- ***Introducción:***

El objetivo de esta experiencia es determinar la 2° ley de Newton, según la cual la fuerza constante que actúa sobre un cuerpo es igual a su masa por la aceleración del mismo.

- ***Procedimiento:***

Se prepara el carril de la siguiente manera:

Sensor 1 Sensor 2

Móvil

Polea

Carril de aire Cuerda

Cronómetro

Masa colgante

Luego de variadas mediciones de masa y tiempo se puede calcular la velocidad y luego la aceleración del móvil. Una vez realizadas estas mediciones estamos en condiciones de calcular la fuerza aplicada sobre el sistema debida a la atracción gravitatoria sobre la masa colgante.

- ***Material utilizado:***

  - Cronómetro con disparo de barrera infrarroja y barrera accesoria;
  - Carril de aire con un móvil;
  - Polea, soporte especial;
  - Soporte universal con grampas de mesa;
  - Pesos cajas de pesas accesorias;
  - Balanza.

- ***Desarrollo de la experiencia:***

  - Instalamos el carril de aire y lo nivelamos cuidadosamente, de forma tal que el móvil se detenga en el carril sin desplazamientos.
  - Medimos la longitud del móvil (L=10 Cm.).
  - Montamos el gancho en el agujero inferior del frente vertical del móvil. Para contrarrestar el peso, agregamos una pieza similar en el borde opuesto.

  - Agregamos 60g. de masa al móvil (con masas de 10 y 20g.) en forma simétrica.
  - Colocamos 5g. en el soporte colgante (que se agrega a la propia masa del colgante, medida con anterioridad al igual que el resto del equipamiento). Llamamos ma a la masa colgante más la masa agregada.
  - Colocamos el cronómetro en modo gate.
  - Elegimos un punto inicial Xo, próximo al extremo del carril y lo recordamos para ubicar allí el móvil al principio de cada experiencia.
  - Pulsamos el botón RESET.
  - Mantenemos el móvil en Xo y luego lo dejamos ir. Tomamos nota de los tiempos (T1 y T2) por los

cuales pasa por ambos sensores, repitiendo la experiencia 3 veces.

- En el modo pulse dejamos partir el móvil de Xo y tomamos el tiempo (T3), también en 3 oportunidades.
- Rehacemos la misma experiencia cambiando las masas del colgante pero manteniendo la suma de la masa colgante y del móvil constante.

- ***Diagramas de cuerpo libre:***

Móvil: **Colgante:**

N T

T

Pm Pc

- ***Fórmulas y constantes utilizadas en los cálculos:***

V1 = L ð ðV1 = ðL + L . ðT1

T1 T1 T12

V2 = L ð ðV2 = ðL + L . ðT2

T2 T2 T22

a = V2−V1 ð ða = ðV2 + ðV1 + (V2−V1) . ðT3

T3 T3 T3 T32

F = m . a ð ðF = m . ða + a . ðm

ðL = 0.1cm (por error mínimo de medición en la regla milimetrada)

ðm = 0.1g (por error mínimo de medición en la balanza)

g = 9.8m/s2 (aceleración de la gravedad)

- ***Datos y cálculos (para m+ma=CTE):***

m	ma	T1	T1prom.	T2	T2prom.	T3	T3prom.	V1	V2	am	Fe
190.1+	5.2+	0.333	0.332	0.142	0.141	1.301	1.302	0.3	0.71	0.31	0.07
60.4=	5.1=	0.332		0.141		1.304					
250.3	10.3	0.332		0.141		1.301					
190.1+	5.2+	0.191	0.189	0.081	0.081	0.748	0.748	0.53	1.23	0.9	0.2
40.2=	25.2=	0.189		0.081		0.748					
230.3	30.4	0.189		0.081		0.747					
190.1+	5.2+	0.147	0.146	0.063	0.063	0.578	0.578	0.68	1.59	1.6	0.34
20.2=	45.2=	0.146		0.063		0.577					
210.3	50.4	0.147		0.063		0.579					

- **Unidades:**

[m]=g.

[ma]=g.

[T1]=Seg.

[T2]=Seg.

[T3]=Seg.

[V1]=m/s

[V2]=m/s

[am]=m/s2

[Fa]=N

- Masa propia del móvil: 190.1g.
- Masa del portahilo: 5.2g.
- Pesas: 20.1g. , 10.1g. , y 5.1 g. Por lo tanto ðm=0.1g.
- En el error de medición del tiempo se toma el máximo de las dos opciones siguientes:
- Por instrucciones del cronómetro ðt=t=0.001s
- Tmax − Tmin

2

- ***Datos y cálculos (para ma=CTE)***

  - Realizamos ahora la experiencia manteniendo ma constante y variando m, agregándole o quitándole masa. Tomamos nuevamente los tiempos T1, T2 y T3, tres veces cada uno:

m	ma	T1	T1prom.	T2	T2prom.	T3	T3prom.	V1	V2	am	Fa
20.1+	20.1+	0.198	0.198	0.085	0.084	0.782	0.7813	0.5	1.18	0.87	0.022
190.1=	5.2=	0.198		0.084		0.782					
210.2	25.3	0.198		0.084		0.78					
40.2+	20.1+	0.207	0.207	0.087	0.087	0.811	0.8113	0.48	1.14	0.813	0.02
190.1=	5.2=	0.207		0.087		0.812					
230.3	25.3	0.206		0.088		0.811					
60.3+	20.1+	0.214	0.214	0.091	0.09	0.846	0.8443	0.47	1.1	0.746	0.018
190.1=	5.2=	0.214		0.09		0.843					
250.4	25.3	0.214		0.091		0.844					

  - **Unidades:**

[m]=g.

[ma]=g.

[T1]=Seg.

[T2]=Seg.

[T3]=Seg.

[V1]=m/s

[V2]=m/s

[am]=m/s2

[Fa]=N

- ***Cuadro de mediciones de error para el primer cuadro :***

	V1	V2	am	Fa
Caso 1	0.004	0.013	0.013	0.003
Caso 2	0.008	0.028	0.049	0.011
Caso 3	0.011	0.041	0.004	0.001

- **Unidades:**

[V1]=m/s

[V2]= m/s

[am]= m/s2

[Fa]=N

- ***Cuadro de mediciones de error para el segundo cuadro:***

	V1	V2	am	Fa
Caso 1	0.004	0.013	0.013	0.003
Caso 2	0.008	0.028	0.049	0.011
Caso 3	0.011	0.041	0.004	0.001

Unidades:

[V1]=m/s

[V2]= m/s

[am]= m/s2

[Fa]=N

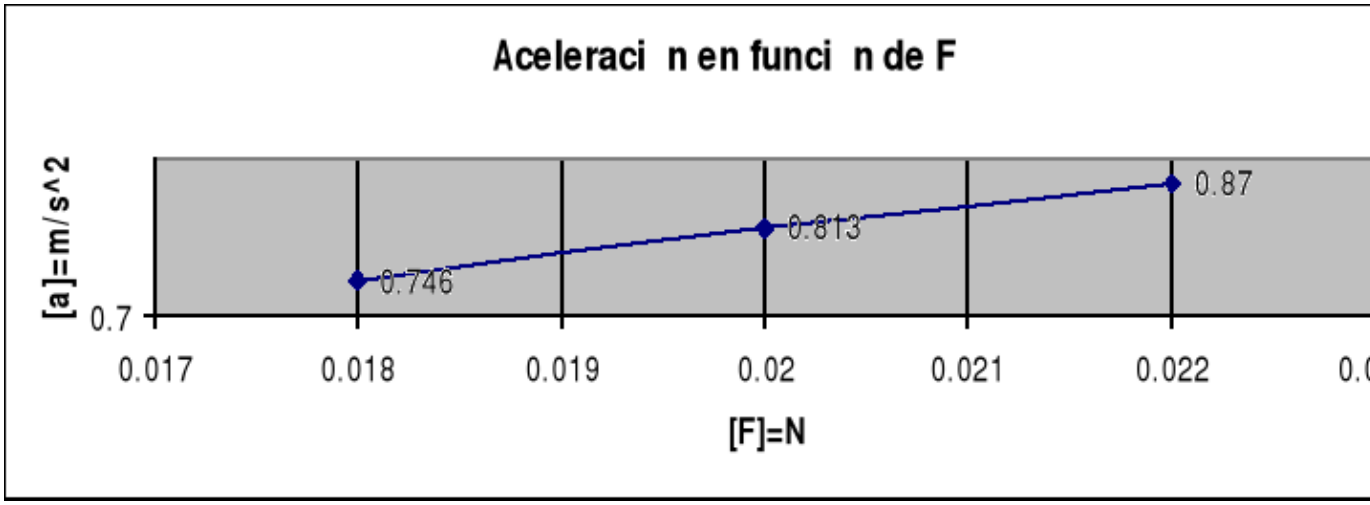
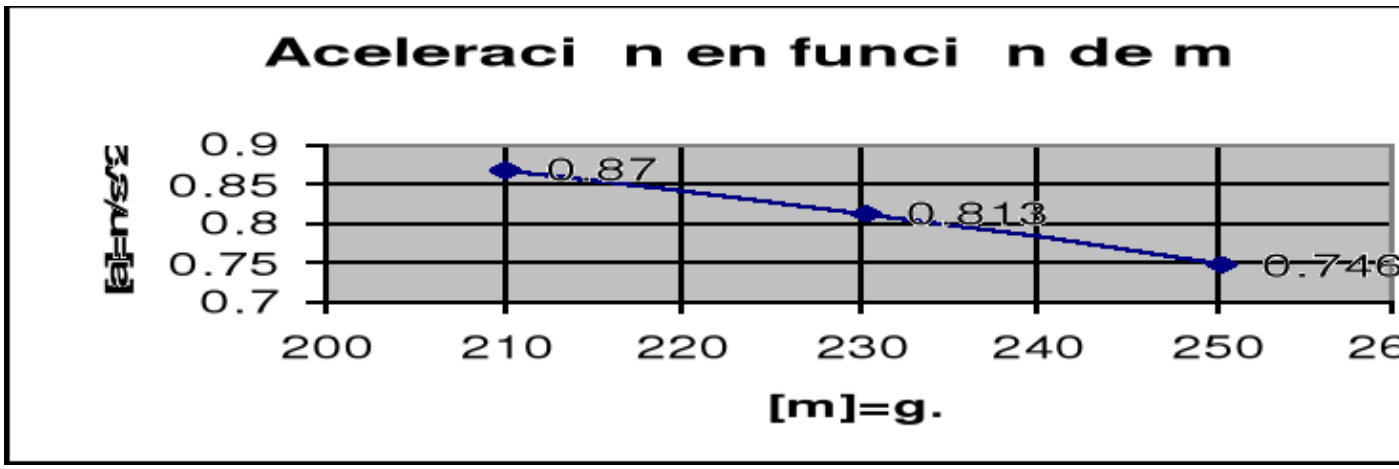


Gráfico de aceleración en función de la fuerza (cuadro1):

- ***Gráfico de la aceleración en función de la masa del móvil (cuadro 2):***



- ***Cuestionario:***

  - **a)¿Qué efectos produce el carril de aire desnivelado ð grados? b)¿Cuál es el ángulo ð mínimo que debería haber para que afecte la medición de la aceleración?**

a)

En el caso de que el carril este desnivelado tendríamos un incremento en la aceleración de valor (g . sen ð)

aT = a + g . sen ð para ð = 0 aT = a

b)

La aceleración medida es del orden de 10 −1 m/s 2 para que el incremento de aceleración producido por el ángulo ð sea despreciable, debe ser:

g . sen ð ð 10 −3 ð ð = 0,006ð = 0° 0' 21,6

  - **Las medidas directas que se obtienen en esta practica son: la masa y el tiempo.¿Qué instrumento mejoraría, el cronometro o la balanza?**

El error absoluto es propagado cuando se realizan operaciones matemáticas entre magnitudes:

Error de (a ± b) = ð (a + b) = ða + ðb

Error de a /b = ða + ðb

a = V2 − V1

T3

F = m . a = m . V2 − V1

T3 ð ðV = ðV1 ð ðV2 , ðV ð ðL1 ð ðL2 ð

ðð1 ðT2

ð ðð = ðT1 + ðð2 + ðT3

Por otro lado, ðm no se propaga.

Como la velocidad es función del tiempo, y el error que en esta obtenemos es mas propagado que el de la masa, llegamos a la conclusión de que mejoraríamos el Cronometro.

- **a)¿Qué error se introduce cuando uno utiliza la velocidad media como instantánea? b)¿En que punto de la bandera estamos midiendo la velocidad?**

a)

En nuestro caso, que a = constante utilizar Velocidad media (VM) o Velocidad instantánea (VI) es igual el problema estaría dado si la aceleración no fuese constante.

V en un punto A es:

VM = ðx = xf − xi VI = Lim ðx = Lim VM = dx

ðt tf − ti ðt0 ðt ðt0 dt

A medida que se hace tender a cero ðt, ðx también tiende a cero.

b)

Medimos la velocidad en el punto de la bandera que corresponde a t = ðt/2 X(ðt/2)

Demostración:

VX (t) = VXo+ a . t ð VX (ðt/2) = VXo+ a . ðt/2 ð

ð VX (ðt/2) = VXo+ VXf − VXo . ðt ð VX (ðt/2) = VXo+ VXf − VXo ð

ðt 2 2

ð VX (ðt/2) = VXf + VXo = VM

2

- ***Conclusiones:***

Observando los gráficos, que son lineales, concluimos que a medida que aumenta la fuerza (F) la aceleración (a) disminuye, siendo la fuerza directamente proporcional a la masa.

Mientras que cuando aumenta la masa (m) el valor de la aceleración disminuye, siendo la aceleración inversamente proporcional a la masa.

En este caso, utilizar la aceleración media o instantánea no afectaría la medición ya que al ser constante la aceleración, lo que obtenemos es lo siguiente:

aM = Vf − Vi = ðV

tf − ti ðt

para hallar la aceleración instantánea calculamos el limite cuando el intervalo de tiempo tiende a 0

aI = Lim ðV = Lim aM = aM

ðt0 ðt ðt0

2

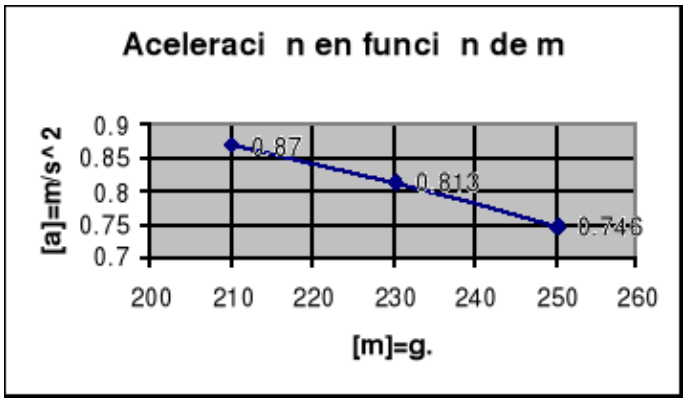
7

m	ma	T1	T1prom.	T2	T2prom.	T3	T3prom.	V1	V2	am	Fa
20.1+	20.1+	0.198	0.198	0.085	0.084	0.782	0.7813	0.5	1.18	0.87	0.022
190.1=	5.2=	0.198		0.084		0.782					
210.2	25.3	0.198		0.084		0.78					
40.2+	20.1+	0.207	0.207	0.087	0.087	0.811	0.8113	0.48	1.14	0.813	0.02
190.1=	5.2=	0.207		0.087		0.812					
230.3	25.3	0.206		0.088		0.811					
60.3+	20.1+	0.214	0.214	0.091	0.09	0.846	0.8443	0.47	1.1	0.746	0.018
190.1=	5.2=	0.214		0.09		0.843					
250.4	25.3	0.214		0.091		0.844					

m	ma	T1	T1prom.	T2	T2prom.	T3	T3prom.	V1	V2	am	Fa
190.1+	5.2+	0.333	0.332	0.142	0.141	1.301	1.302	0.3	0.71	0.31	0.07
60.4=	5.1=	0.332		0.141		1.304					
250.3	10.3	0.332		0.141		1.301					
190.1+	5.2+	0.191	0.189	0.081	0.081	0.748	0.748	0.53	1.23	0.9	0.2
40.2=	25.2=	0.189		0.081		0.748					
230.3	30.4	0.189		0.081		0.747					
190.1+	5.2+	0.147	0.146	0.063	0.063	0.578	0.578	0.68	1.59	1.6	0.34
20.2=	45.2=	0.146		0.063		0.577					
210.3	50.4	0.147		0.063		0.579					

	V1	V2	am	Fa
Caso 1	0.004	0.013	0.013	0.003
Caso 2	0.008	0.028	0.049	0.011
Caso 3	0.011	0.041	0.004	0.001

	V1	V2	am	Fa
Caso 1	0.004	0.013	0.013	0.003
Caso 2	0.008	0.028	0.049	0.011
Caso 3	0.011	0.041	0.004	0.001



	V1	V2	am	Fa
Caso 1	0.004	0.013	0.013	0.003
Caso 2	0.008	0.028	0.049	0.011
Caso 3	0.011	0.041	0.004	0.001