



Cinemática



1. SISTEMA DE REFERENCIA.

La **posición** es el lugar que ocupa un cuerpo en el espacio con respecto a un punto que consideramos fijo. **Sistema de referencia** es el marco con respecto al cual vamos a indicar la posición de un cuerpo.

Antes de comenzar el estudio de los movimientos, es preciso indicar que se dice que un cuerpo está en reposo cuando su posición no varía con respecto a un punto fijo y que se toma como referencia a medida que transcurre el tiempo. En caso contrario se dice que el objeto está en movimiento. Es de interés resaltar que no existen puntos de referencia fijos y que todos están dotados de movimiento. Los cuerpos que aparecen en reposo con respecto a nosotros, tales como un árbol o una casa, se mueven con la Tierra y ésta, como los demás planetas, alrededor del Sol, el cuál, a su vez, se mueve en el Universo. En consecuencia, resulta evidente que *el concepto de reposo es relativo*.

2. TRAYECTORIA. CONCEPTO Y CLASES.

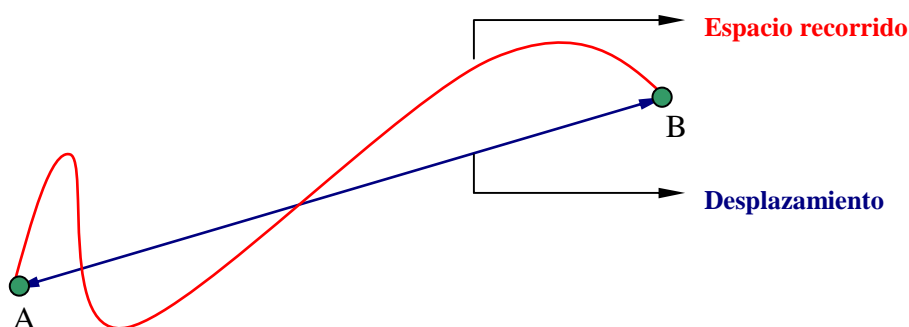
Trayectoria es la línea imaginaria que describe un cuerpo en el transcurso del movimiento. Clases de trayectoria:

a) **Rectilínea**: Si la línea imaginaria descrita por el cuerpo es una recta. Ej.: Un cuerpo que cae libremente.

b) **Curvilínea**: Si la línea imaginaria descrita por el cuerpo es una curva. Ej.: circular, la de un punto situado en la periferia de la rueda de un molino que gira; parabólica, la del movimiento de un balón que sale del suelo oblicuamente; elíptica, la de cualquier planeta alrededor del Sol.

3. ESPACIO RECORRIDO. DESPLAZAMIENTO.

Espacio recorrido es la longitud de la trayectoria descrita por un cuerpo. **Desplazamiento** es la diferencia entre la posición inicial y final de un cuerpo. Ambas magnitudes son longitudes y su unidad en el S.I. es el metro (m).



Sólo coincidirá espacio recorrido y desplazamiento en el caso de que la trayectoria sea rectilínea y el móvil no cambie de sentido

4. CONCEPTO DE VELOCIDAD.

Velocidad es la variación del espacio con respecto al tiempo.

Velocidad media es el cociente que resulta de dividir el espacio recorrido por un móvil y el tiempo invertido.

$$v = \frac{e}{t}$$

Por ejemplo, si un coche tarda $1,5 \text{ h}$ en recorrer una distancia de 200 km , su velocidad media será:

$$v = \frac{e}{t} = \frac{200 \text{ km}}{1,5 \text{ h}} = 133,3 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Velocidad instantánea es la velocidad que posee un móvil en un determinado instante de su movimiento.

Aunque el coche del ejemplo anterior haga una media de $133,3 \text{ km/h}$, es evidente que en instantes determinados su velocidad ha sido superior y en otros inferior a esa velocidad media; puede que a los 5 minutos exactos de su movimiento su velocidad fuese $90,7 \text{ km/h}$ y a los 62 minutos exactos fuese 152 km/h .

Las unidades de la velocidad en el *S.I* son los *m/s*. Otras unidades usadas son: *km/h*, nudo ($1 \text{ nudo} = 1,852 \text{ km/h}$).

5. MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORME. (M.R.U.).

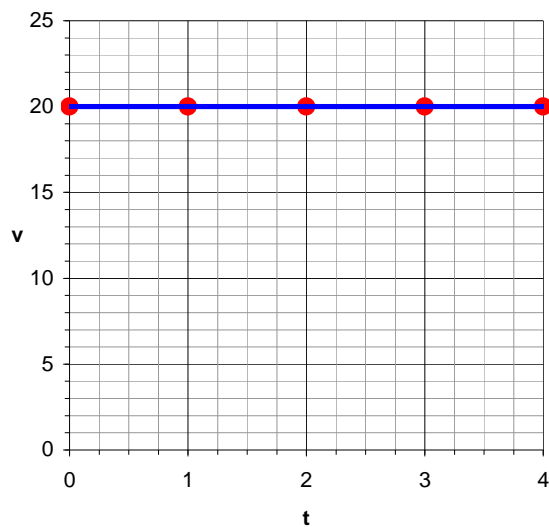
Un móvil se desplaza con M.R.U. cuando su trayectoria es una recta y su velocidad es constante. Por ejemplo, un coche que sobre un tramo de carretera recta mantiene su velocidad en 100 km/h constantemente.

5.1. GRÁFICA v/t PARA EL M.R.U.

Por ser constante la velocidad la representación de **v frente a t** nos da una *recta paralela al eje del tiempo*.

Supongamos un automóvil que mantiene una velocidad constante de 20 m/s por un tramo rectilíneo de una carretera. Si tomamos una tabla de la velocidad a diferentes tiempos llegaremos a los siguientes resultados:

Tiempo (s)	0	1	2	3	4	5
Velocidad (m/s)	20	20	20	20	20	20

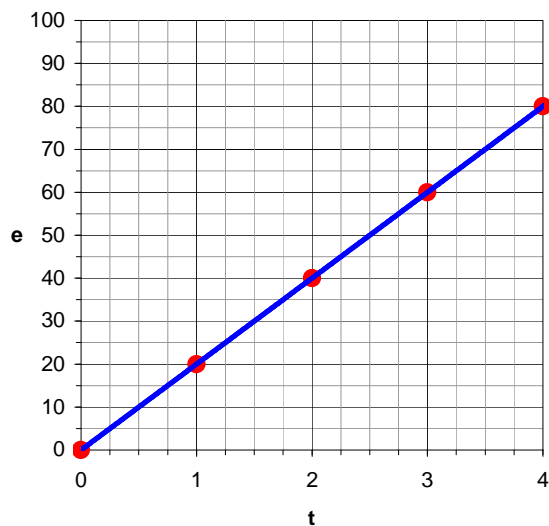


5.2. GRÁFICA e/t PARA EL M.R.U.

Es una evidencia que a medida que pasa el tiempo el móvil recorre cada vez más espacio. Si analizamos el espacio que recorre el anterior móvil en función del tiempo:

Tiempo (s)	0	1	2	3	4	5
Espacio (m)	0	20	40	60	80	100

La representación del e frente a t nos llevaría a la siguiente gráfica:



La pendiente de la recta es precisamente la velocidad 20 m/s. Por ello la ecuación del espacio para un movimiento rectilíneo uniforme es:

$$e = v \cdot t$$

Teniendo en cuenta que para un movimiento rectilíneo el espacio recorrido coincide con el desplazamiento, es decir, se corresponde con la diferencia entre la posición final (x_f) e inicial (x_0) del móvil, concluiremos que: $e = x_f - x_0 = v \cdot t$

EJERCICIOS

1. Un avión rompe la barrera del sonido cuando supera la velocidad del sonido, 340 m/s. a) ¿Cuál es dicha velocidad en km/h? b) ¿Qué espacio recorre un avión con esta velocidad en 37 minutos? **Resp.: a) 1224 km/h. b) 754,8 km.**

2. Un cuerpo recorre con velocidad constante una trayectoria recta de 12 km en 2 minutos. a) ¿Cuál es su velocidad en el S.I.? b) ¿Qué espacio (en metros) recorrerá en dos horas? c) ¿Cuántos segundos tardará en recorrer 250 m? **Resp.: a) 100 m/s. b) 720000 m. c) 2,5 s.**

3. La velocidad de la luz en el vacío es de 300000 km/s. La distancia de la Tierra al Sol es de 150 millones de kilómetros. ¿Cuánto tiempo tarda en llegar la luz del Sol a la Tierra? **Resp.: 8 min 20 s.**

4. Un avión se mueve en línea recta con una velocidad constante de 864 km/h. a) ¿Cuál es su velocidad en el S.I.? b) ¿Cuánto tiempo tarda en recorrer 700 m? c) ¿Qué distancia recorre en 2 minutos? **Resp.: a) 240 m/s. b) 2,9 s. c) 28800 m.**

5. ¿Cuántos km recorre un automóvil en 40 minutos que se mueve en línea recta con una velocidad constante de 70 km/h? **Resp.: e = 46700 m.**

6. Un automóvil se encuentra en el kilómetro 18 de la carretera de la Coruña, y circula con una velocidad constante de 75 km/h hacia esta ciudad. a) ¿Qué distancia habrá recorrido cuando transcurran 2,5 h.? b) ¿En qué punto kilométrico se encontrará? **Resp.: a) 187,5 km. b) 205,5 km.**

7. Un coche recorre la distancia entre Madrid y Valencia (330 km) del siguiente modo: en los primeros 130 km tarda 75 minutos, en los 150 km siguientes tarda 2 horas y los 50 km últimos los recorre en 30 minutos. Calcule: a) La velocidad media en cada una de las tres etapas. b) La velocidad media en todo el recorrido. **Resp.: a) $v_I = 104$ km/h, $v_{II} = 75$ km/h, $v_{III} = 100$ km/h. b) $v_T = 88$ km/h.**

8. Un cuerpo se mueve en línea recta de acorde a los siguientes datos:

Tiempo (s)	0	1	2	3	4	5	6
Espacio (m)	0	15	30	45	60	75	90

a) Confeccione la gráfica e/t. b) Calcule la velocidad gráficamente. c) Calcule el espacio recorrido por el cuerpo a los 2,5 s. d) Halle el tiempo que tarda el cuerpo en recorrer 50 m. Resuelva los apartados c) y d) gráfica y numéricamente. **Resp.: a) b) 15 m/s. c) 37,5 m. d) 3,33 s.**

9. Un tren se mueve con una velocidad constante de 1200 m/min. a) ¿Cuál es su velocidad en el S.I.? b) Confeccione la gráfica e/t para los 5 primeros segundos. c) ¿Qué espacio recorre en 3,5 s? d) ¿Cuánto tiempo tarda en recorrer 85 m? e) ¿Cuánto tiempo le lleva en ir de Santiago de Compostela a Madrid, si la distancia, por vía férrea, entre ambas ciudades es de 570 km? Resuelva los apartados c) y d) gráfica y numéricamente. **Resp.: a) 20 m/s. b) c) 70 m. d) 4,25 s. e) 7,9 horas.**

6. ACELERACIÓN.

Aceleración media es el cociente que resulta de dividir la diferencia de dos velocidades a dos tiempos diferentes entre el tiempo transcurrido en tal variación.

$$a_m = \frac{v_f - v_0}{t}$$

Ej. Si un coche cambia su velocidad de 72 km/h (20 m/s) a 90 km/h (25 m/s) de manera progresiva en 10 s entonces:

$$a_m = \frac{v_f - v_0}{t} = \frac{25 - 20}{10} = 0,5 \frac{m}{s^2}$$

La aceleración de un cuerpo puede ser *positiva*, si aumenta la velocidad de éste, o *negativa*, si disminuye la velocidad, es decir, si frena.

7. MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORMEMENTE ACELERADO. (M.R.U.A).

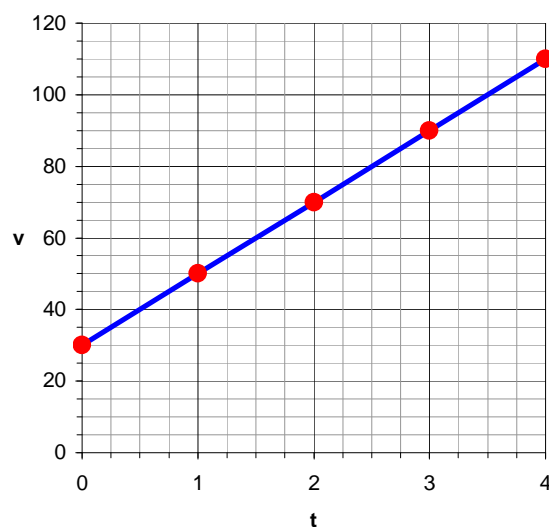
Un móvil se desplaza con **M.R.U.A.** cuando su trayectoria es una recta y el módulo de su velocidad varía uniformemente (aceleración tangencial).

7.1. GRÁFICA v/t PARA EL M.R.U.A.

Sea un cuerpo que se desplaza con M.R.U.A. que responde a la siguiente tabla:

Tiempo (s)	0	1	2	3	4
Velocidad (m/s)	30	50	70	90	110

Una representación gráfica de estos datos nos daría la siguiente recta:



Esta recta responde a la ecuación :

$$v = n + k \cdot t$$

dónde n es la *ordenada en el origen* de valor $n = 10$ m/s que coincide con la *velocidad inicial* v_0 (velocidad para $t = 0$), y k la *pendiente de la recta*, de valor $k = 20$ m/s² que es precisamente el *valor de la aceleración* experimentada por el cuerpo. Por ello, se puede escribir la anterior ecuación de manera general como:

$$v = 10 + 20 \cdot t$$

$$v = v_0 + a \cdot t$$

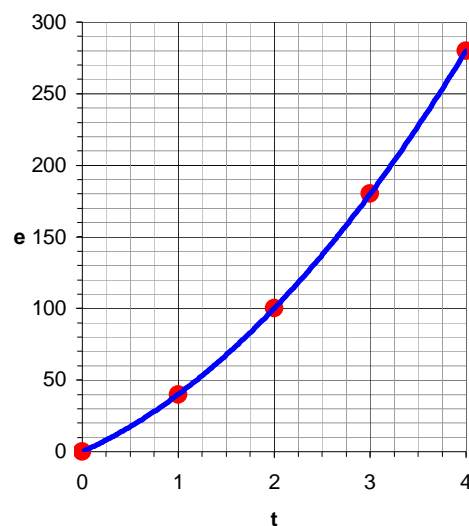
que es la *ecuación de velocidad para un M.R.U.A.*, una ecuación que nos dará el valor de la velocidad en función del tiempo.

7.2. GRÁFICA e/t PARA UN M.R.U.A.

Para un M.R.U.A. se puede comprobar que *el espacio recorrido es cada vez mayor para intervalos regulares de tiempo*, como lo confirma la tabla que se expone :

Tiempo (s)	0	1	2	3	4
Espacio (m)	0	40	100	180	280

Representando estos datos en una gráfica de e frente a t :



La única ecuación que responde a esta gráfica (curva) es:

$$e = 30 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot 20 \cdot t^2$$

Por lo tanto, de manera general:

$$e = x_f - x_0 = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

que es la *ecuación del espacio para un M.R.U.A.*, es decir, una expresión que nos da el espacio recorrido por un cuerpo en función del tiempo.

Una tercera ecuación para el M.R.U.A. donde no interviene el tiempo sería:

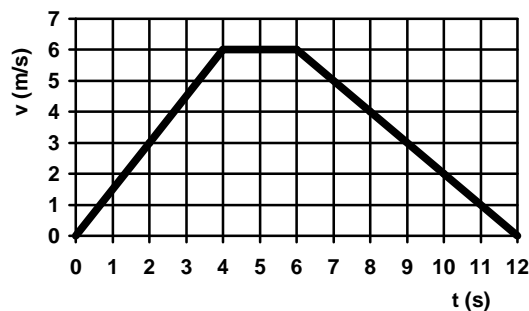
$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot e$$

EJERCICIOS.

10. En la publicidad del *Porsche 911 Turbo* se puede leer que éste acelera de 0 km/h a 100 km/h en $4,5 \text{ s}$. Calcule: a) La *aceleración* del coche en el *S.I.* b) La *velocidad* del coche (en km/h) al cabo de 7 s . c) El *espacio* que recorre al cabo de 8 s . **Resp.: a) $6,17 \text{ m/s}^2$. b) $155,5 \text{ km/h}$. c) $197,4 \text{ m}$.**

11. Un coche reduce su velocidad de 120 km/h a 80 km/h en 5 s . a) ¿Cuál es el *espacio recorrido* en esos 5 s ? b) ¿Cuál será la *velocidad* del coche al cabo de 7 s ? c) Si frena con la misma intensidad, determine *el tiempo total que tarda en pararse* y el *espacio total* que recorre. **Resp.: a) $138,9 \text{ m}$. b) $62,6 \text{ km/h}$. c) $15,01 \text{ s}$, $250,2 \text{ m}$.**

12. Determine para cada tramo de la siguiente figura: a) *Aceleración*. b) *Espacio recorrido*.



Resp.: a) y b) $a_I = 1,5 \text{ m/s}^2$, $e_I = 12 \text{ m}$. $a_{II} = 0 \text{ m/s}^2$, $e_{II} = 12 \text{ m}$. $a_{III} = -1 \text{ m/s}^2$, $e_{III} = 18 \text{ m}$.

13. Un avión parte del reposo, acelera a razón de 10 m/s^2 mientras recorre la pista de despegue y empieza a ascender cuando su velocidad es de 360 km/h . Calcule: a) ¿Cuánta *pista ha recorrido*?. b) ¿Qué *tiempo ha empleado*?. **Resp.: a) 500 m . b) 10 s .**

14. Una moto lleva una determinada velocidad, ésta frena totalmente con una deceleración de $-1,85 \text{ m/s}^2$ en 85 m . Calcule: a) ¿Qué *velocidad tenía la moto*? b) ¿Cuánto *tiempo tardó en pararse*? **Resp.: a) $63,8 \text{ km/h}$. b) $9,58 \text{ s}$.**

7.3. CAIDA LIBRE DE UN CUERPO.

Es un caso especial de M.R.U.A. Los cuerpos que caen libremente están sometidos a una aceleración, que es producida por la denominada *fuerza de la gravedad*, es decir, la *atracción gravitatoria de la Tierra*.

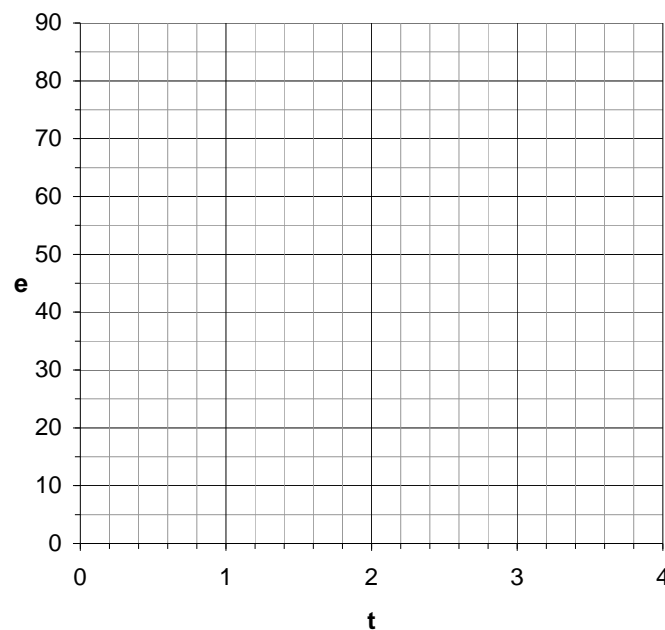
Galileo comprobó que todos los cuerpos de la misma forma y tamaño, aunque sean de distinta masa, caen libremente en el aire con la misma aceleración. Por ejemplo, dos esferas del mismo tamaño, una de acero y otra de madera, llegan a la vez al suelo al caer libremente desde la misma altura.

Gráficas e/t , e/t^2 , v/t . Ecuaciones. Deducción del valor de la aceleración debida a la gravedad.

Si estudiamos la caída libre de un cuerpo se puede llegar a los siguientes datos.

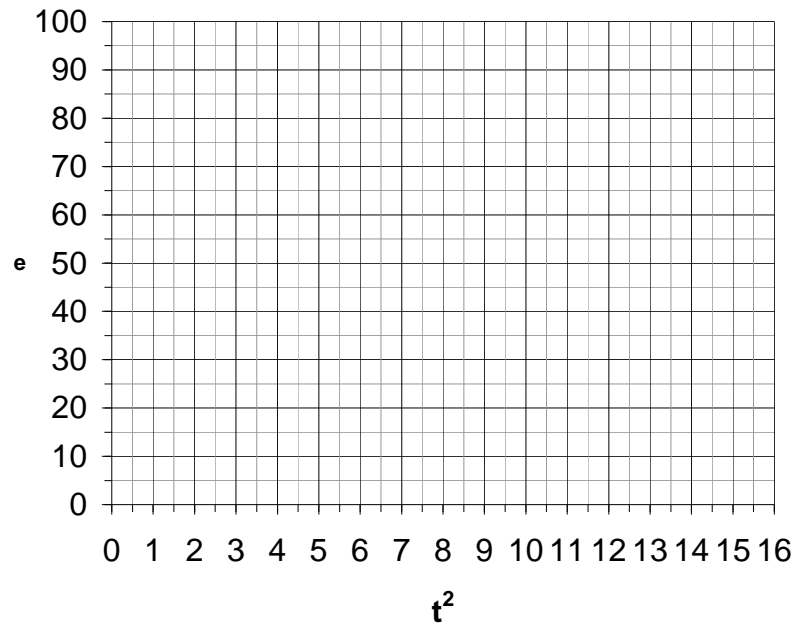
t (s)	0	1	2	3	4
e (m)	0	4,9	19,6	44,1	78,4

Representando e/t :



Tratemos de representar e/t^2 .

t (s)	0	1	4	9	16
e (m)	0	4,9	19,6	44,1	78,4



⇒ *¿Qué clase de gráfica obtienes? ¿Puedes llegar a alguna ecuación?*

⇒

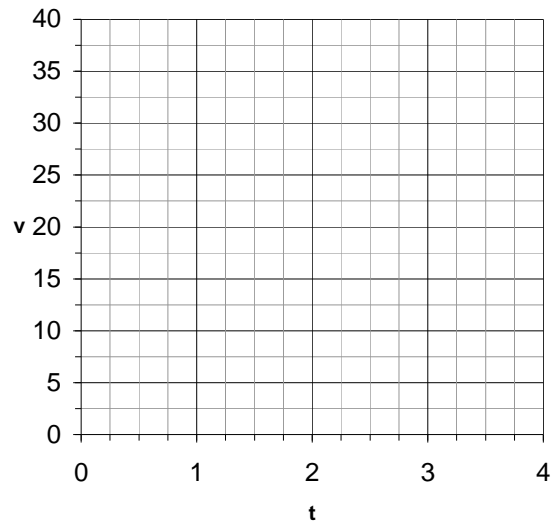
*¿Te recuerda a alguna ecuación vista anteriormente? **Compáralas** y obtén el **valor de la aceleración de la gravedad**, y encuentra la **ecuación final** que liga el espacio con el tiempo para un cuerpo en caída libre.*

⇒

Si ahora tratamos de relacionar la velocidad con el tiempo, llegaríamos a la siguiente tabla:

t (s)	0	1	2	3	4
v (m/s)	0	9,8	19,6	29,4	39,2

Representa v/t



¿Qué *clase de gráfica* obtienes? ¿Puedes llegar a alguna *ecuación*? \Rightarrow

EJERCICIOS.

15. Un cuerpo cae libremente desde lo alto de un edificio tardando 2,3 s en llegar al suelo. Calcule: a) La *altura* del edificio. b) La *velocidad* (en **km/h**) del objeto al llegar al suelo. **Resp.: a) 25,9 m. b) 81,1 km/h.**

16. Se dice que el choque de un automóvil que sufre una colisión a una velocidad de 285 **km/h** equivale al impacto del propio automóvil cayendo libremente desde lo alto de la **torre Eiffel**. a) ¿Cuál es la *altura de la torre Eiffel*?. b) ¿Cuál sería la *velocidad del automóvil* si cayese desde un *edificio de 100 m*?, ¿cuánto tiempo duraría la caída desde el edificio de 100 m?. **Resp.: a) $h = 319,8 \text{ m}$. b) $v = 159,4 \text{ km/h}$, $t = 4,5 \text{ s}$.**

EJERCICIOS DE REPASO

R1. Un tren recorre con velocidad constante una distancia de 500 km en 4 horas. Halle: a) *Velocidad en el S.I.* b) *Distancia que recorre en 15 minutos.* c) *Tiempo que le lleva en recorrer 100 m.* **Resp.: a) 34,7 m/s b) 31,25 km. c) 2,56 s.**

R2. Un ciclista sale de Esteiro a las 11:45 A.M. hacia Muros manteniendo una velocidad constante de 18 km/h llegando a Muros a las 12:25 P.M. Calcule: a) *Distancia que separa a Esteiro de Muros.* b) *Tiempo que le lleva en recorrer los primeros 300 m.* c) *Espacio recorrido en un cuarto de hora.* **Resp.: a) 12 km b) 60 s. c) 4500 m.**

R3. Una moto tiene una velocidad constante de 30 m/s y un coche una velocidad uniforme de 90 km/h. Determine: a) *¿Cuál tiene mayor velocidad?.* b) Si ambos parten desde el mismo punto y en el mismo instante, *¿qué distancia le saca un vehículo al otro al cabo de 20 minutos?.* **Resp.: a) b) 6 km.**

R4. Dos amigos se despiden y se alejan por dos calles que son *perpendiculares*. Si uno mantiene una velocidad de 0,75 m/s y el otro una velocidad de 1,25 m/s, *¿cuál será el desplazamiento que los separa al cabo de un minuto?.* **Resp.: 87,5 m.**

R5. Un cuerpo se mueve en *línea recta* según los datos de la tabla:

Tiempo (s)	0	3	6	7	9
Espacio (m)	0	75	150	175	225

a) Represente la *gráfica e/t* e *identifique la clase de movimiento.* b) Calcule la *velocidad* gráficamente. c) Calcule el *espacio recorrido* por el cuerpo a los 5 s. d) Halle el *tiempo* que tarda el cuerpo en recorrer 100 m. *Resuelva los apartados c) y d) gráfica y numéricamente.* **Resp.: a) b) c) 125 m. d) 4 s.**

R6. El nivel de agua en un embalse crece a un ritmo de 20 cm/h. Si el *nivel inicial de agua está 8 m por debajo del tope máximo* del embalse. Determine: a) *¿Cuánto tiempo tardará en desbordarse el embalse?.* b) *¿Qué aumento experimentará el nivel del agua en un día? Supóngase que en todo momento persisten las lluvias.* **Resp.: a) 40 h. b) 4,8 m.**

R7. La distancia entre Muros y A Coruña es de 100 km. Un coche parte de Muros hacia A Coruña con una velocidad de 20 m/s, y de A Coruña hacia Muros parte una moto con una velocidad de 45 km/h. Calcule: a) El *tiempo* que transcurrirá cuando los dos vehículos se crucen. b) *¿A qué distancia de Muros se produce el encuentro?.* **Resp.: a) 0,85 h b) 61,5 km.**

R8. Un coche parte de un punto A con una velocidad constante de 25 m/s. *Tres minutos más tarde* y desde el mismo punto parte una moto en su persecución a una velocidad constante de 108 km/h. Halle: a) El *tiempo que le lleva a la moto en alcanzar al coche.* b) *¿A qué distancia del punto A se produce el alcance?.* **Resp.: a) 15 minutos. b) 27 km.**

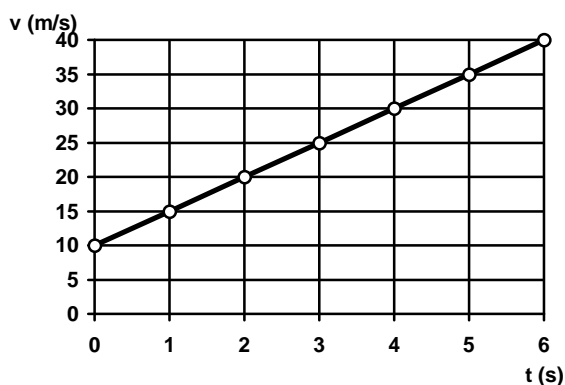
R9. Un camión reduce su velocidad de 80 km/h a 60 km/h en 100 m . Determine:
 a) Tiempo que tarda el camión en efectuar tal disminución de la velocidad. b) Velocidad que tiene al cabo de 8 s . c) Si mantiene el ritmo de frenado, ¿cuál es el tiempo invertido en pararse y el espacio total que recorre? **a) $5,14 \text{ s}$ b) $49,1 \text{ km/h}$. c) $20,75 \text{ s}$, 230 m .**

R10. Un coche acelera de 0 a 2 km/min en 8 s . Calcule: a) La aceleración del coche en el S.I. b) La velocidad del coche (en km/h) al cabo de 2 s . c) El espacio que recorre al cabo de 6 s . **Resp.: a) $4,2 \text{ m/s}^2$. b) $30,24 \text{ km/h}$. c) $75,6 \text{ m}$.**

R11. Un coche tiene una aceleración de 6 m/s^2 y, partiendo del reposo, alcanza en cierto instante una velocidad de 100 km/h . Calcule: a) Espacio recorrido y tiempo invertido en alcanzar la velocidad de 100 km/h . b) Espacio recorrido en el último segundo. **Resp.: a) $4,63 \text{ s}$, $64,3 \text{ m}$ b) $24,8 \text{ m}$.**

R12. Un coche con una velocidad de 60 km/h frena completamente en un espacio de 80 m . Halle: a) Tiempo que le lleva pararse. b) Distancia recorrida en el último segundo. **Resp.: a) $9,5 \text{ s}$. b) 1 m .**

R13. Un móvil se mueve de acuerdo con la siguiente gráfica v/t :



Determinar: a) Su velocidad inicial y la aceleración. b) Sus ecuaciones de la velocidad y el espacio en función del tiempo. c) El espacio recorrido en 5 s . **Resp.: a) b) c) $112,5 \text{ m}$.**

R14. Un objeto describe una recta respondiendo a los siguientes datos:

Tiempo (s)	0	1	2	3	4	5
Velocidad (m/s)	50	44	38	32	26	20

Determine: a) La aceleración del objeto. b) La velocidad del objeto a los $3,5 \text{ s}$. c) El tiempo que tarda en alcanzar la velocidad de 35 m/s . d) El espacio recorrido a los 4 s . Resuelva los apartados b) y c) de forma gráfica y numérica. **Resp.: a) -6 m/s^2 . b) 29 m/s . c) $2,5 \text{ s}$. d) 152 m .**

R15. El proyectil de una bala incide en un tablón de madera a una velocidad de 400 m/s , penetrando 10 cm en éste. Calcule: a) *Aceleración del proyectil.* b) *Tiempo que tarda en pararse.* **Resp.: a) - 800000 m/s^2 b) $0,0005 \text{ s}$.**

R16. Un balón cae por una pendiente recorriendo un espacio de 2 m en 8 s hasta llegar a la base. Calcule la *velocidad del balón en la base* de la pendiente. **Resp.: 8 m/s .**

R17. Un camión militar parte desde un punto A con una *velocidad constante de 90 km/h* . Transcurrido un minuto, desde el punto A se dispara un *misil contra el camión con una aceleración de 70 m/s^2* . Determine: a) *Tiempo que tarda en alcanzar el misil al camión.* b) *Distancia desde el punto de impacto al punto A.* c) *Velocidad del misil en el punto de impacto.* **Resp.: a) $6,91 \text{ s}$. b) 1672 m . c) $483,7 \text{ m/s}$.**

R18. Se deja caer una piedra desde un acantilado. Calcule la *velocidad y espacio recorrido* por la piedra para los instantes: a) $t = 1 \text{ s}$. b) $t = 2 \text{ s}$. c) $t = 3 \text{ s}$. d) $t = 4 \text{ s}$. e) $t = 5 \text{ s}$. **Resp.: a) $9,8 \text{ m/s}$, $4,9 \text{ m}$. b) $19,6 \text{ m/s}$, $19,6 \text{ m}$. c) $29,4 \text{ m/s}$, $44,1 \text{ m}$. d) $39,2 \text{ m/s}$, $78,4 \text{ m}$. e) 49 m/s , $122,5 \text{ m}$.**

R19. Un balón cae libremente por el hueco de las escaleras desde una *altura de 19 m* . Calcular: a) *El tiempo que tarda en caer.* b) *La velocidad del balón al llegar al suelo.* **Resp.: a) $1,86 \text{ s}$. b) $65,7 \text{ km/h}$.**

R20. Se deja caer un tiesto desde una ventana tardando $2,5 \text{ s}$ en llegar al suelo. Halle: a) *Altura de la ventana con respecto al suelo.* b) *Velocidad del tiesto en el suelo.* c) *Espacio recorrido en el último segundo.* **Resp.: a) $30,6 \text{ m}$. b) $24,5 \text{ m/s}$. c) $19,6 \text{ m}$.**

R21. Se arroja *verticalmente hacia abajo* un tiesto desde una ventana, con una *velocidad inicial de 6 m/s* tardando $2,5 \text{ s}$ en llegar al suelo. Halle: a) *Altura de la ventana con respecto al suelo.* b) *Velocidad del tiesto en el suelo.* c) *Espacio recorrido en el último segundo.* **Resp.: a) $45,6 \text{ m}$. b) $30,5 \text{ m/s}$. c) $25,6 \text{ m}$.**

R22. Se arroja un objeto *verticalmente hacia arriba* con una *velocidad de $29,4 \text{ m/s}$* . Calcule la *velocidad y altura* de la piedra para los instantes: *desde 0 s hasta 6 s , cada segundo.* **Resp.: a) $29,4 \text{ m/s}$, 0 m . b) $19,6 \text{ m/s}$, $24,5 \text{ m}$. c) $9,8 \text{ m/s}$, $39,2 \text{ m}$. d) 0 m/s , $44,1 \text{ m}$. e) $-9,8 \text{ m/s}$, $39,2 \text{ m}$. e) $-19,6 \text{ m/s}$, $24,5 \text{ m}$. e) $-29,4 \text{ m/s}$, 0 m .**

R23. Se dispara *verticalmente hacia arriba* un cohete con una *velocidad inicial de 500 m/s* . Determinar: a) *La altura máxima que alcanzará.* b) *El tiempo que está el cohete en el aire.* c) *La velocidad que tiene a los 10 s .* d) *La altura cuando su velocidad sea de 300 m/s .* **Resp.: a) 12755 m . b) 102 s . c) 402 m/s . d) 8163 m .**

R24. Un proyectil es disparado *verticalmente hacia arriba* alcanzando una *altura máxima de 4 km* . Calcule: a) *Velocidad inicial del proyectil.* b) *Tiempo que está en el aire.* c) *Instantes y velocidades del proyectil cuando se encuentran a 1000 metros sobre el suelo.* **Resp.: a) 280 m/s . b) 57 s . c) $3,8 \text{ s}$, 242 m/s ; $53,2 \text{ m/s}$, -242 m/s .**

R25. Desde lo alto de un puente, a 20 m sobre un río, se arroja *verticalmente hacia arriba* un objeto con una *velocidad inicial de 30 m/s* . Halle: a) *Altura máxima que alcanza la piedra sobre el puente.* b) *Instante y velocidad de la piedra cuando vuelve a*

pasar por el punto de lanzamiento. c) Instante y velocidad de la piedra cuando cae al río. **Resp.:** a) 45,9 m. b) 6,12 s, c) 6,72 s, - 35,94 m/s.

R26. Un objeto se deja caer desde 8 m sobre la superficie marciana tardando un tiempo de 2,05 s en llegar a ésta. Determine: a) La gravedad de Marte. b) La velocidad con la que llega al suelo. **Resp.:** a) 3,8 m/s². b) 7,79 m/s.

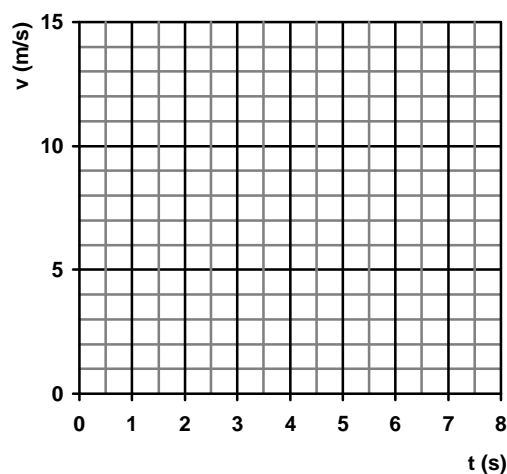
R27. Sea arroja un objeto verticalmente hacia arriba en Marte con una velocidad de 20 m/s. Calcule: a) Altura máxima que alcanza. b) Tiempo que tarda en caer. c) Resuelva los apartados anteriores para el caso de la Tierra. **Resp.:** a) 52,6 m. b) 10,5 s. c) 20,4 m, 4,1 s.

R28 Con el programa de W. FENDT resuelve el supuesto práctico: **valores iniciales:** $x_0 = 0$, $v_0 = 0$, $a = 2 \text{ m/s}^2$.

Los valores de la velocidad a distintos tiempos para este caso serían:

t (s)	0	1	3	4	6	7
v (m/s)	0	2	6	8	12	14

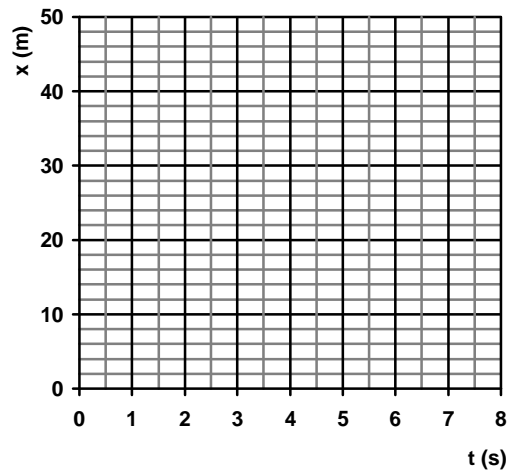
a) Representa dichos valores en una gráfica velocidad/tiempo:



b) ¿Varía la velocidad? ¿Cómo clasificarías el movimiento? c) ¿Serías capaz de idear un método (con el programa de Walter Fendt) para determinar la velocidad instantánea del móvil en un punto? Utilízalo para conocer la velocidad del móvil para la posición $x = 36 \text{ m}$. d) Halla la pendiente de la recta en la gráfica v/t . ¿Con qué magnitud coincide? e) Situando los detectores en los puntos correspondientes trata de completar la siguiente tabla:

t (s)	0					
e (m)	0	1	6,25	9	20,25	49

f) Traza a gráfica posición-tiempo (e/t), según los resultados obtenidos:



g) ¿Tiene la *misma forma que la gráfica e/t en un movimiento uniforme?*