LABORATORIO DE FÍSICA

GRUPO N° 3	CURSO: K1027

PROFESOR: CRISTINA BELLOCQ

JTP: RENÉ SERGIO DUHAU

ATP: MARIANO ALONSO, VICTOR DE LUCA, FRANCISCO MEDINA

ASISTE LOS DÍAS: VIERNES

EN EL TURNO: MAÑANA

TRABAJO PRÁCTICO N°: 6

TÍTULO: MOA PÉNDULO

INTEGRANTES PRESENTES EL DÍA QUE SE REALIZÓ	
ADORNO ELIAS	PUNTA MÁXIMO
HERZKOVICH AGUSTÍN	STAMATI GAS
PALAZZESI TOMÁS	
PECEROS DIEGO	

	FECHAS	FIRMA Y ACLARACIÓN DEL DOCENTE
REALIZADO EL	15/09/2023	
CORREGIDO	22/9	Blanco
APROBADO	22/9	Blanco

INDICACIONES PARA LAS CORRECCIONES:

22/9 Buen trabajo, corregir el gráfico, Indicar lugar de medición de ymax ymin.

Objetivos

El objetivo de esta práctica fue calcular la aceleración de la gravedad a través del movimiento oscilatorio armónico de un péndulo, ensayando diferentes longitudes de soga con la misma masa en su extremo, y cronometrando los períodos de oscilación. Como objetivo adicional, nos proponemos comprender de qué depende el período de oscilación del péndulo en esta práctica.

OK

Introducción Teórica

Para llevar a cabo esta práctica utilizamos todos los conocimientos adquiridos en prácticas previas acerca de los siguientes temas:

- Mediciones.
- Dinámica.
- Movimiento Oscilatorio Armónico.

El único concepto nuevo que vamos a introducir para esta práctica es el de péndulo.

OK

Péndulo

En el contexto de la física, un péndulo es un dispositivo conformado por una masa suspendida de un punto fijo por medio de un hilo, una varilla o cualquier otro tipo de cuerda o barra. Se utiliza para estudiar conceptos como el MOA y la dinámica de sistemas oscilantes.

Los componentes de un péndulo son:

- Masa (suspendida en su extremo).
- Longitud (distancia desde el punto de suspensión al centro de masa).
- Punto de suspensión (punto fijo del cual cuelga el péndulo).
- Ángulo inicial (ángulo que forma respecto de la vertical, desde el cual se suelta el péndulo).

El comportamiento de un péndulo se rige por lo siguiente:

- MOA
- Período
- Frecuencia
- Amplitud (distancia máxima que la masa del péndulo se aleja del punto de equilibrio).

Materiales Utilizados

OK

- Regla milimetrada (1 mm de apreciación)
- Soporte
- Hilo de masa despreciable
- Masa

- Cronómetro

Desarrollo

1) Lo primero que hicimos fue plantear un diagrama de cuerpo libre del cuerpo que se encontraba atado al extremo del hilo. Sobre dicho cuerpo, en la dirección del movimiento, la única fuerza que actúa es la fuerza peso, en su descomposición. Aplicando la 2° ley de Newton, se obtiene la siguiente ecuación:

$$\left[-m \cdot g \cdot \operatorname{sen} \alpha = m \cdot \frac{d^2 S}{dt^2} \right]$$

m: masa
g: aceleración de gravedad
α: ángulo inicial
S: desplazamiento
t: tiempo

Quedando una ecuación diferencial de segundo orden, en la que una posible solución es la siguiente:

$$S(t) = \operatorname{sen}(\omega \cdot t)$$

Al derivarla dos veces:

$$\left[S''(t) = -\omega^2 \cdot \operatorname{sen}(\omega \cdot t) \right]$$

se obtiene la siguiente incompatibilidad:

$$-g \cdot \operatorname{sen} \alpha = -\omega^2$$

Esta incompatibilidad se salva haciendo que α sea muy pequeño, para que sen α sea igual a α en radianes, de modo tal que:

$$\operatorname{sen} \alpha = \alpha \quad \wedge \quad \alpha = \frac{S}{L}$$

S: desplazamiento
L: longitud

Entonces:

$$g \cdot \operatorname{sen} \alpha = g \cdot \alpha = g \cdot \frac{S}{L}$$

OK

$$-g \cdot \frac{S}{L} = \frac{d^2 S}{dt^2}$$

$$\Rightarrow \; -\frac{g}{L} = -\omega^2$$

$$\frac{g}{L} = \omega^2$$

$$\frac{g}{L} = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$$

Grupo 3

2/5

$$\left[T^2 = \frac{4\pi^2}{g} \cdot L \right]$$ Ecuación del período cuadrado

OK

2) Medimos con la regla 4 longitudes de hilo diferentes para ensayar los movimientos oscilatorios armónicos.

3) Colgamos el hilo con la masa del soporte, y a ojo, seleccionamos un ángulo pequeño del cual soltar el péndulo para lograr que éste comience a oscilar.

4) Con un cronómetro, medimos el tiempo que tardaba el péndulo en concretar 10 oscilaciones. Hicimos varias pruebas con varios cronómetros para lograr un tiempo más preciso.

5) Colocamos en un cuadro los datos que obtuvimos, y/o calculamos:
- L_o: Valor representativo de la longitud del hilo.
- ΔL: Error absoluto de la longitud del hilo, tomamos 3mm por el error al momento de ubicar con precisión el centro de masa en el extremo del hilo, el error del extremo del soporte, y el de la regla.
- t_o: Valor representativo del tiempo medido.
- Δt: Error absoluto del tiempo medido, por el error humano.
- n: cantidad de oscilaciones (10).
- T_o: Valor representativo del período ($T_o = t_o/n$).
- ΔT: Error absoluto del período ($\Delta T = \Delta t/n$).
- T_o^2: Valor representativo del cuadrado del período.
- ΔT^2: Error absoluto del cuadrado del período, obtenido al propagar errores ($\Delta T^2 = 2 \cdot T_o \cdot \Delta T$)

6) Seleccionamos la escala para graficar la recta, con la siguiente ecuación:

$$\left[Esc\ x = \frac{\text{Longitud max [m]}}{\text{espacio en hoja [cm]}} \right] \quad \left[Esc\ y = \frac{\text{Período}^2 \text{ max [seg}^2]}{\text{espacio en hoja [cm]}} \right]$$

7) Al igual que la práctica anterior, calculamos las pendientes máxima y mínima de las rectas límites dentro del intervalo de indeterminación con infinitas rectas:

$$\left[P_{max} = \frac{\Delta y_{max} \cdot Esc\,Y}{\Delta x \cdot Esc\,X} \right] \quad \left[P_{min} = \frac{\Delta y_{min} \cdot Esc\,Y}{\Delta x \cdot Esc\,X} \right]$$

8) Calculamos la aceleración de la gravedad, máxima y mínima:

$$\left[g_{max} = \frac{4\pi^2}{P_{min}} \right] \quad \left[g_{min} = \frac{4\pi^2}{P_{max}} \right]$$

OK

9) Informamos el valor representativo de g y su error absoluto:

$$\left[g_0 = \frac{g_{max} + g_{min}}{2} \right] \qquad \left[\Delta g = \frac{g_{max} - g_{min}}{2} \right]$$

$$\left[g = g_0 \pm \Delta g \right]$$

10) Realizamos la recta correspondiente.

11) Graficamos la aceleración de la gravedad en una recta y comprobamos que el valor de la RAGA de Buenos Aires medido con gran precisión caiga dentro de nuestro intervalo. Para dicha recta, también fue necesario establecer una escala.

OK

Resultados y Análisis

Mediciones de longitudes

$$\left[L_{01} = 0,567\,m \right]$$

$$\left[L_{02} = 0,432\,m \right]$$

$$\left[L_{03} = 0,221\,m \right]$$

$$\left[L_{04} = 0,136\,m \right]$$

Mediciones de tiempos

$$\left[t_{01} = 13,16\ seg \right]$$

$$\left[t_{02} = 11,4\ seg \right]$$

$$\left[t_{03} = 8,2\ seg \right]$$

$$\left[t_{04} = 6,52\ seg \right]$$

Cálculos de períodos

$$\left[T_{01} = \frac{t_{01}}{n} = \frac{13,16\ seg}{10} = 1,316\ seg \right]$$

$$\left[T_{02} = \frac{t_{02}}{n} = \frac{11,4\ seg}{10} = 1,14\ seg \right]$$

$$\left[T_{03} = \frac{t_{03}}{n} = \frac{8,2\ seg}{10} = 0,82\ seg \right]$$

$$\left[T_{04} = \frac{t_{04}}{n} = \frac{6,52\ seg}{10} = 0,652\ seg \right]$$

GrupO 3

3/5

[$T_{01}^2 = 1,731856\ seg^2$]

[$T_{02}^2 = 1,2996\ seg^2$]

[$T_{03}^2 = 0,6724\ seg^2$]

[$T_{04}^2 = 0,425104\ seg^2$]

[$\Delta T_1^2 = 2 \cdot T_{01} \cdot \Delta T = 2 \cdot 1,316\ seg \cdot 0,04\ seg = 0,10528\ seg^2$]

[$\Delta T_2^2 = 2 \cdot T_{02} \cdot \Delta T = 2 \cdot 1,14\ seg \cdot 0,04\ seg = 0,0912\ seg^2$]

[$\Delta T_3^2 = 2 \cdot T_{03} \cdot \Delta T = 2 \cdot 0,82\ seg \cdot 0,04\ seg = 0,0656\ seg^2$]

[$\Delta T_4^2 = 2 \cdot T_{04} \cdot \Delta T = 2 \cdot 0,652\ seg \cdot 0,04\ seg = 0,05216\ seg^2$]

Cuadro de datos

OK

L_o	ΔL	t_o	Δt	n	T_o	ΔT	T_o^2	ΔT^2
0,567 m	0,003 m	13,16 seg	0,4 seg	10	1,316 seg	0,04 seg	1,7 seg²	0,1 seg²
0,432 m	0,003 m	11,4 seg	0,4 seg	10	1,14 seg	0,04 seg	1,3 seg²	0,09 seg²
0,221 m	0,003 m	8,2 seg	0,4 seg	10	0,82 seg	0,04 seg	0,67 seg²	0,07 seg²
0,136 m	0,003 m	6,52 seg	0,4 seg	10	0,652 seg	0,04 seg	0,43 seg²	0,05 seg²

Selección de escalas 1

OK

$Esc\,x = \frac{longitud\ max}{espacio}$

$Esc\,x = \frac{0,567\,m}{22\,cm}$

[$Esc\,x = \frac{0,05\,m}{cm}$]

Estandarizado en 1-2-5

$Esc\,y = \frac{periodo^2\ max}{espacio}$

$Esc\,y = \frac{1,7\ seg^2}{13\,cm}$

[$Esc\,y = \frac{0,2\ seg^2}{cm}$]

Estandarizado en 1-2-5

Cálculo de pendientes

[$P_{max} = \frac{\Delta y_{max} \cdot Esc\,y}{\Delta x \cdot Esc\,x} = \frac{9\,cm \cdot \frac{0,2\,seg^2}{cm}}{11,25\,cm \cdot \frac{0,05\,m}{cm}} = 3,2\ \frac{seg^2}{m}$]

OK

[$P_{min} = \frac{\Delta y_{min} \cdot Esc\,y}{\Delta x \cdot Esc\,x} = \frac{8\,cm \cdot \frac{0,2\,seg^2}{cm}}{11,25\,cm \cdot \frac{0,05\,m}{cm}} = 2,8444\ \frac{seg^2}{m}$]

$$P_0 = \frac{P_{max} + P_{min}}{2} = \frac{3,2\ seg^2/m + 2,8444\ seg^2/m}{2} = 3,0222\ \frac{seg^2}{m}$$

$$\Delta P = \frac{P_{max} - P_{min}}{2} = \frac{3,2\ seg^2/m - 2,8444\ seg^2/m}{2} = 0,1778\ \frac{seg^2}{m}$$

$$P = P_0 \pm \Delta P = (3,0222 \pm 0,1778)\ \frac{seg^2}{m} = (3,0 \pm 0,2)\ \frac{seg^2}{m}$$

Cálculos de gravedades

$$g_{max} = \frac{4\pi^2}{P_{min}} = \frac{4\pi^2}{2,8444\ \frac{seg^2}{m}} = 13,8793\ \frac{m}{seg^2}$$

$$g_{min} = \frac{4\pi^2}{P_{max}} = \frac{4\pi^2}{3,2\ \frac{seg^2}{m}} = 12,3370\ \frac{m}{seg^2}$$

$$g_0 = \frac{g_{max} + g_{min}}{2} = \frac{13,8793\ m/seg^2 + 12,3370\ m/seg^2}{2} = 13,10815\ \frac{m}{seg^2}$$

$$\Delta g = \frac{g_{max} - g_{min}}{2} = \frac{13,8793\ m/seg^2 - 12,3370\ m/seg^2}{2} = 0,77115\ \frac{m}{seg^2}$$

$$g = g_0 \pm \Delta g = (13,10815 \pm 0,77115)\ \frac{m}{seg^2} = (13,1 \pm 0,8)\ \frac{m}{seg^2}$$

OK

Selección de escalas 2

$$Esc = \frac{\text{Rango } (g_{max} - g_{min})}{\text{espacio en hoja}}$$

Gravedad mínima (RAGA): $9,8\ \frac{m}{seg^2}$

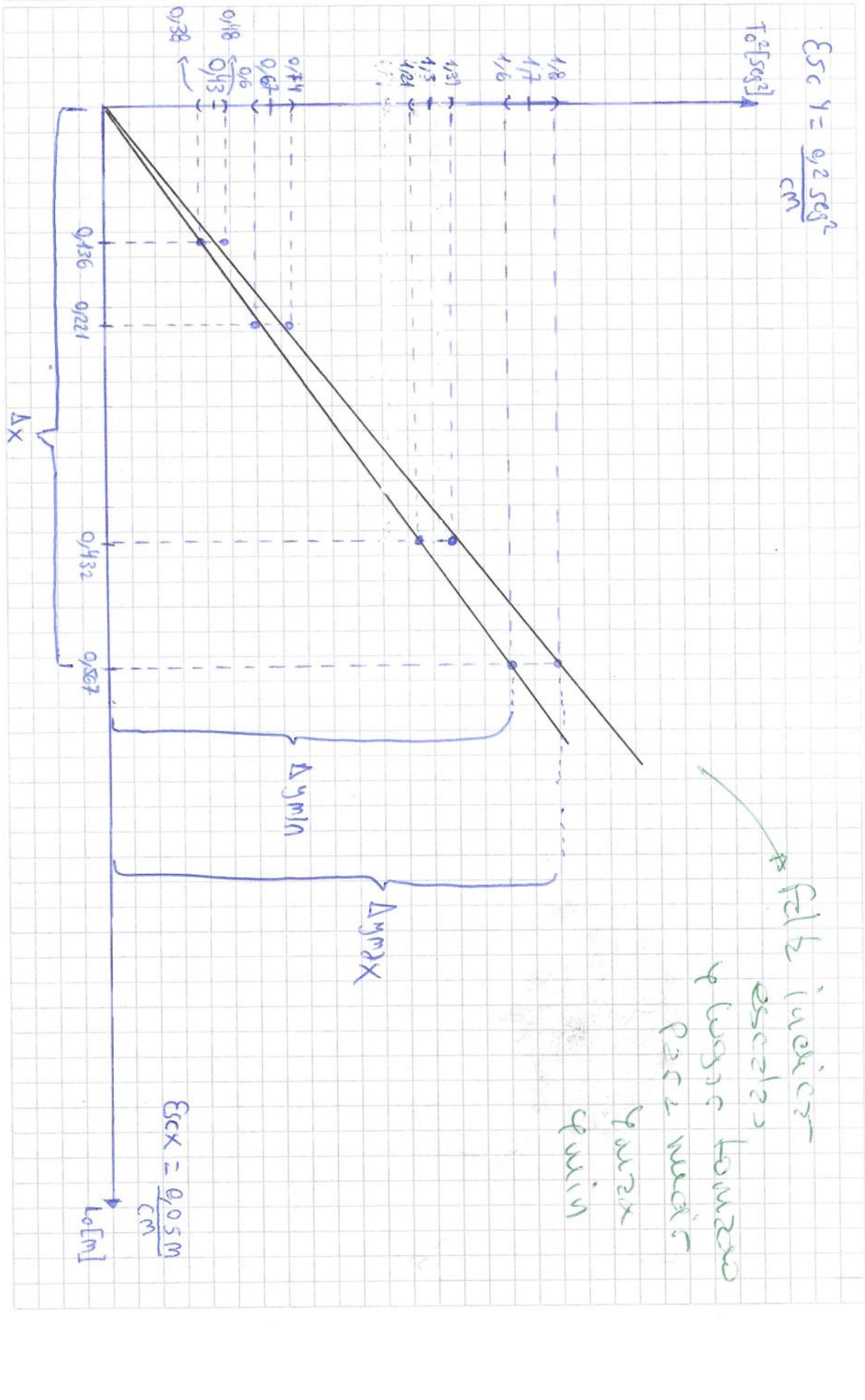
$$Esc = \frac{[(13,1 + 0,8) - 9,8]\ m/seg^2}{24,5\ cm}$$

$$Esc = \frac{0,2\ m/seg^2}{cm}$$

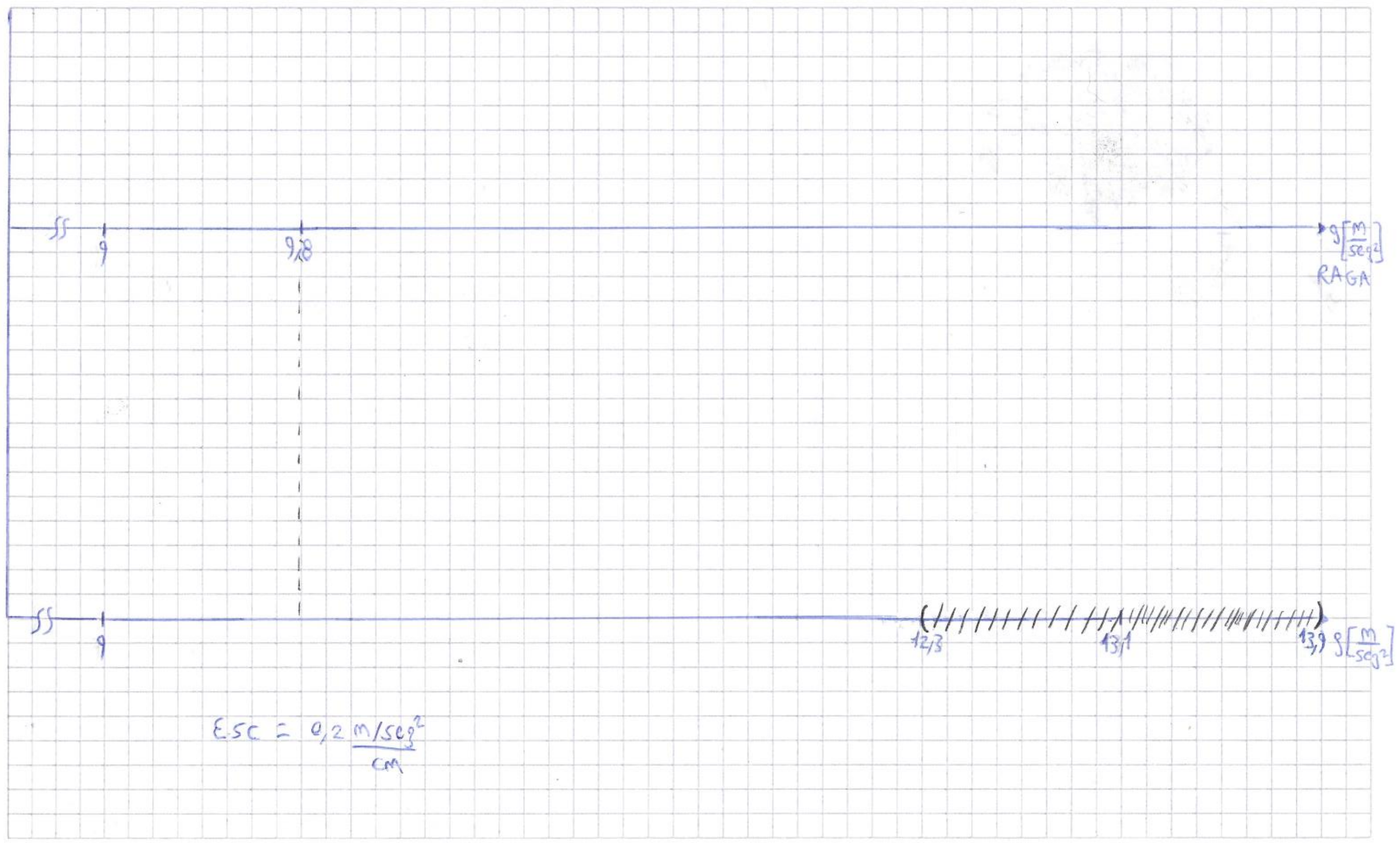
Estandarizado en 1-2-5

Grupo 3

4/5



Esc y = 0,2 seg²/cm
T0²[seg²]
1,8
1,7
1,6
1,37
1,3
1,24
0,74
0,67
0,6
0,43
0,18
0,38
0,136
0,221
0,432
0,587
Δx
Δymin
Δymax
Esc x = 0,05 m/cm
L0[m]
* falta indicar escala y luego tomar para ymax ymin



9
9,8
g [m/seg²]
RAGA
9
12,3
13,1
13,9
g [m/seg²]
Esc = 0,2 m/seg² / cm

Éxito

Grupo 3

5/5

Conclusiones

En este trabajo se logró identificar que, a partir de un experimento simple de MOA en el cual se utiliza un péndulo, se es capaz de obtener un valor preciso del módulo de la aceleración de la gravedad en la ubicación y el instante donde se realice. En nuestro caso, no fuimos capaces, a través de los cálculos, y el gráfico correspondiente, de aproximarnos al valor real de la RAGA. Tal vez por algún error en las mediciones (desconocemos el por qué).

Gracias al concepto de MOA en un péndulo, pudimos comprender la relación que existe entre el período de oscilación y la longitud del hilo con el que se trabaje. Logramos calcular la gravedad aplicando todos los conceptos aprendidos, ya sea que el resultado sea correcto o no, y pudimos realizar ambos gráficos, el de las rectas de pendiente máxima y mínima, y el comparativo entre la gravedad calculada y el de la Red Argentina de Gravedad Absoluta.

Aclaración: Al ser tan pequeño el error absoluto de la masa, dicho intervalo de indeterminación no fue graficado, quedando únicamente rectas verticales.

OK

Comienza la práctica

Medición de longitudes

$L_{01} = 0{,}567\,m$

$L_{02} = 0{,}432\,m$

$L_{03} = 0{,}221\,m$

$L_{04} = 0{,}136\,m$

15 - 8

Medición de tiempos

$t_1 = 13{,}16$ seg

$t_2 = 11{,}4$ seg

$t_{03} = 8{,}2$ seg

$t_{04} = 6{,}52$ seg

Cálculos de periodos

$T_{01} = \frac{t_{01}}{n} = \frac{13{,}16\ seg}{10} = 1{,}316\ seg$

$T_{02} = \frac{t_{02}}{n} = \frac{11{,}4\ seg}{10} = 1{,}14\ seg$

$T_{03} = \frac{t_{03}}{n} = \frac{8{,}2\ seg}{10} = 0{,}82\ seg$

$T_{04} = \frac{t_{04}}{n} = \frac{6{,}52\ seg}{10} = 0{,}652\ seg$

$T_{01}^2 = 1{,}731856\ seg^2$

$T_{02}^2 = 1{,}2996\ seg^2$

$T_{03}^2 = 0{,}6724\ seg^2$

$T_{04}^2 = 0{,}425104\ seg^2$