

#### 目的

実験スタンドの摩擦のある金属棒に長さ 51cm のプラスチック定規が立てかけてある。定規の下端はふつう床に接し、床か

らの垂直抗力と摩擦力で支えられている。ここでは支える ために必要な摩擦力の大きさを測定するため、定規を台

車に乗せ、台車を水平に支える力を測定する。

## 装置

カートセンサー (位置センサとカセンサ内

蔵)(GoDirect)、実験台、実験スタンド、51cm定規

### 実験内容

定規の下端が x+xo cm 金属棒から離れているとき、

定規が倒れないように下端を水平方向に押す力Fがいくらか実験する。

角度 $\theta$ は右図より $\cos\theta = ((x+x_0)/0.51)$ から求める。

# 実験方法

I.定規の重さを量る kg

2. 机の上に実験スタンドを置き、金属棒が端になる側で実験する。(xoを小さくして x の測定範囲を広げたい)

3. google chrome で https://graphicalanalysis.app/を立ち上げデータ収集を選び①、ワイヤレスを選択し②、自分のカ

ートセンサーをペリングして③、センサチャンネルを選び④、[カセンサ]にもチェックを入れ⑤完了する【右頁】

4.ソフトの画面左下のレートをクリックして、レートを 10 サンプル、収集終了を●手動にチェックする⑥【右頁】

5.ソフトの画面右下の力をクリックして、[逆]を ON にして[ゼロ化]を押す(カートに触れていないこと)⑦。【右頁】

6.カートを図の点々の位置までカートを押し込んでソフトの画面右下の位置をクリックして、[ゼロ化]を押す⑧。【右頁】

- 7. ソフトの画面上中央の[収集]を押してデータ取得を開始し、カートを押さえている手をゆっくり下げながら定規が水平に近づ
- き、あと 10cm で水平になるまで下がったら、再びソフトの[ストップ]を押してデータ収集を停止する⑨。【右頁】
- 8. 定規で図の  $x_o$ を測定する。 $x_o = m$  例 21cm=0.21m
- 9.ソフトの画面左上の[無タイトル]をクリックして[エクスポート]を選ぶ

10. [CSV]を選択して CSV を保存する⑩。これはダウンロードフォルダに csv-export.csv というファイル名で落ちる。

11.ソフトを閉じる。(カートセンサとのペアリングをきって他の人に譲る)















#### データ処理

I.空白の google スプレッドシートを開く

(エクセルだと項目名が文字化けする 65001:Unicode(UTF-8)。又は、単位から項目はわかるので書き直してもいい)

2.ファイルからインポートを選び①、アップロードを選びダウンロードフォルダにある csv-export を開く②。

(注意:ファイルが開くまで時間がかかるので待つ)

3.速度と加速度の列を消去する③。

4. 力の左側の列の1行目 C1 に(空いてなければ一列挿入する)項目名「角度[度]」を書き、2 行目 C2 は

↓イコールも半角英数字で打つ

=degrees(acos(( $\chi_{0}$ +B2)/0.51))

X<sub>0</sub>は実験方法8で測定した数値

B2 は図の  $oldsymbol{\chi}$  に相当する

degrees はラジアンの単位を°の単位に直す

acos は cos の逆関数で、斜辺と底辺の長さの比から角度を求められる(便利)

5.C2をC3以下にコピーする

6.C列とD列を選んで、挿入メニューからグラフを選んで、散布図にする。

7.スプレッドシートにファイル名(クラス氏名)をつけて教員に共有して、メール添付で教員に送信して提出する。

考察 角度 θ が小さくなると水平に支える力はどのようになるか。

参考

acos はエクセルや他のソフトでも同様に使える関数で、三角関数の逆関数である。asin、atan などもある。

数学的には通常 arccos (アークコサインと読む) などと書き a はその頭文字を取ったもの。他にも cos<sup>-1</sup> θとも書く。

ただし、三角関数の逆関数は多価関数なので acos なら0.5は60°か300°なので、0から180度まで表示、と決められている。

	のスプレード ☆ パレ 強重 表示 挿入 表示形式 データ 病現作成 ・ og 耐く Ctri+0 パンポート - コピーを作成 共有 ・ -	▲ ファイルをインボート マイドライブ 共有アイテム 共有ドラ・
13		または、さ
田 田 ファイ		ヘルプ
9 5 9	± ∰ ¶ 100% ▾   ¥ % -0 -0 123   ∃フォ	•   - 10 + B <i>I</i> ÷ <u>A</u>   ≷
G7 👻	јх А В С	D
1 データセ 2	ット1:時間(s) データセット1:位置 Y(m) データセット1速度 Y(mis) 0 0 0 0	データセット1:加速度 Y(m/s²) データセット1 0
3 4	0.1 0 0 0.2 0 0	0 -0.0128 2.27E-05 -0.00212
5	0.3 0 0 0.4 0 0	0.0002268994986 -0.00852 0.001418125172 0.00213
7 8	0.5 0 6.81E-05 0.6 0 0.0006126301984	0.00571033423 -0.00426 0.01522506599 -0.00852
9	0.7 0 0.002654736034 0.8 0.0002450495958 0.00707932334	0.02702776814 -0.00852 0.02639250726 0.0939
11 12	0.9 0.001470319927 0.01041479202 1 0.002940643579 0.008100400575	0.003044329365 0.520 -0.02276579229 0.74
	ファイル 編集 表示	挿入 表示形式
C2	✓ fx =degrees(c	acos((0.21+B2)/0
	A	В
1	データセット1:時間(s) デ-	
2	0	
3	0.1	
4	0.2	
5	0.3	
6	0.4	
	0.5	
E3	0.5 • jx	
E3	<ul> <li>0.5</li> <li>✓ βx</li> <li>A B</li> </ul>	C
E3	● 方 A B f-夕セット1:時間(s) データセット1:位置 (r	C n)角度
E3	<ul> <li>① 5</li> <li>▲</li> <li>▲</li> <li>B</li> <li>ボータセット1:時間(s)</li> <li>データセット1:位置(r</li> <li>0</li> <li>0.1</li> </ul>	C           n)         角度           0         65.68426083           0         65.68426083           0         65.68426083
E3 1 7 2 3 4	● 5 ● 5 ● 5 ● 5 ● 5 ● 5 ● 5 ● 5	C           角度           0         65.68426083           0         65.68426083           0         65.68426083           0         65.68426083
E3 1 <del>7</del> 2 3 4 5 0	05 × 倉 A B データセット1:時間(s) データセット1:位置 (r 0 0.1 0.2 0.3 5	c 角度 0 65.68426083 0 65.68426083 0 65.68426083 0 65.68426083 0 7- クヤット
E3 1 7 2 3 4 5 6 7	▲ B ボータセット1:時間(s) 0 0 0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5	c n) 角度 0 65.68426083 0 65.68426083 0 65.68426083 0 データセット 0 15



○ ドラノブのを検索 また	19 =	
C I DA DISEDORI AND		^
ライブ 最近使用したアイテム	アップロード	
	🔮 🖩 <	
	← → × ↑ ↓ > 5920-K >	<ul> <li>         グリンロードの検索     </li> </ul>
	整理。 新しいフォルダー	
	> 🌰 OneDrive - Perst 名前	更新日時
		2024/01/
	ファイルを(N): csv-export (3).csv	~ <u>カスタム ファイ</u> ル
参照		聞<(O)
ここにファイルをドラック	グしてください	



6.	0, .00, 123   デフオ ▼   - 10 +		
(.51)) $X_0$ は実験方法8で測定した値			
	C D		
′(m)	65.68426083 × データセット1:力 Y(N)		
0	=degrees(acos((0.21+B2)/0.51)) 0		
0	+ 新しい関数を追加 Ctrl+Alt+N : ⊗ 02		
0	-0.002128601074		
0	-0.008529663086		
0	0.002136230469		
0	-0.004264831543		