問、2010年から1問の計3問の中から選択する。

課題1：おもりの付いた棒の回転について、回転を引き起こす力と回転の速さ、腕の長さ、おもりの質量と位置、回転のエネルギーなどの間の関係を実験から求め、運動方程式を考える。

課題2：斜面を転がり落ちる回転体の回転の速さ、回転させる力、運動エネルギーの間の関係を実験から求め、運動方程式を考える。

課題3：アクリル表面での光の反射率が入射角と偏光方向によってどのように変化するか、実験により求め、変化の理由を考える。

**課題1**：おもりをぶら下げた時の棒の回転について、回転を引き起こす力と回転の速さ、腕の長さ、おもりの質量と位置、回転のエネルギーなどの間の関係を実験から求め、運動方程式を考えなさい。  
実験で得られた数値を表にし、次に図として表して、関係を推察しなさい。

金属製のおもり： 小 25g、 大 50g

棒に付けられた目盛り： 1cm 間隔

心棒（糸巻き）とした円筒の半径： 5mm、8mm、10mm の3種類、

棒の質量：34.4g

棒に付いている真鍮のおもり 2 個：それぞれ 37.6g

糸の重さは無視しなさい。

棒が滑らかに回転しない時は監督者を呼んで調整してもらうこと。

時間の計測が必要なならストップウォッチを使用すること。

注意： 重さ  $M$  のおもりが速度  $V$  で落下する時、おもりをぶら下げている紐の張力を考えてみなさい。速度  $V$  が変化しないで一定なら、一定の速度で上下するエレベーターの中でおもりを載せた秤はどんな値を示すだろうか。皆さんの経験でわかるように、エレベーターの動き始めと止まる時に身体にかかる重力が変化する。すなわち、速度の変化が、つまり加速度が力を生み出している。これは、皆さんも知っているように、 $\text{加速度} \times \text{質量} = \text{力}$  というニュートンの法則を示している。

この実験課題では、おもりをぶら下げ、おもりによる力で棒を回転させる。しかし、おもりは落下するので、糸にかかる張力は、おもりに働く重力と異なる。ただし、この実験課題では、おもりの加速度は、重力加速度に比べて充分小さいので、おもりによる張力は  $Mg$  ( $g$  は重力加速度)とみなしてよい。

**課題2**：斜面を転がり落ちる回転体の回転の速さ、回転させる力、運動エネルギーの間の関係を実験から求め、運動方程式を考えなさい。

実験で得られた数値を表にし、次に図として表して、関係を推察しなさい。

CD 2枚を図 2-1 のように組み立てる（すでに組み立てられている場合は、ねじ位置と、ねじがしっかりしまっているかを確認すること）。

CD：半径 = 60 mm, 質量 = 15.0 g

木製丸棒（直径 15mm）：半径 = 7.5 mm 質量 = 8.4 g

金属製スペーサー（直径 8mm, 長さ 50mm） 8 本と長さ 8mm の M4（4mm φ）ネジ 16 本

スペーサー 8 本とネジ 16 本の質量の和は 150.4 g

穴の位置は半径 25 mm, 40 mm, 53 mm の円周上に配置されている

したがって、スペーサー位置を変えることにより、同じ重さであるが、質量分布の異なる 3 種類の回転体を作ることができる。

斜面を作るための台となる板 2 種類： 10 cm × 10 cm × 3 cm と 6 cm × 10 cm × 3 cm

この台を適当に利用していろいろな傾斜の斜面を作ることができる

ビースピを 2-2 図のように斜面台横に両面テープで取り付けると、ビースピの凹みの中心が斜面板から 60mm の位置になるので、CD の中心にはめ込んだ木製丸棒がビースピ凹みを通り過ぎた時のスピードを測ることができる。ビースピは電池を入れると作動する。

使い方については、箱の中に入っている説明書を読むか、監督者に聞くこと。

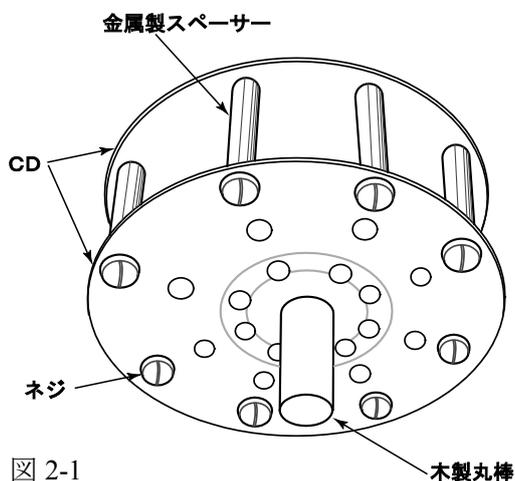


図 2-1  
半径  $r = 53$  mm の場合

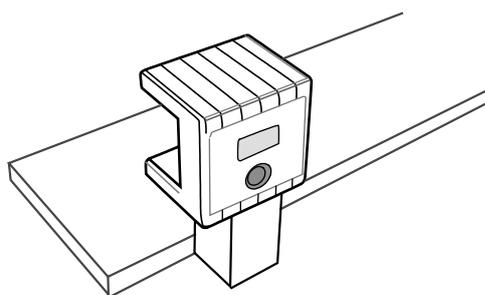


図 2-2

**課題3**：アクリル表面での光の反射率が入射角と偏光方向によってどのように変化するか、実験により求め、変化の理由を考えなさい。

実験で得られた数値を表にし、次に図として表すこと。測定の途中にも図に測定値を表し、どの様に測ったら測定精度を上げられるかも考え、適宜測定方法を改良しながら測定を繰り返しなさい。

### ＜いくつかの部品についての説明＞

**(1) 赤色LEDの光源 (マグネット, 電池内蔵)**： 側面にある赤いスライドスイッチで点灯する。前面のスリットから幅の狭い光ビームが出る。 底部にはマグネットが付いており、(9)の測定盤の腕に付けるときに利用する。

**(2) 光検出器**： マグネットが付いている面が底面である。 測定盤の鉄製腕にこのマグネットを取り付けることができる。 5mm径ほどの穴があいている面が前面で、この穴から入る光を検出する。 検出素子は穴から少し奥にあるので、光はこの前面の穴に垂直に入るようにしなければならない。 スイッチは無く、乾電池 006p (9V) を赤黒リード線の先のスナップに取り付けると検出器として作動する。 使用後はスナップをはずしておく。出力のワニ口クリップでデジタルマルチメーターの端子をはさんで電圧出力を測定する。

**(3) 光源, 検出器光軸調整用の台**： (5), (6)のスタンドを利用する際、スタンドの穴の中心高さに光源, 検出器の光軸高さを合わせるために使用する。 また屈折光観察の際のスクリーンとしても使用する。

**(4) デジタルマルチメーター**： 中央の円形ダイヤルを電圧測定モード (V の表示) に回し、電圧計として使用する。 上部の表示が DC AUTO になっていることを確認せよ。 光検出器から出ている出力リードのクリップでマルチメーターの入力ピンをはさんで、検出器出力電圧を測る。 2本のクリップが互いに接触しないように注意すること。 このデジタルマルチメーターは入力がいざばらく変化しないと自動的に停止するので、測定を続けたい場合、いったん中央のダイヤルを OFF に回してから、再度電圧測定表示 (V) に戻す。

**(5) 反射, 屈折角測定盤用部品**： 次ページに組み立て手順を記してあるので、始めに測定盤を組み立てること。

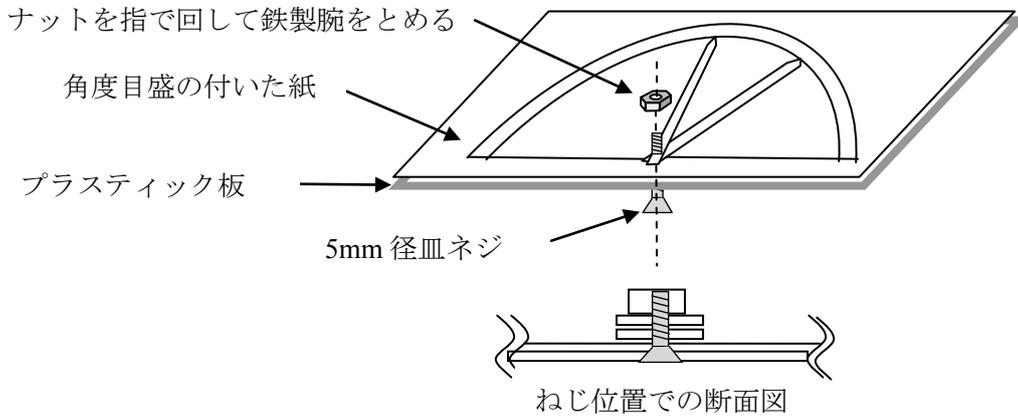
**(6) 偏光板**： (大) 5 cm × 5 cm 3枚、(小) 3 cm × 2.5 cm 2枚

**(7) 遮光衝立用の段ボール紙と遮光用黒紙 (大, 中)**：セロファンテープでつなぐ等して、机の上で前方, 側面からの光を遮るために使用する。 使い方は自由。 必要に応じて上部の遮光にも利用できる。 遮光用黒紙 (中) は特に使用方法は指定しないので、各自が自由に利用すること。

**(8) 消しゴム**： 長さが光路より少し高いので、光路途中に偏光板や光を遮る板を取り付けられる。

始めに、以下に述べる手順で測定盤を組み立てること。

1. プラスティック板（7）の上に角度目盛の付いた紙（8）を乗せる。このとき、ねじの通る穴の部分が一致するように置く。
2. 5mm 径の皿ネジをプラスチック板の下から、角度目盛の付いた紙、鉄製腕 2 本の順に通し、六角ナットを指でつまんで回し、しっかりと止める。

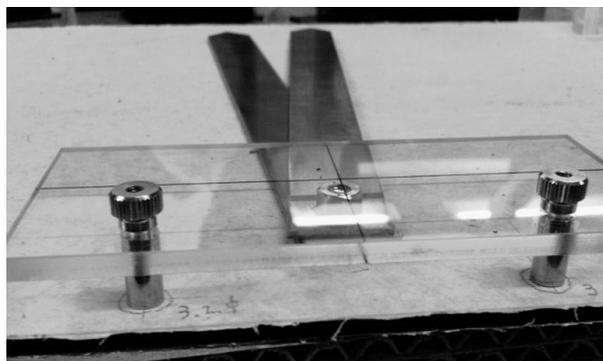


3. 鉄製腕を止めた 5mm 径のねじの両側にあいている 2 つの 3.2mm の穴に 3mm 径の皿ネジをプラスチック板の下側から角度目盛の付いた紙、パイプ、レンズ台の順に通して、上からローレットナットで止める。レンズ台は十文字の線が書いてある面を上にする。

腕を止めたプラスチック板に、下から 2 本の 3mm 皿ネジを通し、上からパイプを通したところ。



透明アクリル板のレンズ台をパイプの上に乗せ、ローレットナットで止めた状態。これで完成。



ヒント：図のように光源と検出器を配置すると、反射光の強さを測ることができる。

光源が出す光は偏光していないので、前に偏光板(小)を置けば、偏光を取り出すことができる。

周囲の光が、検出器に入ると誤差の原因となる。どの様にしたら光が入らないか、又は周りの光が入っても、求める信号を取り出せることができるか考えてみなさい。

