

Date of Lab 9/21

Date of Submission 9/28

Physics Laboratory Report

Title 斜面を降下する物体の運動

Author Class AP Name Ryoma Hayashi

Co-workers _____

Date	Summary	Teacher
9/28	斜面を降下する物体の運動と、等加速度運動についてのレポート。	Tohei 9-28

* レポートは、日本語あるいは英語で記載すること。 * この用紙をレポートの表紙として使うこと。
* 実験日から一週間目にあたる日までにレポートを提出すること。ただし、その後内容を付け加えて行っても良い。付け加えたときは、上に日付と内容を書くこと。

(2) 序

(2-1) 目的

斜面を降下する力学台車の運動を調べ、そこから等加速度運動及び重力加速度についてのデータを求め、考察する。また、スパークタイマーの使用法と計測の仕方に慣れる。

(2-2) 理論

スパークタイマー—小さな電気を発生させ、紙に印をつけることにより、速度を測る機械。

等加速度運動—物体が一直線上を一定の加速度で移動するような運動。

重力加速度—重力による物体の加速度。質量に関係なく均一。

加速度—物体の速度が時間によって加速する数値。(速度の変化量÷変化に要した時間)で求められる。

(3) 実験

(3-1) 使用器具、試薬

- ・スパークタイマー
- ・スパークタイマー用の紙
- ・カート
- ・おもり
- ・はかり
- ・レール
- ・のり
- ・はさみ
- ・巻尺
- ・グラフ用紙
- ・延長コード



(3-2) 実験方法

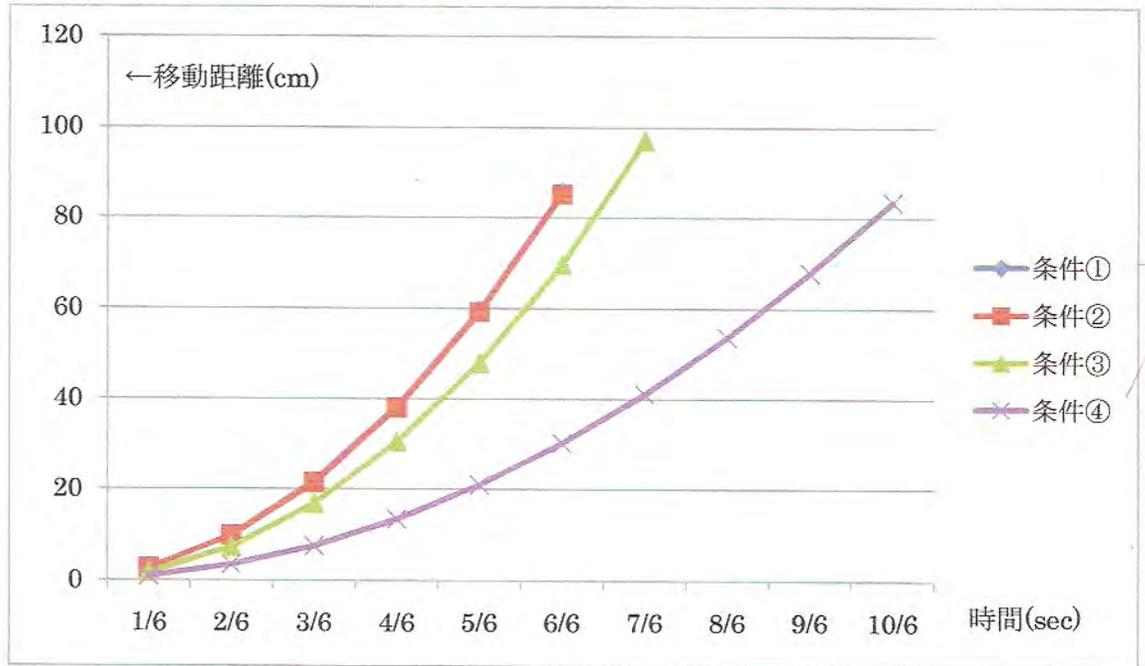
- (1) スパークタイマーの使用法を確認する。テープをセットし、手でスライドさせることで、テープに印が等間隔でつけられることを確認する。
- (2) レールを角度をつけて立たせ、頂上にあたる部分にスパークタイマーをセットする。この時、テープが坂のほうに向かって伸ばすことができるようにする。
- (3) カートをレールの頂上にセットする。カートにスパークタイマーのテープを挟む。
- (4) スパークタイマーのスイッチを入れ、カートを支えていた手を離す。カートはレール上を降下する。カートが下に到着したことを確認したら、スパークタイマーのスイッチを切る。

- (5) (2)~(4)の手順を、レールの角度やカートに乗っているおもりの数を変更して再度行う。
- (6) スパークタイマーのテープを五打点ごとに切り、グラフ用紙にはってグラフを作る。
- (7) 時間と移動距離の関係をグラフ化する。
- (8) 時間と速さの関係をグラフ化する。

(4) 実験結果

1. カートの重りを三つ (合計 1.290kg)、レールの角度を 10.12 度にした時 (条件①とする) のテープのグラフ (グラフ用紙一枚目のグラフ①を参照)
2. 重りをなし (合計 ^{0.535}535.0kg)、角度を 10.12 度にした時 (条件②とする) のテープのグラフ (グラフ用紙一枚目のグラフ②を参照)
3. 重りを三つ (合計 1.290kg)、角度を 8.141 度にした時 (条件③とする) のテープのグラフ (グラフ用紙二枚目のグラフ③を参照)
4. 重りを三つ (合計 1.290kg)、角度を 3.627 度にした時 (条件④とする) のテープのグラフ (グラフ用紙三枚目のグラフ④を参照)
5. 1. 2. 3. 4. の条件の時の時間と移動距離の関係のグラフ

おもりと重さ



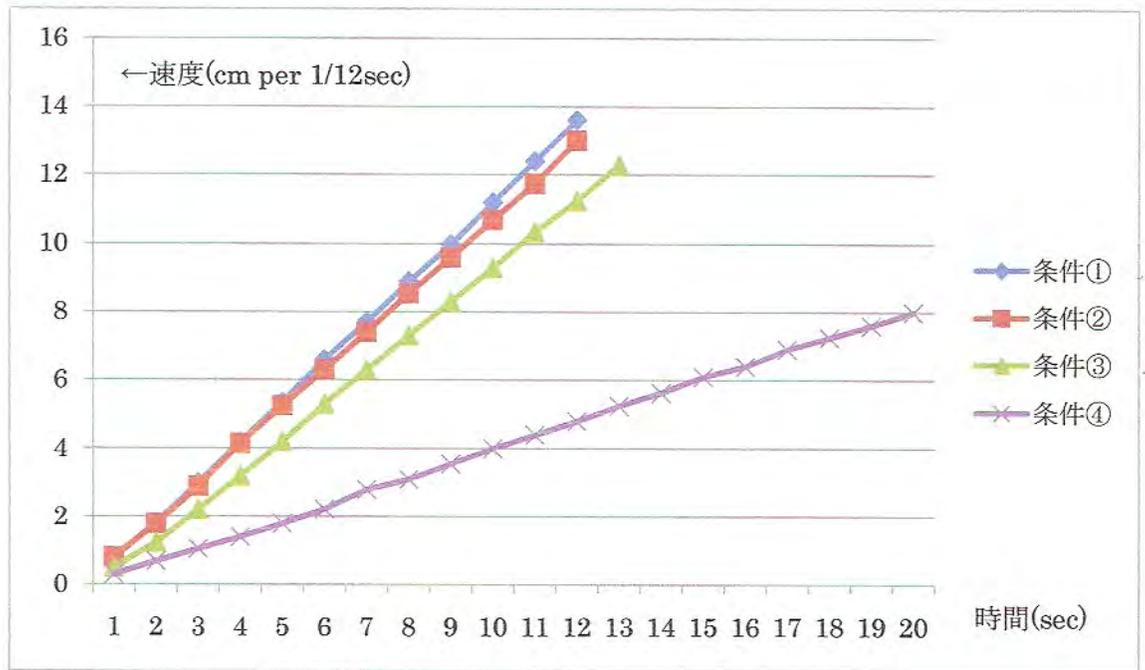
本文で見たりできるように直接条件を書いた方がいい。

図一 各条件の時間と移動距離のグラフ

縦軸の移動距離は、テープの長さを測って求めた。
テープが丁度よい所で切れなかったため、グラフ上の最高値にバラつきがある。

質量 角度
① 1.290 10.12
② 0.535 10.12
③ 1.290 8.141
④ 1.290 3.627

6. 1. 2. 3. 4. の条件の時の時間と速さの関係のグラフ



図二 各条件の時間と速度のグラフ
縦軸の速度は、テープの長さから求めた。

(6) 考察

- ・条件①、②、③、④の重さは、はかりを使って計測し、角度は巻尺でレールの高さと長さを計測し、sin を使って求めた。

- ・実験結果 1. 2. 3. 4. 及び 6. のグラフは、いずれも時間とカートの速度の関係を示したグラフである。これらのグラフの傾きを見てみると、傾きが常に一定で、グラフがほぼ直線に近い形になっていることがわかる。つまり、カートの一定時間ごとの速さの増加量が一定であるということになる。一定時間の間の速度の変化量を加速度と定義できるため、これらのカートの運動は一定の加速度を常に保っており、等加速度直線運動であるということがわかる。また、加速度を求める式は (速度の変化量 ÷ 変化に要した時間) で表され、このグラフでは縦軸 = y が速度、横軸 = x が時間であることを考えると、グラフの傾きが加速度を示していることがわかる。つまり、傾きが一定であるということは、加速度も一定であるとわかる。

また、条件ごとに見ていくと、カートが重く、かつ角度が大きい条件①が一番速度が速く、次に速いのがカートを軽くし、角度は同じである条件②、次がカートの重さが①と同じだが角度を小さくした条件③、そして一番遅いのがカートの重さが①と同じで角度を③よりも小さくした条件④である。このことから、カートが重いほど、また坂の角度が大きいほど、カートの速度が速くなると結論できる。ただし、条件①と②の速度にさほど差がないことから、カートの重さは速度にあ

より大きな違いをもたらさないとと言える。つまり、一般に、坂の角度が大きいほうがカートの速度が速い。

また、条件③の速度は常に条件①の速度の約 0.82 倍であり、条件④の速度は条件①の約 0.35 倍である。つまり、これらのグラフは比例しているということがわかる。

ちなみに、初速度は 0 である。これはカートを走らせる前からスパークタイマーのスイッチを入れていたため、カートを走らせた瞬間に印がつけられ、計測が開始したためである。

・実験結果 5. のグラフは、時間とカートの移動距離の関係を示したグラフである。レールには 110cm の目盛がついていたが、カート自体の長さが約 20.00cm あったため、実際の走行距離は 90cm ほどである。また、テープを五打ごとに切る際、ちょうどよい長さでテープを切れなかったため、条件により最高値に差が出ている。このグラフを見ると、二次曲線 ($y=ax^2$) のグラフに形が似ており、カートの移動距離が時間の二乗にほぼ比例する。これは加速度が一定であるため、速度が毎秒ごとに一定値上がり続けるためである。

また、速度の場合と同じく、坂の角度が大きいほうがカートの移動距離が長い。さらに、条件③の移動距離は条件①の約 0.82 倍で、条件④の移動距離は条件①の約 0.35 倍だった。これは速度の場合と同様であり、それぞれのグラフが比例していることがわかる。

・各条件の加速度は、先ほど述べたように (速度の変化量 ÷ 変化に要した時間) で求められる。計算すると、

$$\begin{aligned} \text{条件①の加速度} &= (13.60 - 0.7900) \div (12/12 - 1/12) = 13.97\text{cm}/(1/12\text{sec})^2 \\ &\quad 12 \text{ をかけて } 167.6\text{cm}/\text{sec}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{条件②の加速度} &= (13.00 - 0.8100) \div (12/12 - 1/12) = 13.30\text{cm}/(1/12\text{sec})^2 \\ &\quad 12 \text{ をかけて } 159.6\text{cm}/\text{sec}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{条件③の加速度} &= (11.25 - 0.5000) \div (12/12 - 1/12) = 11.73\text{cm}/(1/12\text{sec})^2 \\ &\quad 12 \text{ をかけて } 140.8\text{cm}/\text{sec}^2 \end{aligned}$$

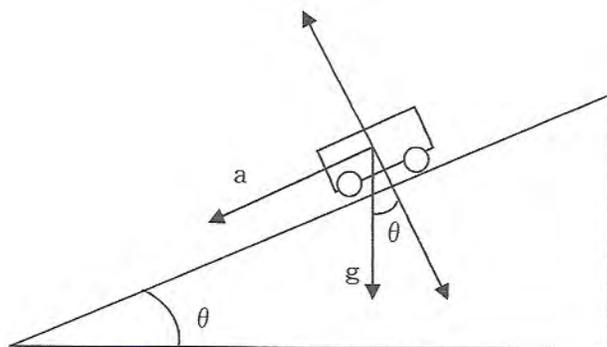
$$\begin{aligned} \text{条件④の加速度} &= (4.800 - 0.3000) \div (12/12 - 1/12) = 4.909\text{cm}/(1/12\text{sec})^2 \\ &\quad 12 \text{ をかけて } 58.91\text{cm}/\text{sec}^2 \end{aligned}$$

となる。等加速度運動なので、加速度は常に一定である。

・この加速度を利用し、重力加速度を求めることができる。

(図は次ページ)





図三 傾斜上のカートにおける力の働き方

上の図で、カートから地面に垂直に働いている二つの力については、レールが移動せず、カートが地面に垂直な方向へ移動しないことから、つりあっている。他の二つの力のうち、 a が加速度、 g が重力加速度である。

図から、 $g \sin \theta = a$ であることが分かるので、加速度と角度が分かっていたら重力加速度が求められる。

そこで、各条件について、 g を計算する。

条件① $g (\sin(10.12^\circ)) = 1.676 \text{m/sec}^2 \rightarrow g = 9.538 \text{m/sec}^2$

条件② $g (\sin(10.12^\circ)) = 1.596 \text{m/sec}^2 \rightarrow g = 9.083 \text{m/sec}^2$

条件③ $g (\sin(8.141^\circ)) = 1.408 \text{m/sec}^2 \rightarrow g = 9.943 \text{m/sec}^2$

条件④ $g (\sin(3.627^\circ)) = 0.5891 \text{m/sec}^2 \rightarrow g = 9.312 \text{m/sec}^2$

よって、各条件の結果を平均すると、 $g = 9.469 \text{m/sec}^2$ となり、重力加速度の定義 $g = 9.806 \text{m/sec}^2$ に非常に近い数値となった。これにより、おおよそではあるが、重力加速度を求めることができた。計測の際のミスや、スパークタイマーのテープを切ったりしたことにより、条件ごとにばらつきがあるが、平均としてはほぼ正確な結果が出た。

よい議論
である。
「正確な公表値」
の方が良い

(7) 結論

傾斜上でカートを走らせる場合、傾斜の角度が大きければ大きいほど、速度が上がり、また移動距離も伸びる。わずかな差ではあるが、カートがより重ければ、同じようにカートの速度と移動距離が伸びる。また、傾斜上のカートの運動は等加速度運動であると定義でき、速度と時間のグラフの傾きが加速度となる。さらに、そこから重力加速度を求めることも可能である。

(8) 感想

カートをレール上で走らせるのがとても楽しかった。また、スパークタイマーという今まで使ったことのない機材を利用できたり、重力加速度を図から求めたりなど、新しい発見の多い実験であった。個人的には、来年度の AP 物理でも是非行ってほしい実験のひとつである。

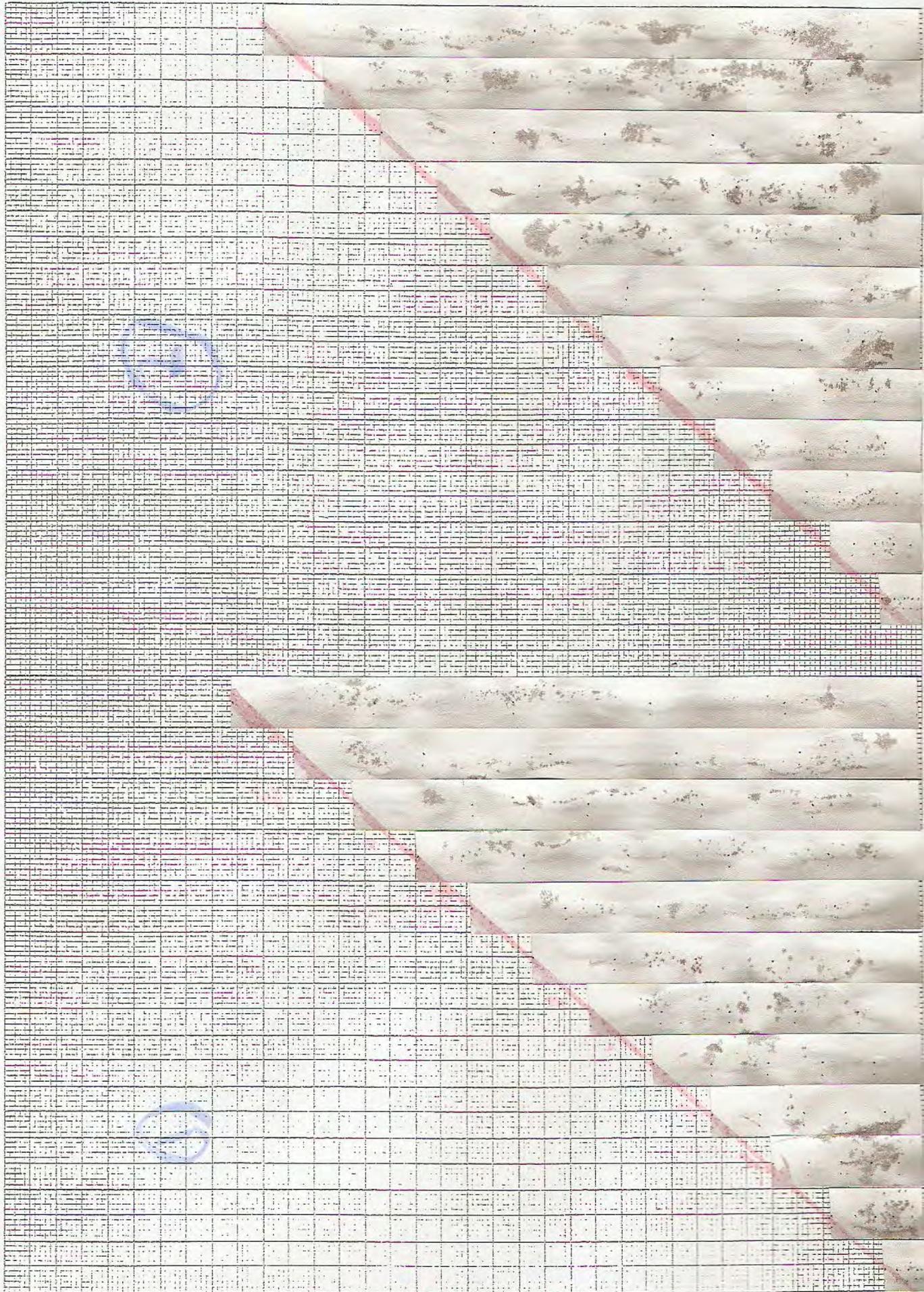
よいレポート 9-28-2010
である。 Tolu

0.53549

$\theta = 10.12^\circ$

1.0614

$\theta = 10.12^\circ$



$$1.0614 + 1 \left(\frac{0.53549}{1.0614} \right) \times \frac{1}{1.0614} \text{ or } \left(\frac{0.53549}{1.0614} \right)$$

0.53549

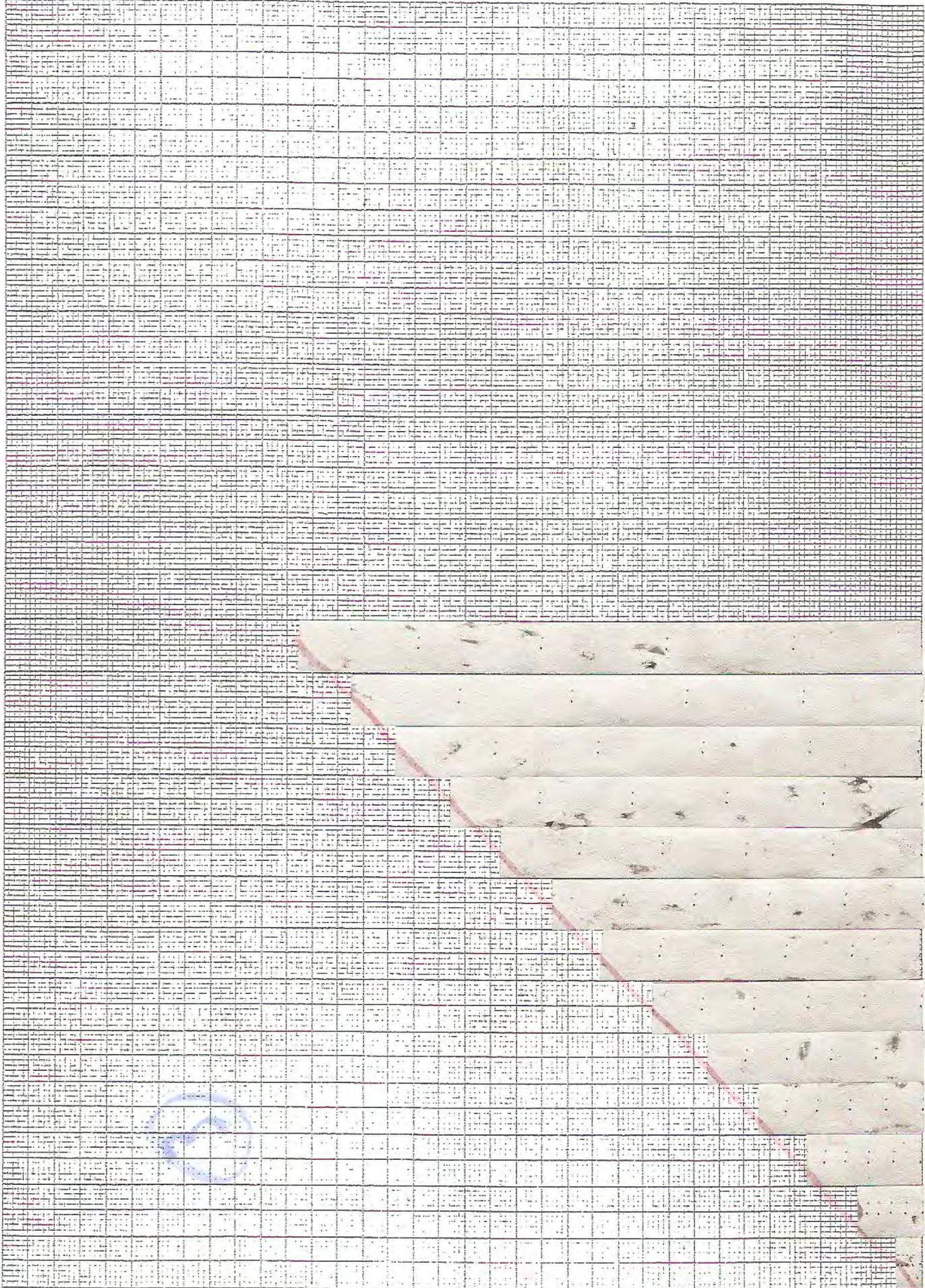
Science Kit
& Boreal
Laboratories
DIVISION OF SCIENCE KIT INC

Tonawanda, NY Santa Fe Springs, CA Mississauga, Ontario.

SQUARE 10 X 10 TO THE CENTIMETER

1.290 kg

$\theta = 8.14^\circ$



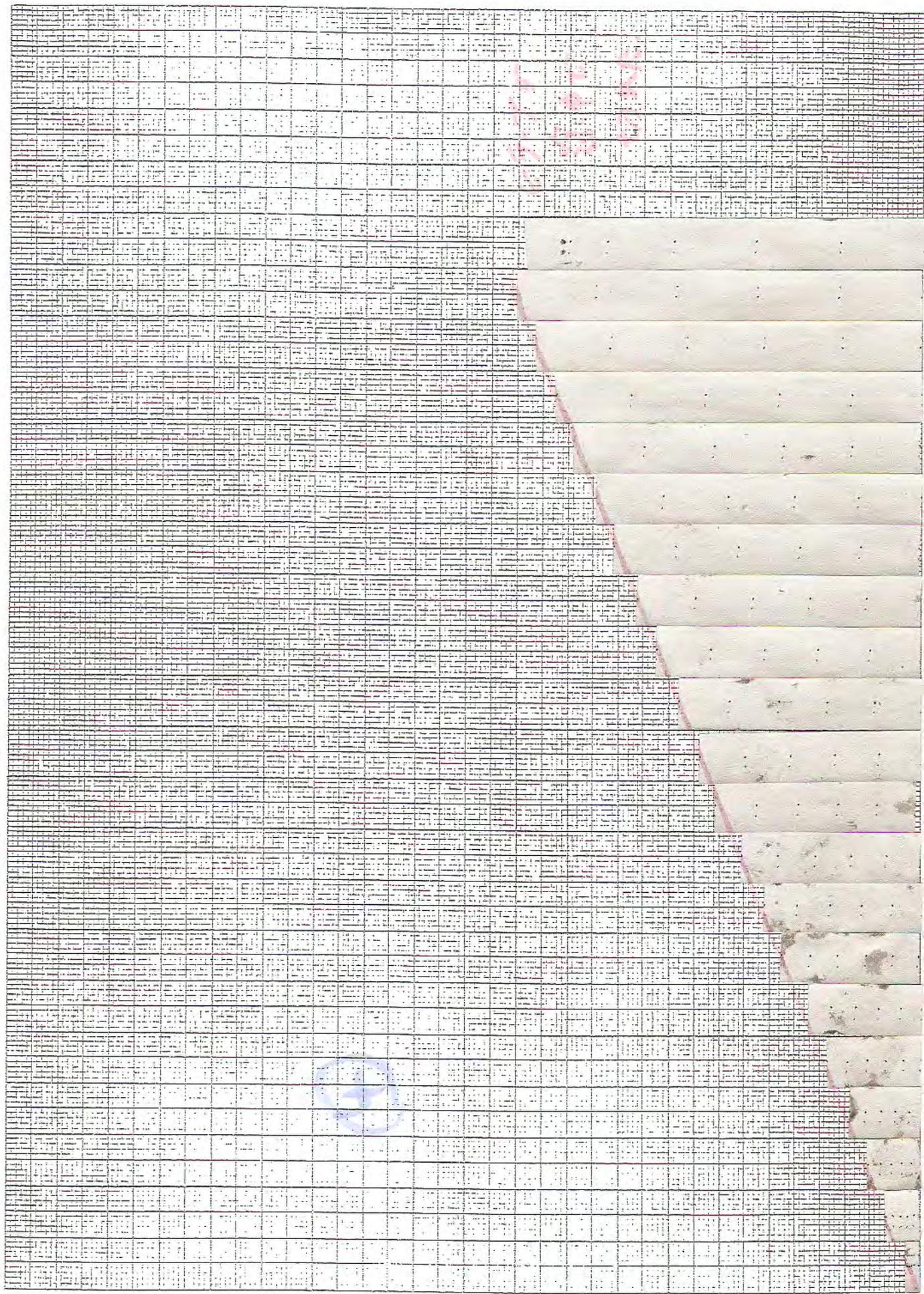
1.290 kg

1,290 kg
0-3,629

**Science Kit
& Boreal
Laboratories**
DIVISION OF SOURCE KIT, INC.

Tonawanda, NY Santa Fe Springs, CA Mississauga, Ontario

SQUARE 10 X 10 TO THE CENTIMETER



0
0
2
0
6
0
2
2
1