

## MEMORIA FINAL

### Compromisos y Resultados

### Proyectos de Innovación y Mejora Docente

### 2015/2016

Título del proyecto
DISEÑO Y MEJORA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE FÍSICA I

Responsable		
Apellidos	Nombre	NIF
García Yeguas	María Araceli	74683880M

1. Describa los resultados obtenidos a la luz de los objetivos y compromisos que adquirió en la solicitud de su proyecto. Incluya tantas tablas como objetivos contempló.

<b>Objetivo nº 1</b>	Mejorar las prácticas existentes en el laboratorio y montar nuevas experiencias.		
Indicador de seguimiento o evidencias:	Mejora y montaje de nuevas prácticas.		
Objetivo final del indicador:	Introducir nuevos conceptos de Física I mediante prácticas nuevas y mejorar la comprensión de los conceptos.		
Fecha prevista para la medida del indicador:	Noviembre-Diciembre 2015	Fecha de medida del indicador:	Diciembre 2015
Actividades previstas:	Montaje de las prácticas existentes, mejorando las flaquezas observadas en cursos anteriores. Montaje de nuevas prácticas que permitan experimentar conceptos nuevos de Física I.		
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	Se han montado prácticas nuevas y se han realizado los correspondientes guiones, así como la mejora de otras existentes. Concretamente se ha montado las siguientes prácticas: “Giroscopio”, “Equivalente mecánico del calor”.		

<b>Objetivo nº 2</b>	Mejorar y elaborar nuevos guiones de laboratorio para el uso del alumnado		
Indicador de seguimiento o evidencias:	Mejora y elaboración de nuevos guiones de prácticas.		
Objetivo final del indicador:	Mejorar los guiones de las prácticas existentes y elaborar nuevos guiones que aporten nuevas experiencias y conocimiento.		
Fecha prevista para la medida del indicador:	Noviembre-Diciembre 2015	Fecha de medida del indicador:	Diciembre 2015
Actividades previstas:	Mejora de los guiones existentes, mejorando las flaquezas observadas en cursos anteriores. Elaboración de nuevos guiones que permitan experimentar conceptos nuevos de Física I. *Se adjuntan los guiones nuevos anexos.		

Actividades realizadas y resultados obtenidos:	Se han mejorado los guiones de las prácticas existentes y se han realizado los guiones de las nuevas prácticas. Concretamente se han elaborado los siguientes guiones de prácticas: “Giroscopio”, “Equivalente mecánico del calor”.
--	---

<b>Objetivo nº 3</b>		Enfatizar la importancia del laboratorio en la enseñanza y el aprendizaje de la Física	
Indicador de seguimiento o evidencias:	Se realizará una encuesta inicial a los alumnos donde se estudie qué importancia tiene para ellos las prácticas de laboratorio en el aprendizaje de la Física.		
Objetivo final del indicador:	Que los alumnos valoren positivamente el laboratorio en sus currículums y que este aprendizaje les sirva para posteriores cursos, así como en su trabajo al finalizar sus estudios universitarios.		
Fecha prevista para la medida del indicador:	Febrero-Marzo 2016	Fecha de medida del indicador:	Febrero 2015
Actividades previstas:	Encuesta inicial donde los alumnos expresen lo que para ellos significa la parte práctica de la asignatura de Física I. Encuesta final donde se pueda observar la evolución o no de un cambio en esta visión inicial.		
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	Se han realizado entrevistas personales a alumnos de distintos grupos. Al principio muchos apuntaban que nunca habían realizado prácticas de laboratorio y desconocían su utilidad, si bien pensaban que les ayudaría a reforzar los conceptos que vieran. Durante el cuatrimestre se volvieron a hacer entrevistas personales varios alumnos y, aunque estaban contentos por el aporte de las prácticas al aprendizaje de los conceptos en Física, se quejaban de que, por el tipo de organización, algunas prácticas se hiciesen antes de dar la teoría y no acabasen de entenderlas. Al final del cuatrimestre se volvieron a hacer estas entrevistas personales y nos dijeron que ahora con toda la teoría dada y las prácticas hechas, éstas les habían ayudado a entender mejor los conceptos y que el hecho de tener nuevas prácticas aumentaba el número de experiencias a realizar y conceptos a aprender, teniendo por tanto una visión positiva de la experiencia.		

2. Adjunte las tasas de éxito<sup>1</sup> y de rendimiento<sup>2</sup> de las asignaturas implicadas y realice una valoración crítica sobre la influencia del proyecto ejecutado en la evolución de estos indicadores.

Asignatura <sup>3</sup>	Tasa de Éxito		Tasa de Rendimiento	
	Curso 2014/15	Curso 2015/16	Curso 2014/15	Curso 2015/16
G. I. Mecánica	67/67	64/64	67/67	64/64
G. I. Eléctrica	59/59	75/75	59/59	75/75
G. I. Electrónica I.	59/59	73/73	59/59	73/73
G. I. Aeroespacial	77/77	65/65	77/77	65/65
G. I. Diseño I.P.	88/88	89/89	88/88	89/89
G. I. Tecnologías I.	69/69	68/68	69/69	68/68
<i>Informe crítico sobre la evolución de las tasas de éxito y rendimiento</i>				

<sup>1</sup> Tasa de éxito = Número de estudiantes aprobados / Número de estudiantes presentados.

<sup>2</sup> Tasa de rendimiento = Número de estudiantes aprobados / Número de estudiantes matriculados.

<sup>3</sup> Incluya tantas filas como asignaturas se contemplen en el proyecto.

El carácter de las prácticas es obligatorio, por eso los alumnos si quieren tener opción a presentarse al examen tienen que tener las prácticas aprobadas. Nuestro éxito no ha estado tanto en el número de aprobados, como en la gran recepción de nuevas prácticas para el aprendizaje de nuevos contenidos relacionados con la teoría.

3. Incluya en la siguiente tabla el número de alumnos matriculados y el de respuestas recibidas en cada opción y realice una valoración crítica sobre la influencia que el proyecto ha ejercido en la opinión de los alumnos.

<b>Opinión de los alumnos al inicio del proyecto</b>				
Número de alumnos matriculados: 434				
<i>Valoración del grado de dificultad que cree que va a tener en la comprensión de los contenidos y/o en la adquisición de competencias asociadas a la asignatura en la que se enmarca el proyecto de innovación docente</i>				
NINGUNA DIFICULTAD	POCA DIFICULTAD	DIFICULTAD MEDIA	BASTANTE DIFICULTAD	MUCHA DIFICULTAD
		Como dijimos anteriormente, nuestro análisis se ha basado en entrevistas personales, por el modo en que se desarrolla esta parte de la materia, estando dividida en grupos más pequeños en los que es más sencillo interactuar y por la gran cantidad de alumnos. Con la entrevista personal hemos tomado una muestra de cada grupo y grado. La mayoría de los alumnos entrevistados vieron las prácticas con dificultad media y bastante dificultad.	También las vieron con bastante dificultad.	
<b>Opinión de los alumnos en la etapa final del proyecto</b>				
<i>Valoración del grado de dificultad que ha tenido en la comprensión de los contenidos y/o en la</i>				

<i>adquisición de competencias asociadas a la asignatura en la que se enmarca el proyecto de innovación docente</i>				
NINGUNA DIFICULTAD	POCA DIFICULTAD	DIFICULTAD MEDIA	BASTANTE DIFICULTAD	MUCHA DIFICUTAD
	La mayoría de los alumnos contestaron que poca dificultad o media.	Muchos contestaron que dificultad media.		
<i>Los elementos de innovación y mejora docente aplicados en esta asignatura han favorecido mi comprensión de los contenidos y/o la adquisición de competencias asociadas a la asignatura</i>				
NADA DE ACUERDO	POCO DE ACUERDO	NI EN ACUERDO NI EN DESACUERDO	MUY DE ACUERDO	COMPLETAMENTE DE ACUERDO
			Casi todos estuvieron de acuerdo o completamente de acuerdo.	Muchos estuvieron completamente de acuerdo.
<b>En el caso de la participación de un profesor invitado</b>				
<i>La participación del profesor invitado ha supuesto un gran beneficio en mi formación</i>				
NADA DE ACUERDO	POCO DE ACUERDO	NI EN ACUERDO NI EN DESACUERDO	MUY DE ACUERDO	COMPLETAMENTE DE ACUERDO
<b>Valoración crítica sobre la influencia que ha ejercido el proyecto en la opinión de los alumnos</b>				
En el marco de este proyecto se han mejorado las prácticas de Física I. Se han mejorado los guiones y se han puesto dos nuevas prácticas. Los alumnos han recibido estas mejoras positivamente. Estos cambios les han permitido comprender mejor los conceptos y adquirir nuevos.				

4. Marque una X bajo las casillas que correspondan en la siguiente tabla. Describa las medidas a las que se comprometió en la solicitud y las que ha llevado a cabo.

Compromiso de compartición / difusión de resultados en el entorno universitario UCA adquirido en la solicitud del proyecto				
1. Sin compromisos	2. Compromiso de impartición de una charla o taller para profesores	3. Adicionalmente fecha y centro donde se impartirá	4. Adicionalmente programa de la presentación	5. Adicionalmente compromiso de retransmisión o grabación para acceso en abierto
	X			
Descripción de las medidas comprometidas en la solicitud				
Los resultados de este proyecto se difundirán al resto de profesores de ambos departamentos mediante				

una reunión informativa en la que se expondrán los objetivos iniciales, la metodología seguida y los resultados conseguidos.

#### Descripción de las medidas que se han llevado a cabo

Se realizó una reunión al final del primer cuatrimestre con los profesores para informar de las mejoras que se han llevado a cabo en el laboratorio.

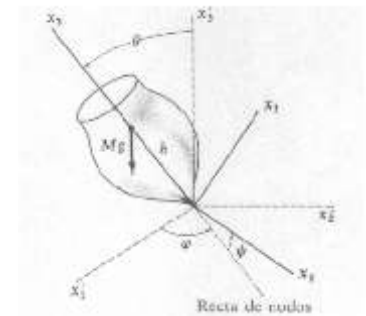
## Práctica 11: GIROSCOPIO DE TRES EJES

### Objetivos

1. Observar la aparición del efecto giroscópico en el movimiento del sólido rígido con un punto fijo, cuando aplicamos al sistema dos pares mecánicos,  $\tau_x$  y  $\tau_y$
2. Calcular en el movimiento giroscópico la velocidad angular de precesión del giro alrededor del eje OZ, del brazo basculante cuando aplicamos los dos pares  $\tau_x$  y  $\tau_y$

### Fundamento teórico

El giroscopio es un instrumento que permite montar una rueda giratoria de modo que su eje de giro pueda cambiar libremente de dirección, desplazándose tanto alrededor de un eje vertical (movimiento de precesión) como en uno horizontal (movimiento de nutación). Un ejemplo sencillo de giroscopio es una peonza con su vértice fijo (ver Figura 1).



El giroscopio tiene dos importantes características:

- Inercia giroscópica: El eje de un giroscopio equilibrado (con su centro de gravedad en el punto fijo) tiende a mantenerse siempre en la misma dirección.
- Precesión giroscópica: Si se aplica una fuerza sobre el giroscopio que de lugar a un par de fuerzas, su eje tiende a moverse en una dirección perpendicular a la fuerza aplicada.

Estas dos propiedades se explican fácilmente teniendo en cuenta la ecuación de Newton para un sólido rígido en rotación:

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{\tau}$$

donde  $\vec{L}$  es el momento angular del sólido y  $\vec{\tau}$  el momento de las fuerzas aplicadas. Si el giroscopio está equilibrado, es decir, si su centro de gravedad coincide con el punto fijo, el momento de la fuerza de gravedad respecto al punto fijo es nulo. En estas condiciones, si el disco del giroscopio se pone en rotación, la dirección del momento angular coincidirá con la de su eje. Debido a la ley de conservación del momento angular, este eje permanecerá fijo en el espacio siempre que no le apliquemos de alguna forma un par de fuerzas ( $\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{0}$ ) (inercia giroscópica).

Cuando el giroscopio no está equilibrado, la fuerza de la gravedad aplica sobre él un momento  $\vec{\tau}$  perpendicular al eje de rotación y a la vertical. En ese caso, el momento angular experimentará un cambio en el tiempo dado por:

$$d\vec{L} = \vec{\tau} dt$$

El cambio en el momento angular tendrá siempre la dirección del momento de las fuerzas aplicadas. Si el momento de las fuerzas es perpendicular a  $\mathbf{L}$ , el cambio  $\mathbf{L} d\phi$  será también perpendicular a  $\mathbf{L}$ , con lo que el momento angular cambiará de dirección pero no de magnitud. Esto significa que el eje de rotación cambiará de dirección, pero el disco seguirá rotando a velocidad constante. El movimiento que realiza el eje se llama de precesión.

## Método

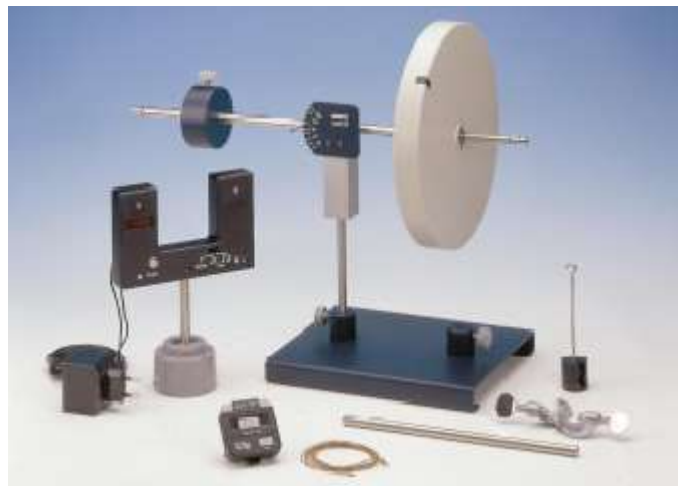
El giroscopio de 3 ejes consta de:

1 disco homogéneo ( $d= 0.27$  m) que rota en torno al eje OY ( $\omega_r$ )

1 Brazo basculante. Contiene en un extremo al rotor y bascula libremente alrededor del eje OX, adicionalmente gira sobre el eje OZ ( $\omega_p$ )

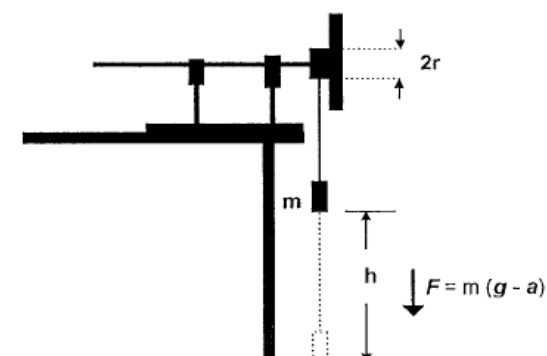
1 Armadura base. Está fija y soporta el brazo mediante el eje OZ

1 Pesa de equilibrado que se desplaza sobre el eje basculante para equilibrar el disco. Los ejes OX, OY y OZ se cortan en O que es el centro de gravedad del sistema.



### 1. Determinación del momento de inercia del rotor

Para determinar el momento de inercia del rotor respecto del eje de giro OY se procede del siguiente modo:



1. Se fija el brazo basculante con tornillos
2. Se enrolla una cuerda alrededor del disco pequeño del rotor
3. Se cuelga una pequeña masa conocida ( $m=60g$ ) del extremo de la cuerda, teniendo en cuenta la masa del soporte.

4. Se mide la distancia desde la masa al suelo con la cuerda enrollada (h). (**Añadir los errores correspondientes**).
5. Se mide con el cronómetro el tiempo que tarda en llegar en caída libre la masa al suelo. Se repetirá esta operación cinco veces y siempre desde la misma altura. (**Añadir los errores correspondientes**).

$h(m) \pm \Delta h(m)$	$t_{F1}(s) \pm \Delta t(s)$	$t_{F2}(s) \pm \Delta t(s)$	$t_{F3}(s) \pm \Delta t(s)$	$t_{medio}(s) \pm \Delta t(s)$
<b>0.25</b>				
<b>0.35</b>				
<b>0.45</b>				
<b>0.55</b>				
<b>0.65</b>				
<b>0.75</b>				

## 2. Cálculo de la velocidad angular de rotación de precesión

El procedimiento operativo será el siguiente

1. El brazo basculante se deja libre sin fijación de tornillos y se equilibra el sistema.
2. Se enrolla una cuerda alrededor del disco pequeño del rotor.
3. Se tira fuertemente de la cuerda y se observa que aparece el efecto giroscópico.
4. Se cuelga una pequeña masa ( $m=0.30g$ ) conocida del extremo del brazo basculante ( $r(cm)=$  ).
5. Tras dejar que el sistema dé un giro completo, se mide con el cronómetro el tiempo.  $t_p$  que tarda en dar una vuelta completa alrededor del eje OZ, para obtener  $\omega_p$ .
6. Al mismo tiempo se mide con la puerta digital la frecuencia de rotación del rotor,  $\omega_R$ . Hacer esto para 5 vueltas.

Nº vuelta	$t_p(s) \pm \Delta t(s)$	$t_R(s) \pm \Delta t(s)$
<b>1</b>		
<b>2</b>		
<b>2</b>		
<b>4</b>		
<b>5</b>		



## Resultados

### 1. Determinación del momento de inercia del rotor

Ajustar a una recta por el método de la regresión lineal los valores experimentales obtenidos para el cuadrado del tiempo,  $t_F^2$ , en función de la altura de la caída  $h$ . Rellenar en los respectivos paréntesis los valores de las medidas asignadas a las variables  $X_i$  ( $h$ ) e  $Y_i$  ( $t_F^2$ ), teniendo en cuenta que:

$h(m) \pm \Delta h(m)$	$t_F(s) \pm \Delta t(s)$
0.25	
0.35	
0.45	
0.55	
0.65	
0.75	

$$t_F^2 = \frac{2 I_p + 2 m r^2}{m g r^2} h$$

donde:

- $t_F$  es el tiempo invertido en la caída (medio para cada altura).
- $I_p$  es el momento de inercia del rotor respecto del eje z
- $r$  es el radio del disco pequeño del rotor
- $h$  es la altura de la caída

Con la ayuda de la tabla anterior, calcular los valores de la pendiente, “a”, y de la ordenada en el origen, “b”, de la recta de ajuste “ $y = ax + b$ ”, indicando sus respectivas unidades.

Finalmente, representar la recta de ajuste sobre la gráfica, calculando parejas de valores y, a partir del valor de la pendiente de la recta de ajuste, calcular el valor del momento de inercia del disco rotor.

---

$y = ax + b$  (Añadir aquí la ecuación del ajuste por mínimos cuadrados).

---

a=

b=

$I_p( ) =$

---

*Inserte aquí la gráfica*

## 2. Cálculo de la velocidad angular de rotación de precesión

La frecuencia de precesión se encuentra relacionada con la frecuencia de rotación según la ecuación:

$$\omega_p = \frac{d\varphi}{dt} = \frac{1}{L} \frac{dL}{dt} = \frac{1}{I_p \omega_R} \frac{dL}{dt} = \frac{m \cdot g r \cdot \omega_R}{I_p \omega_R}$$

y teniendo en cuenta que  $\omega_p = 2\pi/t_p$  y  $\omega_R = 2\pi/t_R$ :

$$\frac{1}{t_R} = \frac{m \cdot g r \cdot \omega_R}{4\pi^2 I_p} t_p$$

Nº vuelta	$t_p(s) \pm \Delta t(s)$	$t_R(s) \pm \Delta t(s)$	$\omega_p(\text{rad/s})$	$\omega_R(\text{rad/s})$
1				
2				
2				
4				
5				

Lo que permite examinar la relación entre la frecuencia de precesión y la frecuencia de rotación para pares de diferentes valores aplicados al eje de rotación.

Representar  $1/t_R$  (Y) en función de  $t_p$  (X). Ajustar por mínimos cuadrados y obtener el momento de inercia.

$y = ax+b$  (Añadir aquí la ecuación del ajuste por mínimos cuadrados).

a=

b=

$I_p( )=$

*Inserte aquí la gráfica*

### Cuestiones

1. Compare los momentos de inercia obtenidos en los apartados 1 y 2 por los distintos métodos.

## Práctica 10: Equivalente mecánico del calor

### Objetivo de la práctica

El objetivo de la práctica es utilizar la equivalencia entre calor  $Q$  y trabajo  $W$  (en ausencia de variación de energía interna) para la determinación del calor específico de un cuerpo sólido.

La energía mecánica se transforma totalmente, debido a la fricción, en calor. En el experimento, se hace girar un cilindro metálico, calentándolo con una cinta de fricción tensa de material plástico.

### Descripción e instalación

El aparato está compuesto de una placa base con apoyo giratorio con atornillamientos para el cilindro de fricción y la manivela, así como un estribo de sujeción para la cinta de fricción. El montaje de la práctica se muestra en la Fig. 1. En la preparación previa, los pasos a seguir son:

- Se cuelga el dinamómetro en el estribo de sujeción
- Se cuelga la cinta de fricción en el dinamómetro y se enrolla el cilindro de fricción con la cinta dos veces y media, de forma que se descargue la fuerza mostrada en el dinamómetro al girar la manivela hacia la derecha.
- Se sujeta un peso en el extremo inferior de la cinta de fricción.
- Se llena el orificio del cilindro de fricción con pasta conductora de calor y se introduce el termómetro en el orificio, sujetándolo con la fijación en ángulo. Hay que procurar que el orificio del cilindro y el termómetro queden perfectamente alineados. De otro modo, el termómetro podría romperse al moverse o inclinarse la instalación.



*Figura 1. Montaje experimental*

### **Ejecución y evaluación**

En el montaje se colocará uno de los siguientes cilindros:

1. Un cilindro de latón (aleación de cobre y zinc) de masa  $m = 1.28$  kg.
2. Un cilindro de aluminio de masa  $m = 0.39$  kg.

En los dos casos el radio del cilindro es  $r = 2.25$  cm. Para el cilindro de latón se utilizará la pesa de 2 kg y el dinamómetro de 100 N, mientras que para el cilindro de aluminio se utilizará la pesa de 1 kg y el dinamómetro de 10 N (al objeto de evitar la fuerte abrasión en el cilindro).

Se mide la temperatura inicial  $T_1$  del cilindro (representada por la línea horizontal  $T_1$  de la Fig. 3). (Añada el error correspondiente).

$$T_{1Latón} (^{\circ}\text{C})=$$

$$T_{1Aluminio} (^{\circ}\text{C})=$$

A continuación, se efectúan  $n$  vueltas (por ejemplo,  $n = 200$ ) con la manivela **EN SENTIDO HORARIO** (en caso contrario se puede dañar seriamente el aparato), procurando que sean lo más uniformes posibles. Al mismo tiempo se observa la fuerza  $F_D$  que actúa sobre el muelle del dinamómetro. (Añada el error correspondiente).

$$F_{DLatón} (\text{N})=$$

$$F_{DAluminio} (\text{N})=$$

La diferencia entre el peso  $F_G$  y la tensión  $F_D$  proporciona el valor de la fuerza de fricción  $F_R$  (véase la Fig. 2), es decir,

$$F_R = F_G - F_D \quad (1)$$

El trabajo de fricción es entonces igual a la fuerza de fricción multiplicada por el desplazamiento total:

$$W = F_R 2\pi r n \quad (2)$$

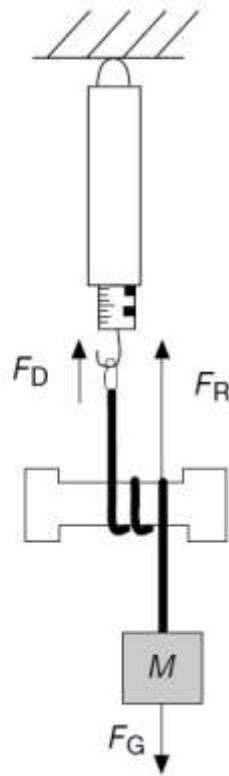


Figura 2. Equilibrio de fuerzas cuando se gira el cilindro de fricción.

Inmediatamente después de realizar las  $n$  vueltas, se pone el cronómetro a cero y se mide la temperatura a  $t=0, 30, 60 \text{ s}, \dots, 240\text{s}$ , es decir, a intervalos de 30 s durante 4 minutos. (**Añada el error correspondiente**).

1. Cilindro de latón

<b>t(s)</b>	<b>T(°C)</b>
<b>0</b>	
<b>30</b>	
<b>60</b>	
<b>90</b>	
<b>120</b>	
<b>150</b>	
<b>180</b>	

<b>210</b>	
<b>240</b>	

## 2. Cilindro de aluminio

<b>t(s)</b>	<b>T(°C)</b>
<b>0</b>	
<b>30</b>	
<b>60</b>	
<b>90</b>	
<b>120</b>	
<b>150</b>	
<b>180</b>	
<b>210</b>	
<b>240</b>	

Es de esperar que la temperatura siga aumentando ligeramente (debido a la inercia térmica del termómetro), alcance un máximo y luego disminuya lentamente. Los puntos a la derecha de  $T_1$  en la fig. 3 representan los valores medidos de la temperatura frente al tiempo en un ejemplo ficticio. En cada experimento se realizará una gráfica similar. La temperatura real  $T_2$  del cilindro alcanzada después de la realización del trabajo de fricción se obtendrá extrapolando linealmente la zona de disminución de temperatura hasta cortar la vertical correspondiente al instante  $t=0$ .

La diferencia  $\Delta T = T_2 - T_1$  es el aumento de temperatura experimentado por el cilindro debido a la conversión del trabajo de fricción en calor:

$$W=Q=C\Delta T \quad (3)$$

Donde  $C$  es la capacidad calorífica total de los cuerpos calentados, es decir, el cilindro, la cinta de fricción y el termómetro:  $C=C_{cilindro}+C_{cinta}+C_{termómetro}$ . Las capacidades caloríficas de la cinta y del termómetro pueden estimarse como  $C_{cinta} \cong C_{termómetro} \cong 4 \text{ J/K}$ , de modo que

$$C_{cilindro} = \frac{W}{\Delta T} - 8 \text{ J/K} \quad (4)$$

Conocida la masa  $m$  del cilindro, el calor específico  $c$  del material se determina a partir de

$$c = \frac{C_{cilindro}}{m} \quad (5)$$

La determinación del calor específico  $c$  debe realizarse para los tres cilindros.

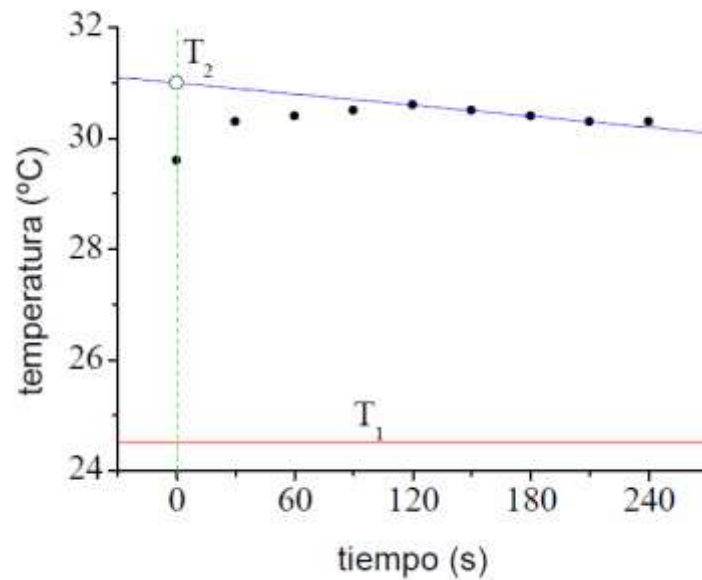


Figura 3. Ejemplo de diagrama temperatura-tiempo.

### Informe de resultados de la Práctica

1. Determine la fuerza  $F_R$  a partir de la ecuación (1).

a. Cilindro de latón de masa  $m = 1.28$  kg.

$$F_R( ) =$$

b. Cilindro de aluminio de masa  $m = 0.39$  kg.

$$F_R( ) =$$



2. Determine el trabajo realizado  $W$  a partir de la ecuación (2). Calcule el error correspondiente.

a. Cilindro de latón de masa  $m = 1.28$  kg.

$W( ) =$

b. Cilindro de aluminio de masa  $m = 0.39$  kg.

$W( ) =$

3. Realice una gráfica como la del ejemplo de la figura 3 para cada cilindro.

a. Cilindro de latón de masa  $m = 1.28$  kg.

*Inserte gráfica*

b. Cilindro de aluminio de masa  $m = 0.39$  kg.

*Inserte gráfica*

4. Determine el calor específico de cada cilindro a partir de la expresión (5).

a. Cilindro de latón de masa  $m = 1.28$  kg.

$c( ) =$

b. Cilindro de aluminio de masa  $m = 0.39$  kg.

$c()=$
--------

**Cuestiones**

1. Describa las diferencias y/o similitudes existentes entre las dos gráficas de la pregunta 3.
2. Compare los valores del calor específico para cada cilindro con los que se encuentran en la bibliografía. ¿Existen diferencias? ¿A qué se deben?