

Topic 2: Mechanics

Formative Assessment

PROBLEM SET

NAME: _____ TEAM: _____

THIS IS A PRACTICE ASSESSMENT. Show formulas, substitutions, answers, and units!

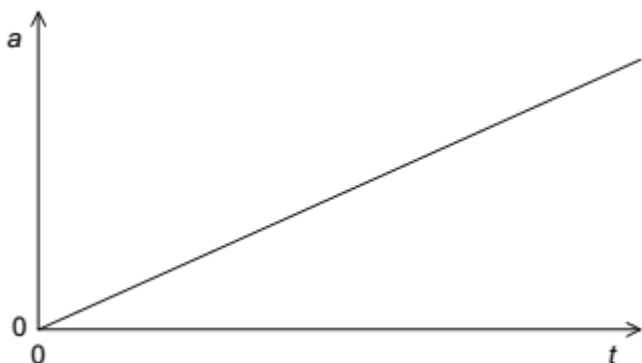
- Determinar los valores instantáneos y medios para la velocidad, la rapidez y la aceleración.
- Resolver problemas utilizando las ecuaciones del movimiento para la aceleración uniforme.
- Dibujar aproximadamente e interpretar gráficos de movimiento.
- Determinar la aceleración de la caída libre experimentalmente.
- Analizar el movimiento de proyectiles, incluidos la resolución de las componentes vertical y horizontal de la aceleración, la velocidad y el desplazamiento.
- Describir cualitativamente el efecto de la resistencia del fluido sobre los objetos en caída o los proyectiles, incluido el alcance de la velocidad terminal

Topic 2.1 – Motion - Paper 1.

1. Un automóvil se desplaza en dirección norte con una rapidez constante de 3 ms^{-1} durante 20 s y después hacia el este con una rapidez constante de 4 ms^{-1} durante 20 s. ¿Cuál es la rapidez media del coche durante este movimiento?

- A. $7,0 \text{ m s}^{-1}$
- B. $5,0 \text{ m s}^{-1}$
- C. $3,5 \text{ m s}^{-1}$**
- D. $2,5 \text{ m s}^{-1}$

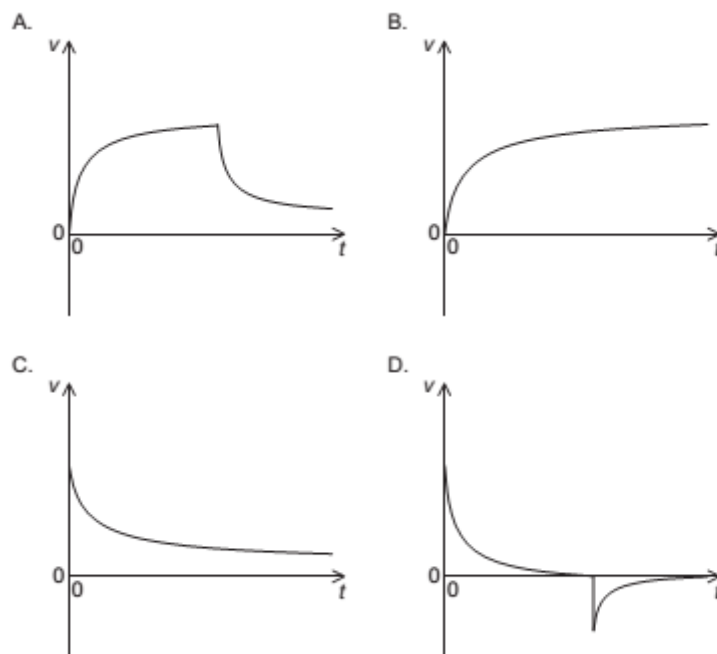
2. Un alumno traza una gráfica que muestra la variación con el tiempo t de la aceleración a de un objeto.



¿Qué podrá deducir el alumno a partir tan solo de la gráfica? ¿Y qué magnitud de la gráfica empleará para hacer esta deducción?

	Deducción	Magnitud empleada
A.	variación en velocidad	pendiente de la gráfica
B.	variación en velocidad	área bajo la línea
C.	variación en desplazamiento	pendiente de la gráfica
D.	variación en desplazamiento	área bajo la línea

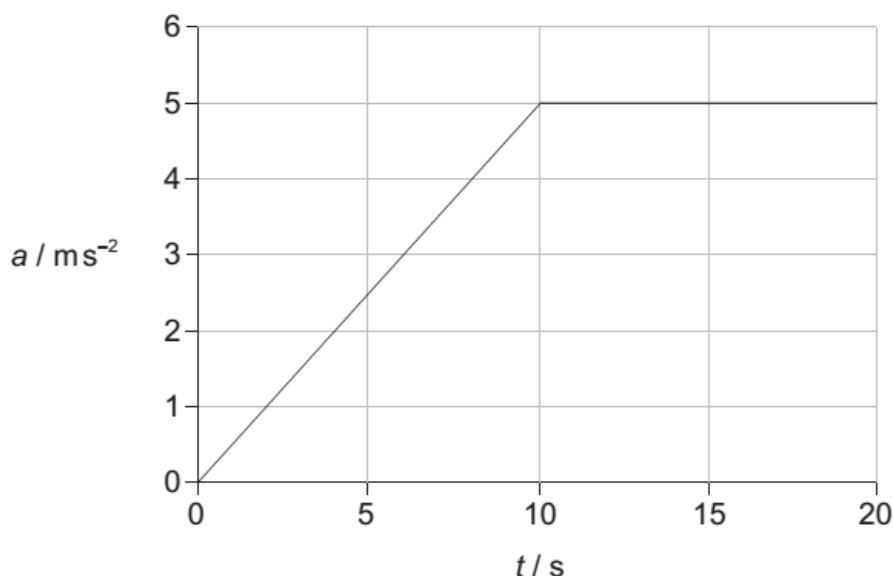
3. Un avión se desplaza en horizontal. Una paracaidista salta del avión y pocos segundos después abre su paracaídas. ¿Cuál de las gráficas muestra la variación de la rapidez vertical v frente al tiempo t para la paracaidista desde el instante en que salta del avión hasta que está a punto de tocar tierra? Rpt. A



4. Se deja caer un objeto desde el reposo. La resistencia del aire no es despreciable. ¿Cuál es la aceleración del objeto al principio del movimiento?

- A. Cero
- B. Aumenta
- C. Disminuye
- D. Constante

5. Un objeto se encuentra en reposo en el tiempo $t = 0$. La variación con t de la aceleración a del objeto se muestra desde $t = 0$ hasta $t = 20$ s.



¿Cuál es la rapidez del objeto cuando $t = 15 \text{ s}$?

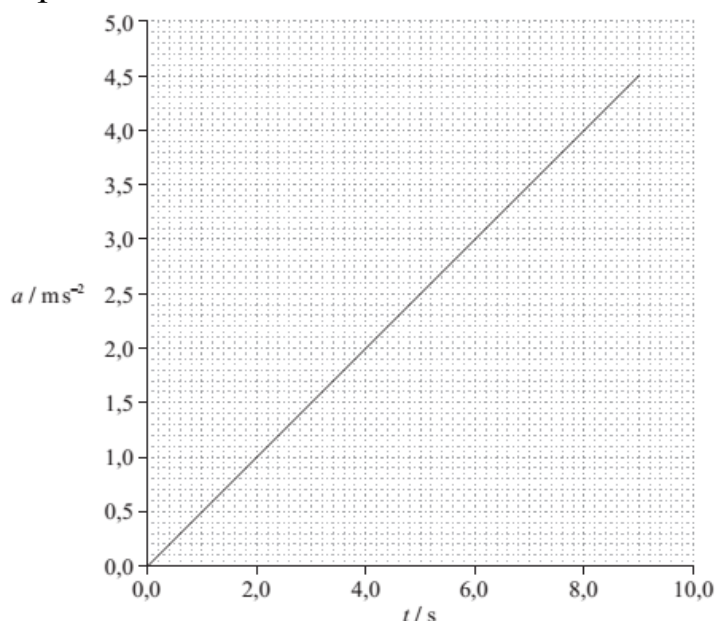
A. 25 ms^{-1}

B. 50 ms^{-1}

C. 75 ms^{-1}

D. 100 ms^{-1}

6. Una partícula acelera desde el reposo. La gráfica muestra cómo varía la aceleración a de la partícula con el tiempo t .



¿Cuál es la rapidez de la partícula en $t = 6,0 \text{ s}$?

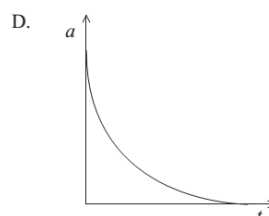
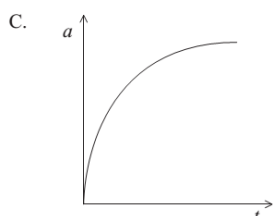
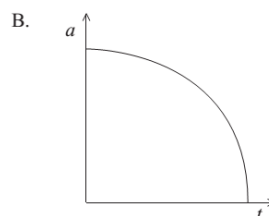
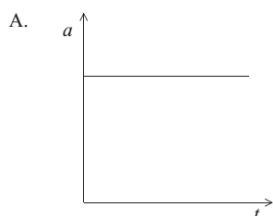
A. $0,5 \text{ m s}^{-1}$

B. $2,0 \text{ m s}^{-1}$

C. $9,0 \text{ m s}^{-1}$

D. 18 m s^{-1}

7. Se deja caer un objeto desde el reposo a una cierta altura sobre la superficie de la Tierra. Sobre el objeto actúa la resistencia del aire. ¿Cuál es para el objeto la variación de la aceleración a con el tiempo t ? **RPT. D**



8. ¿Cuál de las siguientes es una unidad de energía?

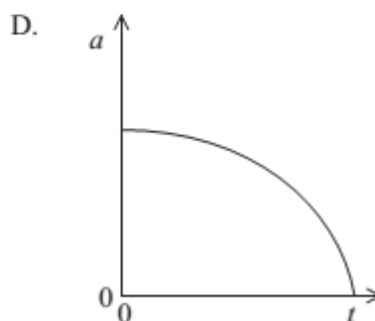
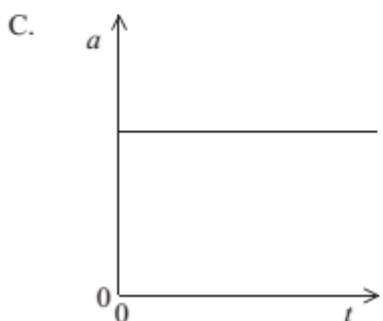
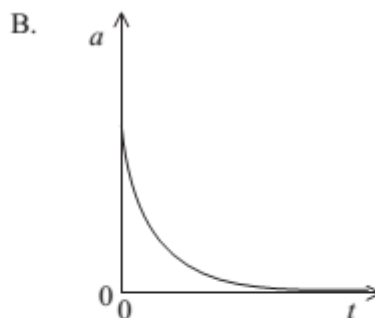
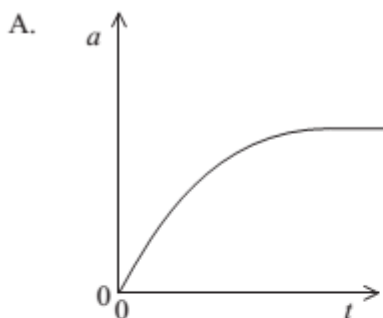
A. $\text{kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$

B. $\text{kg m}^2\text{s}^{-2}$

C. kg m s^{-2}

D. $\text{kg m}^2\text{s}^{-1}$

9. Se lanza una pelota de tenis desde la parte superior de un edificio muy alto. No puede despreciarse la resistencia del aire. ¿Cuál de las gráficas representa la variación con el tiempo t del módulo de la aceleración a de la pelota antes de que choque contra el suelo? **Rpt B**



10. Un objeto cae durante un tiempo de 0,25 s. La aceleración de caída libre es $9,8\text{ms}^{-2}$. Se calcula el desplazamiento. ¿Cuál de las siguientes opciones da el número correcto de cifras significativas para el valor calculado del desplazamiento del objeto?

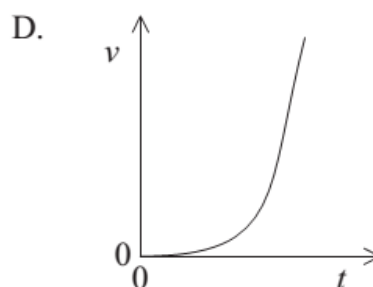
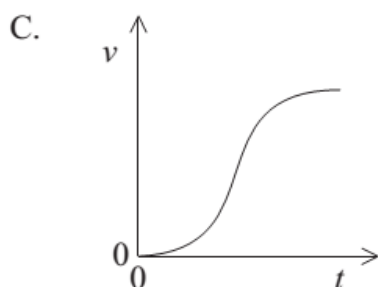
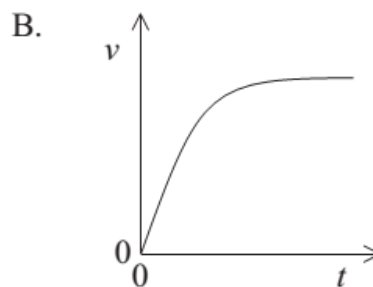
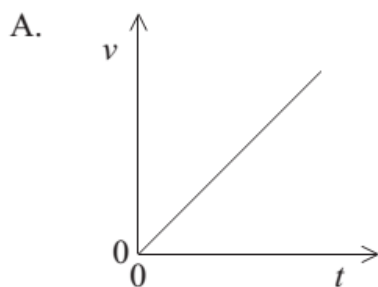
A. 1

B. 2

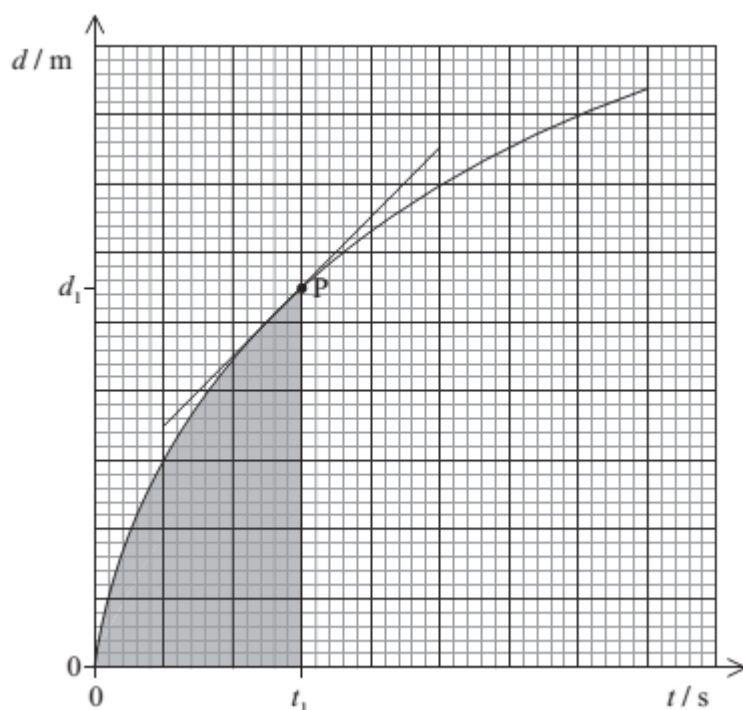
C. 3

D. 4

11. Una gota de lluvia que está cayendo desde el reposo en el instante $t=0$, alcanza su velocidad límite. ¿Qué gráfica representa mejor cómo varía la rapidez v con el tiempo t ? **Rpt. B**



12. La gráfica muestra cómo varía el desplazamiento d de un objeto con el tiempo t . También se muestra la tangente a la curva en el instante t_1 .



¿Cuál de las siguientes opciones da la rapidez del objeto en el punto P?

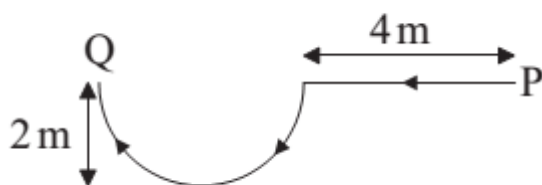
A. El gradiente en P

B. El área sombreada

C. $\frac{1}{\text{gradiente en } p}$

D. $\frac{d_1}{t_1}$

13. Samantha camina por un camino horizontal en la dirección indicada. La parte curvilínea del camino es un semicírculo.



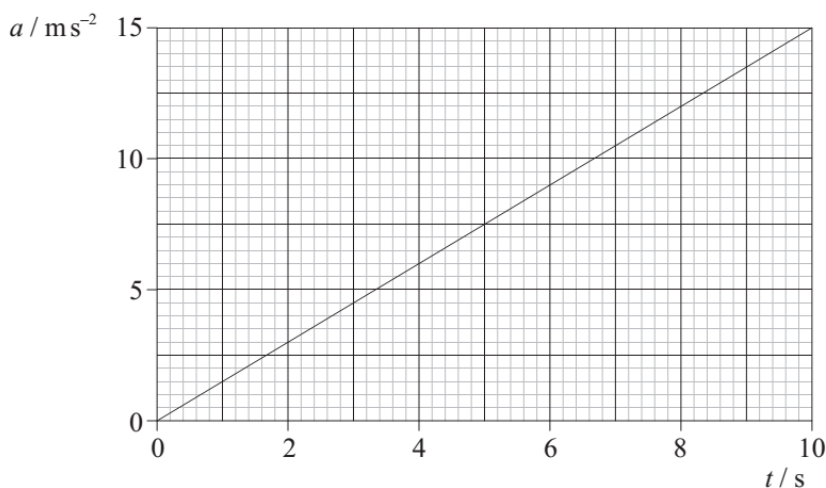
El módulo de su desplazamiento desde el punto P hasta el punto Q es de aproximadamente

- A. 2 m.
- B. 4 m.
- C. 6 m.
- D. 8 m.**

14. ¿Cuál de las siguientes magnitudes pueden determinarse a partir de una gráfica rapidez-tiempo?

- A. Desplazamiento
- B. Distancia**
- C. Potencia
- D. Fuerza

15. La gráfica muestra la variación con el tiempo t de la aceleración a de un cuerpo que parte del reposo en $t=0$.



¿Cuál de las siguientes indica la rapidez del objeto al cabo de 10 s?

- A. $0,67 \text{ ms}^{-1}$
- B. $1,5 \text{ ms}^{-1}$
- C. 75 ms^{-1}**
- D. 150 ms^{-1}

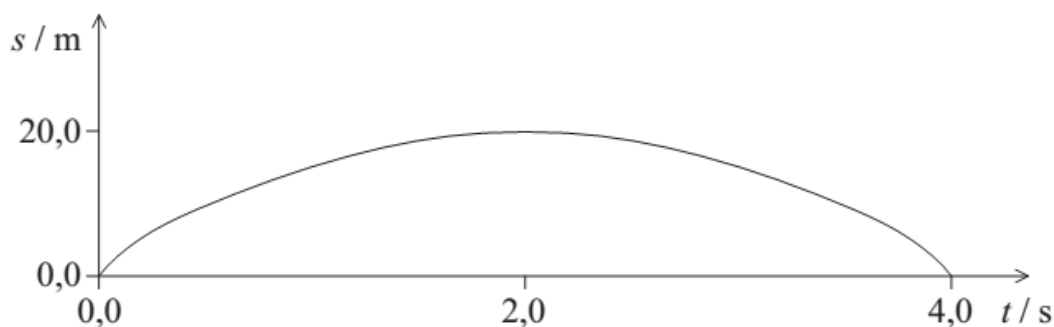
16. ¿Cuál de las siguientes es la definición de velocidad instantánea en un instante dado t ? **RPT. D**

- A. $\frac{\text{distancia recorrida}}{t}$
- B. El ritmo de cambio de la distancia recorrida, en t
- C. $\frac{\text{desplazamiento}}{t}$
- D. El ritmo de cambio del desplazamiento, en t

17. Se deja caer una pluma, partiendo del reposo, desde una altura de 9,0 m por encima de la superficie de la Luna. Tarda 3,0s en llegar a la superficie. Basándose en esta observación, ¿cuál de las siguientes constituye la mejor estimación de la aceleración de caída libre en la superficie de la Luna?

- A. $0,50 \text{ ms}^{-2}$
- B. $1,0 \text{ ms}^{-2}$
- C. $2,0 \text{ ms}^{-2}$
- D. $3,0 \text{ ms}^{-2}$

18. La gráfica siguiente muestra la variación con el tiempo t del desplazamiento s de un objeto que se mueve en línea recta.



La mejor estimación de la rapidez instantánea del objeto en $t = 2,0 \text{ s}$ es

- A. $0,0 \text{ m s}^{-1}$.
- B. $0,2 \text{ m s}^{-1}$.
- C. $5,0 \text{ m s}^{-1}$.
- D. $10,0 \text{ m s}^{-1}$.

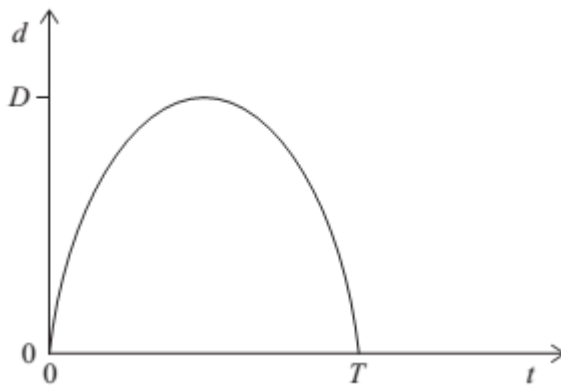
19. Un objeto tiene velocidad inicial u y aceleración a . Tras desplazarse una distancia s , su velocidad final es v . las cantidades u , v , a y s están relacionadas por la expresión

$$v^2 = u^2 + 2as.$$

¿cuál de las siguientes respuestas incluye las dos condiciones necesarias para que sea válida la ecuación? Rpt. C

A.	a tiene dirección y sentido constante	u y v están en la misma dirección y sentido
B.	a tiene dirección y sentido constante	a , u y v están en la misma dirección y sentido
C.	a tiene módulo constante	a tiene dirección y sentido constante
D.	a tiene módulo constante	u y v están en la misma dirección y sentido

20. Una pelota se lanza desde el suelo en vertical hacia arriba. El gráfico muestra la variación con el tiempo t del desplazamiento vertical d de la pelota.



¿Cuál de las siguientes respuestas expresa el desplazamiento final tras un tiempo T y la velocidad media entre los instantes $t=0$ y $t=T$? **Rpt. B**

	Desplazamiento	Velocidad media
A.	0	0
B.	0	$\frac{2D}{T}$
C.	$2D$	$\frac{2D}{T}$
D.	$2D$	0

21. El gráfico siguiente muestra la variación con el tiempo t de la aceleración a de una nave espacial.

La nave espacial está en reposo en $t=0$.

El área sombreada representa

A. la distancia recorrida por la nave entre $t=0$ y $t=T$.

B. la rapidez de la nave en $t=T$.

C. el ritmo al que cambia la rapidez de la nave entre $t=0$ y $t=T$.

D. el ritmo al que cambia la aceleración entre $t=0$ y $t=T$.

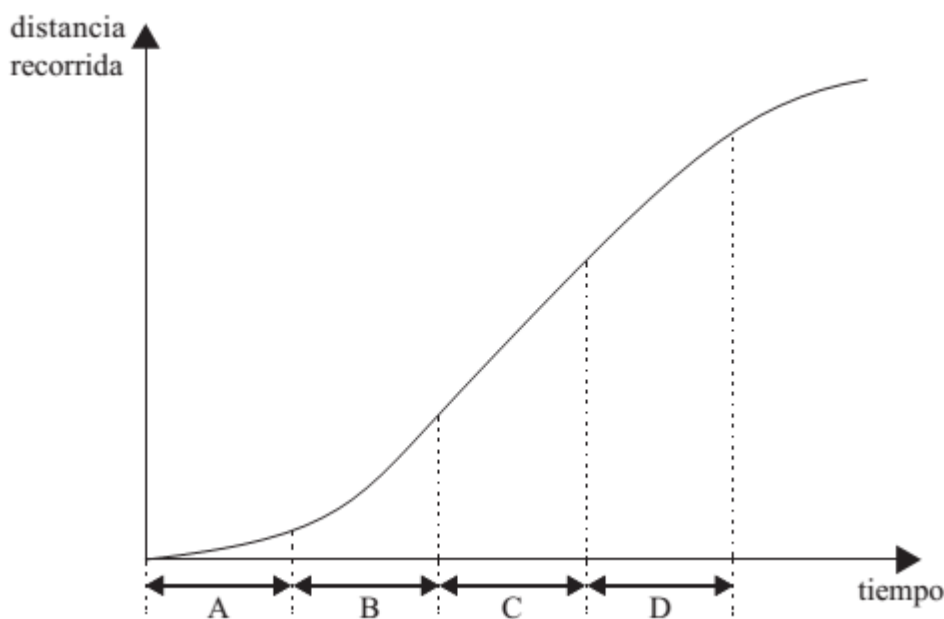
22. Una partícula se mueve desde el punto P al punto Q en un tiempo T. ¿Cuál de las siguientes opciones define correctamente la velocidad media y la aceleración media de la partícula? **Rpt.B**

	Velocidad media	Aceleración media
A.	$\frac{\text{desplazamiento de P a Q}}{T}$	$\frac{\text{cambio de rapidez de P a Q}}{T}$
B.	$\frac{\text{desplazamiento de P a Q}}{T}$	$\frac{\text{cambio de velocidad de P a Q}}{T}$
C.	$\frac{\text{distancia entre P y Q}}{T}$	$\frac{\text{cambio de rapidez de P a Q}}{T}$
D.	$\frac{\text{distancia entre P y Q}}{T}$	$\frac{\text{cambio de velocidad de P a Q}}{T}$

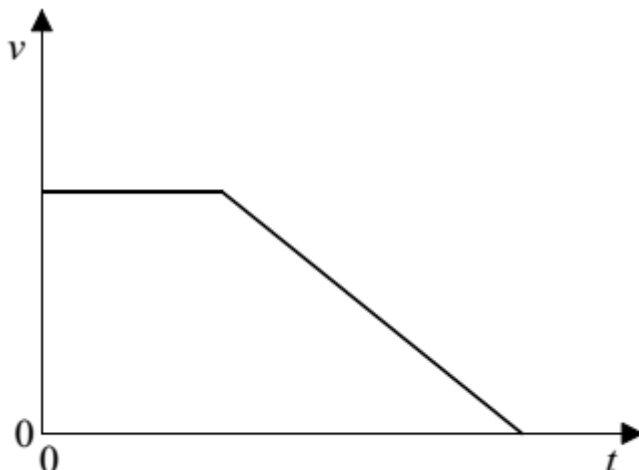
23. Dos piedras de diferente masa, X e Y, se dejan caer desde lo alto de un acantilado. La piedra Y se deja caer un corto intervalo de tiempo después que la piedra X. La resistencia del aire es despreciable. Mientras las piedras están cayendo, la distancia entre ellas

- A. disminuirá, si la masa de Y es mayor que la masa de X.
- B. aumentará, si la masa de X es mayor que la masa de Y.
- C. disminuirá, ya sea la masa de X mayor o menor que la masa de Y.
- D. aumentará, ya sea la masa de X mayor o menor que la masa de Y.**

24. El gráfico siguiente muestra la variación con el tiempo de la distancia recorrida por un automóvil a lo largo de una carretera rectilínea. ¿Durante qué intervalo de tiempo tiene el automóvil su máxima aceleración? Rpt. B



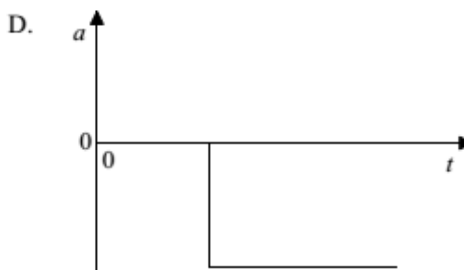
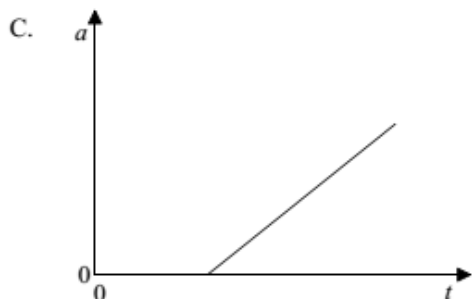
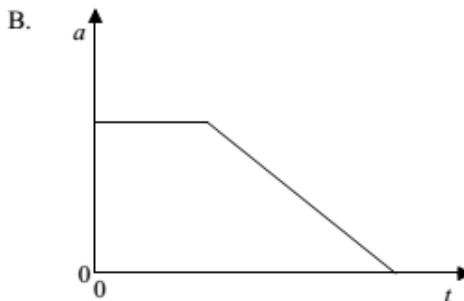
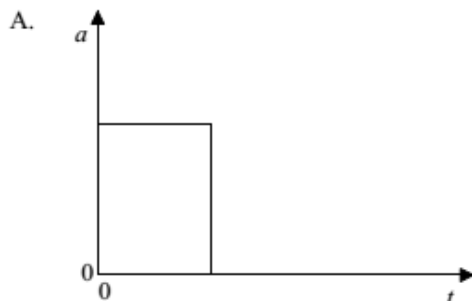
25. El siguiente diagrama se refiere a las preguntas 5 y 6. Muestra la variación con el tiempo t de la velocidad v de un objeto.



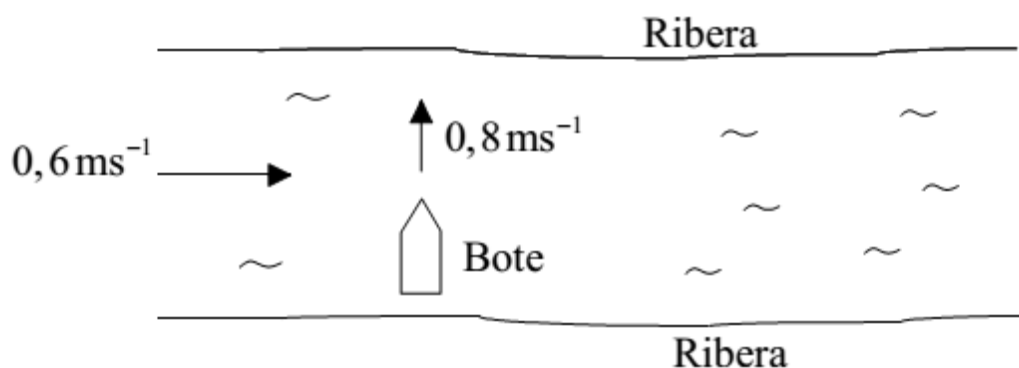
El área entre la línea del gráfico y el eje del tiempo representa

- A. la velocidad media del objeto.
- B. el desplazamiento del objeto.
- C. el impulso que actúa sobre el objeto.
- D. el trabajo efectuado sobre el objeto.

26. ¿Cuál de los siguientes gráficos muestra la variación con el tiempo t de la aceleración a del objeto? **Rpt. D**



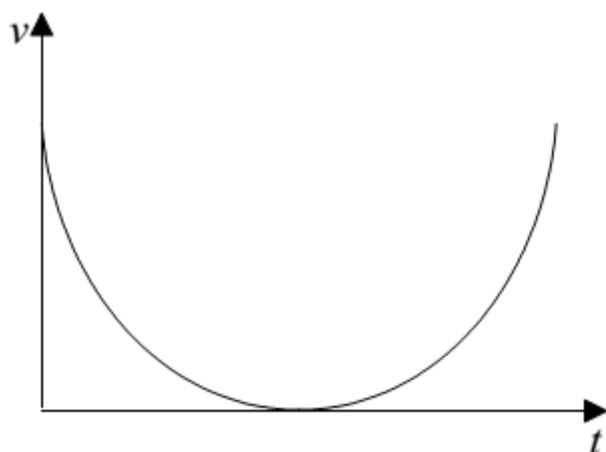
27. En el diagrama que sigue se muestra un bote que se dispone a cruzar un río a una velocidad de $0,8 \text{ ms}^{-1}$ en sentido perpendicular a la ribera. La corriente tiene una velocidad de $0,6 \text{ ms}^{-1}$ en la dirección que se indica.



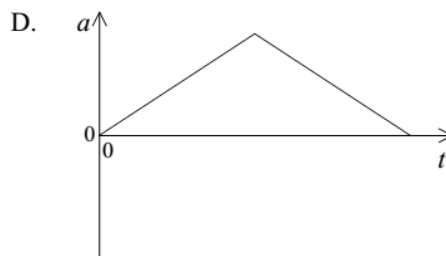
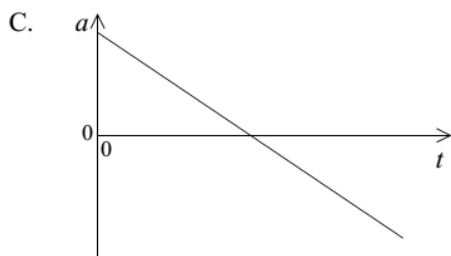
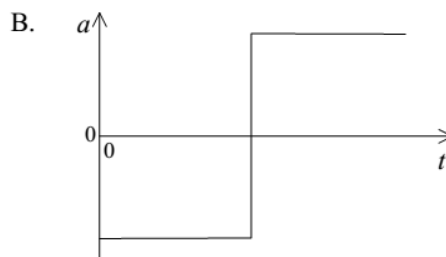
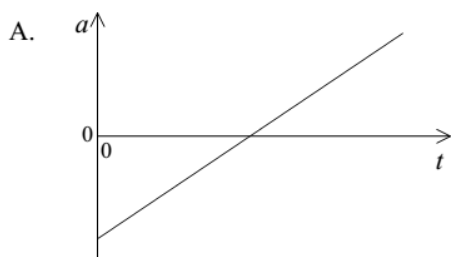
El módulo del desplazamiento del bote después de 5 segundos de dejar la ribera es

- A. 3 m.
- B. 4 m.
- C. 5 m.**
- D. 7 m.

28. El gráfico muestra cómo varía la velocidad v de un objeto con respecto al tiempo t .



¿Cuál de los siguientes gráficos representa mejor la variación de la aceleración a del objeto con respecto al tiempo t ? **Rpt. A**



29. Una pelota que parte del reposo tarda un tiempo t en caer una distancia vertical h . Si la resistencia del aire se considera despreciable, el tiempo necesario para que la pelota recorra una distancia vertical $9h$ partiendo de su posición de reposo es

A. $3t$.

B. $5t$.

C. $9t$.

D. $10t$.

30. Una gota de lluvia que cae por el aire alcanza una velocidad terminal determinada antes de chocar contra el suelo. A la velocidad terminal, la fuerza de rozamiento a la que se ve sometida la gota de lluvia es

A. cero.

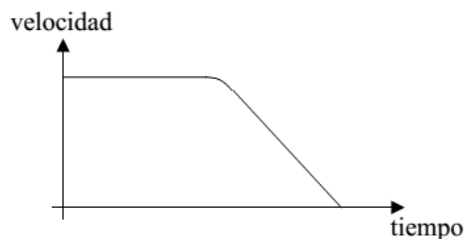
B. menor que el peso de la gota de lluvia.

C. mayor que el peso de la gota de lluvia.

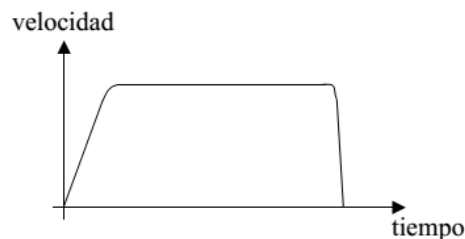
D. igual al peso de la gota de lluvia.

31. Una mujer paracaidista salta desde un avión. Después de caer libremente durante un breve intervalo de tiempo, abre su paracaídas y llega al suelo sin novedad. Cuál de los siguientes gráficos muestra mejor como varía su velocidad, desde el momento en que abandona el avión hasta que llega al suelo? **Rpt. C**

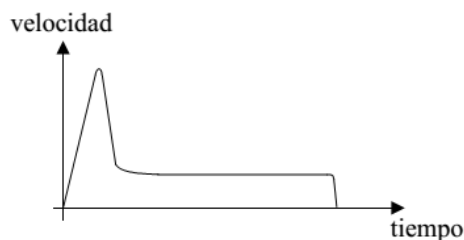
A.



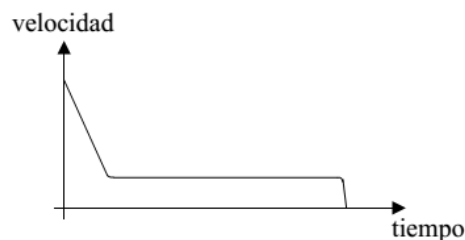
B.



C.

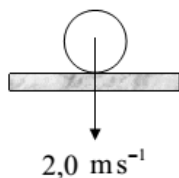


D.



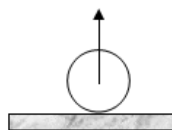
32. Se deja caer una pelota sobre una superficie horizontal plana. Justo antes de que golpee la superficie esta moviéndose con una rapidez de $2,0 \text{ ms}^{-1}$. Tras rebotar, abandona la superficie con una rapidez de $1,5 \text{ ms}^{-1}$ como se muestra en los diagramas siguientes.

Justo **antes** de golpear la superficie



Justo **después** de abandonar la superficie

$1,5 \text{ ms}^{-1}$



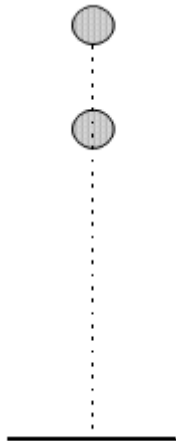
Si la pelota está en contacto con el suelo durante $0,1 \text{ s}$, el módulo de su aceleración media mientras dura ese contacto con el suelo es

- A. 35 ms^{-2}
- B. 20 ms^{-2}
- C. 15 ms^{-2}
- D. 5 ms^{-2}

33. Un coche está viajando en línea recta a lo largo de una carretera horizontal con rapidez v . El conductor pisa el pedal del freno y aplica la máxima fuerza de frenado. El coche recorre una distancia d hasta detenerse. Si el coche hubiese estado viajando con el doble de rapidez, $2v$, la distancia recorrida hasta detenerse habría sido

- A. $4d$.
- B. $3d$.
- C. $2d$.
- D. d .

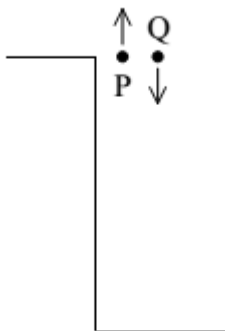
34. Dos piedras idénticas se dejan caer simultáneamente desde alturas diferentes. La resistencia del aire puede considerarse como despreciable.



Al caer las piedras la distancia entre ellas.

- A. aumentar continuamente.
- B. disminuir hasta que se toquen.
- C. permanecer constante.**
- D. aumentar inicialmente, permaneciendo constante después.

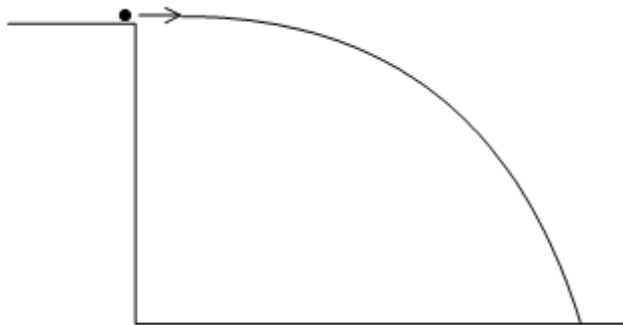
35. Dos piedras P y Q se arrojan desde el tejado de un edificio. P se arroja hacia arriba en vertical y Q hacia abajo en vertical también pero a mayor velocidad que P, como se indica. A su debido momento ambas piedras llegan al suelo.



Considerándose que la resistencia del aire es despreciable, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es verdad?

- A. P llega al suelo con la mayor velocidad.
- B. Q llega al suelo con la mayor velocidad.**
- C. Ambas piedras llegan al suelo con la misma velocidad.
- D. Qué piedra llega al suelo con la mayor velocidad es algo que depende de la altura del edificio.

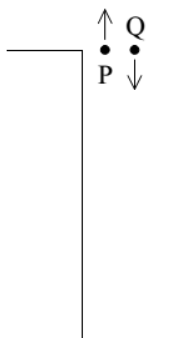
36. Un proyectil se lanza horizontalmente desde un acantilado y, a su debido momento, llega al suelo. Considérese que la resistencia del aire es despreciable. **Rpt. D**



¿Cómo se comportan los componentes vertical y horizontal de la velocidad del proyectil durante su recorrido?

	Componente vertical	Componente horizontal
A.	incrementa	incrementa
B.	incrementa	permanece constante
C.	permanece constante	incrementa
D.	permanece constante	permanece constante

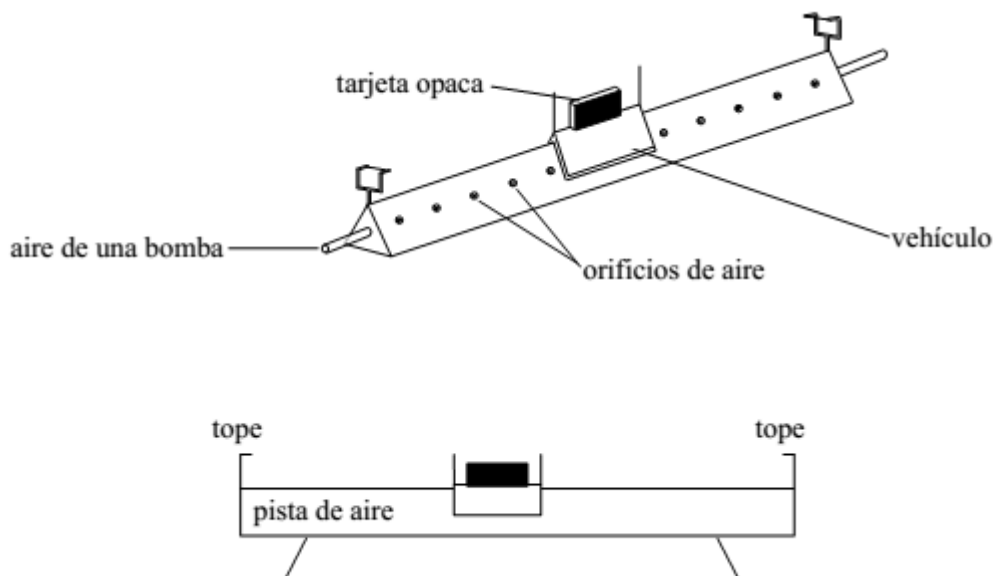
37. Desde la parte superior de un acantilado se arrojan las piedras P y Q. Una de ellas se arroja hacia arriba y la otra hacia abajo, pero ambas con la misma velocidad inicial. A su debido tiempo ambas llegan al suelo.



Si consideramos que la resistencia del aire es despreciable, ¿qué es lo que será cierto de las velocidades con las que las piedras chocan contra el suelo?

- A. Que la mayor velocidad es la de la piedra P al chocar contra el suelo.
- B. Que la mayor velocidad es la de la piedra Q al chocar contra el suelo.
- C. Que ambas piedras chocan contra el suelo a la misma velocidad.**
- D. Que las velocidades comparativas del impacto dependen de la altura del acantilado.

38. El croquis muestra un deslizador que se desplaza sobre una pista lineal de aire sin rozamiento.



¿Cuál de los siguientes gráficos representa mejor la variación de velocidad con el tiempo cuando el deslizador rebota atrás y adelante entre los topes elásticos? **Rpt. B**

Gráfico A

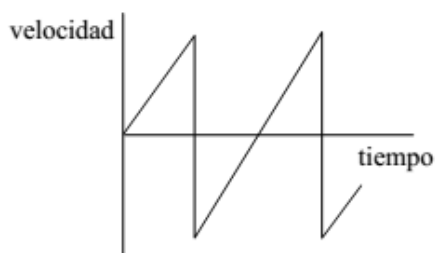


Gráfico B

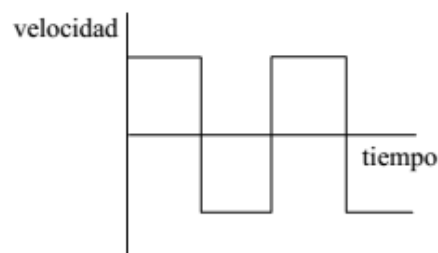


Gráfico C

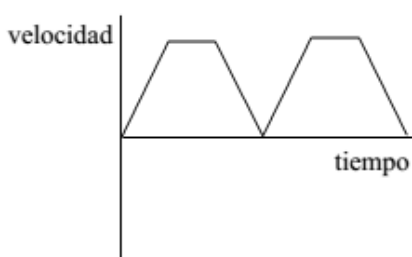
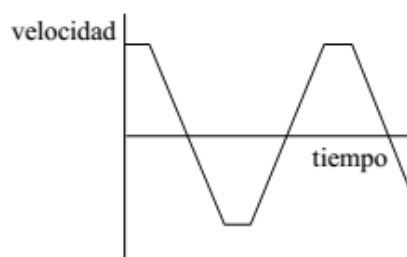
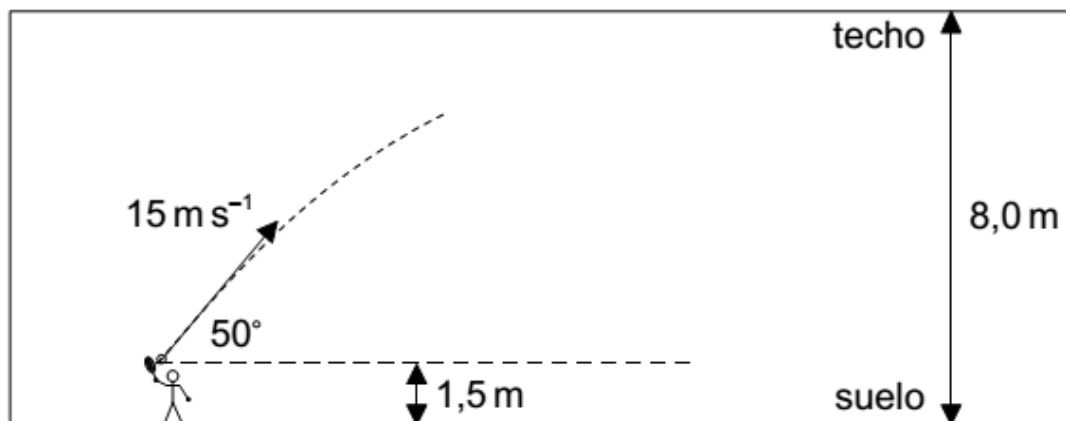


Gráfico D



Topic 2.1 – Motion - Paper 1.

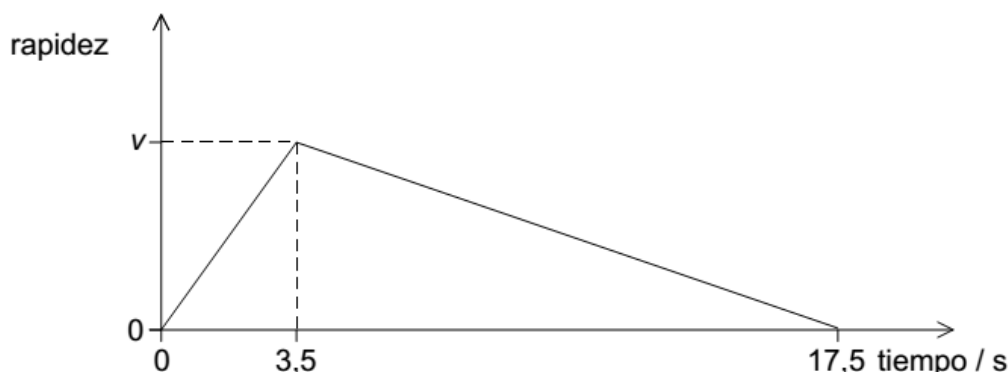
1. Se golpea con una raqueta una pelota de tenis desde un punto a 1,5 m sobre el suelo. El techo está a 8,0 m sobre el suelo. La velocidad inicial de la pelota es de 15 ms^{-1} a 50° sobre la horizontal. Suponga que la resistencia del aire es despreciable.



- (a) Determine si la pelota golpeará el techo. [3]
 (b) La pelota de tenis se encontraba parada antes de ser golpeada. Tiene una masa de $5,8 \times 10^{-2} \text{ kg}$ y estuvo en contacto con la raqueta durante 23 ms.
 (i) Calcule la fuerza media ejercida por la raqueta sobre la pelota. [1]
 (ii) Explique cómo se aplica la tercera ley de Newton cuando la raqueta golpea a la pelota de tenis. [2]

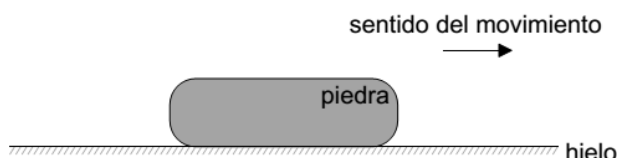
Question	Answers	Notes	Total
1. a	<p>determines component correctly / $15 \sin 50$ seen ✓</p> <p>$s = \frac{(15 \sin 50)^2}{2 \times 9.81} = 6.7 \text{ m}$ ✓</p> <p>correct reasoning consistent with candidate data ✓</p>	<p>Allow method via $v = u + at$. Allow use of $g = 10 \text{ ms}^{-2}$, gives 6.6 m and 8.1 m.</p> <p>Allow [2 max] for use of $15 \cos 50$, gives 4.7 m and 6.2 m.</p> <p>Allow [1 max] (as MP2) if 13 m is obtained due to use of 15 ms^{-1} rather than $15 \sin$ or $15 \cos 50$. If no unit given, assume metre.</p>	3
b i	<p>$F = \frac{(0.058 \times 15)}{0.023} = 38 \text{ N}$ OR 37.8 N ✓</p>	Do not penalise sf here. Working not required.	1
b ii	<p>force of ball on racket is equal to force of racket on ball or is 38 N ✓</p> <p>ball exerts force in opposite direction to force of racket on ball ✓</p>	<p>Do not accept "same force". Allow ECF from force value in bi</p> <p>Accept "opposite force" for "in opposite direction".</p> <p>Do not accept undefined references to "reaction" the direction of the forces must be clear.</p>	2

2. El curling es un deporte que se practica sobre una superficie horizontal de hielo. Un jugador empuja una piedra grande y lisa sobre el hielo durante varios segundos y la suelta. La piedra se sigue moviendo hasta que el rozamiento la hace parar. En la gráfica se muestra la variación con el tiempo de la rapidez de la piedra.



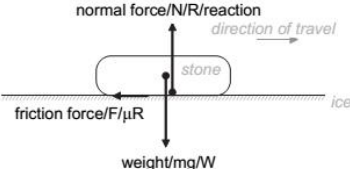
La distancia total recorrida por la piedra en 17,5 s es de 29,8 m.

- Determine la rapidez máxima v de la piedra. [2]
 - Determine el coeficiente de rozamiento dinámico entre la piedra y el hielo durante los últimos 14,0 s del movimiento de la piedra. [3]
- (Pregunta 2: continuación)
- El diagrama muestra la piedra durante su movimiento tras ser soltada.



Etiquete el diagrama mostrando las fuerzas que actúan sobre la piedra. La respuesta ha de incluir el nombre, la dirección y sentido y el punto de aplicación de cada fuerza. [3]

Question	Answers	Notes	Total
2. a	<p>evidence that area under graph used OR use of mean velocity \times time ✓</p> <p>«$\frac{29.8 \times 2}{17.5}$» = 3.41 «ms⁻¹» ✓</p>	<p>Award [2] for a bald correct answer.</p> <p>Award [1] for 1.70 ms⁻¹.</p>	2
b	<p>ALTERNATIVE 1</p> <p>«deceleration» = $\frac{3.41}{14.0}$ «= 0.243 ms⁻²» ✓</p> <p>$F = 0.243 \times m$ ✓</p> <p>$\mu = \frac{0.243 \times m}{m \times 9.81} = 0.025$ ✓</p> <p>ALTERNATIVE 2</p> <p>distance travelled after release = 23.85 «m» ✓</p> <p>KE lost = 5.81m «J» ✓</p> <p>$\mu_0 = \frac{\text{KE lost}}{mg \times \text{distance}} = \frac{5.81m}{23.85mg} = 0.025$ ✓</p>	<p>Award [3] for a bald correct answer. Ignore sign in acceleration. Allow ECF from (a) (note that $\mu = 0.0073 \times$ candidate answer to (a)).</p> <p>Ignore any units in answer. Condone omission of m in solution.</p> <p>Allow $g = 10 \text{ N kg}^{-1}$ (gives 0.024).</p>	3

Question	Answers	Notes	Total
c	<p>normal force, upwards, ignore point of application ✓</p> <p>weight/weight force/force of gravity, downwards, ignore point of application ✓</p> <p>friction/resistive force, to left, at bottom of stone, point of application must be on the interface between ice and stone ✓</p> 	<p>Force must be labeled for its mark to be awarded. Blob at poa not required.</p> <p>Allow OWTE for normal force. Allow N, R, reaction.</p> <p>The vertical forces must lie within the middle third of the stone.</p> <p>Allow mg, W but not "gravity".</p> <p>Penalise gross deviations from vertical/horizontal once only.</p> <p>Allow F, μR. Only allow arrows/lines that lie on the interface.</p> <p>Take the tail of the arrow as the definitive point of application and expect line to be drawn horizontal.</p> <p>Award [2 max] if any force arrow does not touch the stone</p> <p>Do not award MP3 if a "driving force" is shown acting to the right. This need not be labelled to disqualify the mark.</p> <p>Treat arrows labelled "air resistance" as neutral.</p> <p>N.B: Diagram in MS is drawn with the vertical forces not collinear for clarity.</p>	3

3. Esta pregunta trata sobre gravitación y movimiento circular uniforme. Fobos, una luna de Marte, tiene un periodo orbital de 7,7 horas y un radio orbital de $9,4 \times 10^3$ km.

- (a) Resuma por qué Fobos se mueve con movimiento circular uniforme. [3]
 (b) Demuestre que la rapidez orbital de Fobos es de aproximadamente 2 kms^{-1} . [2]
 (c) Deduzca la masa de Marte. [3]

- (a) gravitational provides centripetal force / gravitational provides force towards centre; (because radius is implied constant) (centripetal) force is constant;
 at 90° to velocity (vector)/orbit/direction / OWTE / $\left. \begin{array}{l} \frac{GmM}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \text{ (or re-arranged) and therefore speed} \\ \text{is constant (and motion is uniform);} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{(do not allow} \\ \text{"inwards/centripetal" for this} \\ \text{mark. The right angle must be} \\ \text{explicit)} \end{array} \quad [3]$
- (b) $v = \omega r$ and $\omega = \frac{2\pi}{T}$ combined;
 $v = \left(\frac{2\pi r}{T} \right) = \frac{2\pi \times 9.4 \times 10^6}{7.7 \times 3600} \text{ or } 2.1(3) \times 10^3 \text{ m s}^{-1}; \quad [2]$
 Allow approach from speed = $\frac{s}{t}$, do not allow approach from $v^2 = ar$ or $f = \frac{1}{T}$.
- (c) $m \frac{v^2}{r} = G \frac{mM}{r^2} \text{ or } F_c = F_G;$
 $M = \frac{v^2 r}{G} \text{ or } \frac{(2.13 \times 10^3)^2 \times 9.4 \times 10^6}{6.67 \times 10^{-11}};$
 $M = 6.4 \times 10^{23} \text{ kg from 2.13 or } 5.6 \times 10^{23} \text{ kg from 2;} \quad [3]$

4. En 1997, un coche de carreras, de masa $1,1 \times 10^4$ kg, logró el record del mundo de rapidez sobre tierra. El coche aceleró uniformemente en dos etapas como muestra la tabla. El coche partió del reposo.

	Tiempo / s	Rapidez alcanzada al final de la etapa / m s^{-1}
Etapas 1	0,0 – 4,0	44
Etapas 2	4,0 – 12	280

Utilice los datos para calcular

- (a) La aceleración media del coche en la etapa 1. [1]
 (b) La fuerza neta media requerida para acelerar el coche en la etapa 2. [3]
 (c) La distancia total recorrida por el coche en 12 s. [2]

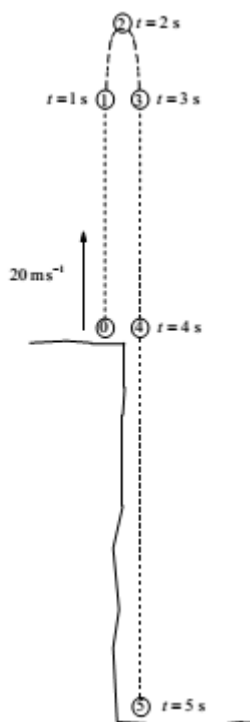
A2. (a) 11 ms^{-2} ; [1]

(b) $\Delta v = 236$;
 $a = \left(\frac{236}{8} \right) = 29.5 (\text{ms}^{-2})$;
 $(F = 1.1 \times 10^4 \times 29.5) = 3.2 \times 10^5 \text{ N}$; [3]
 Award [2 max] for omission of initial speed (answer is 390 kN).

(c) phase 1 distance 88 m / phase 2 distance 1296 m;
 total 1400 m; [2]
 Watch for significant figure penalty in this question (1384 m).
 Award [1 max] for $\frac{1}{2}at^2$ substituted correctly for first phase, if no distances
 evaluated and answer incorrect.
 Award [1 max] for correct addition of incorrect phase 1 and/or 2 distance(s).

5. Piedra lanzada hacia arriba desde un acantilado

Una piedra se lanza casi verticalmente hacia arriba a 20 ms^{-1} desde el borde de un acantilado según se indica. Finalmente aterriza en el suelo en la base del acantilado. El diagrama de la sucesión de abajo muestra la posición de la piedra a intervalos de un segundo. La Imagen 0 es justo después del lanzamiento, y la Imagen 5 es justo antes de aterrizar. Se supone que la aceleración gravitatoria es 10 ms^{-2} y se desprecia la resistencia del aire.



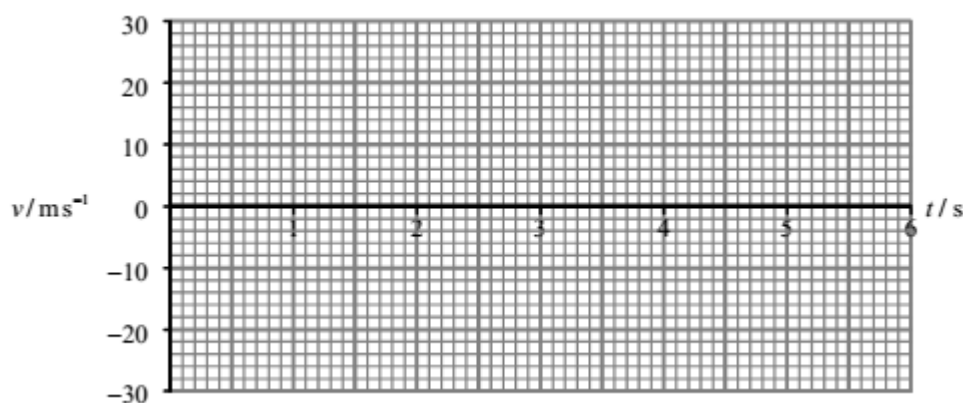
- (a) Decir si la aceleración de la piedra es hacia arriba, hacia abajo o cero, en cada uno de los siguientes casos:
 (i) cuando la piedra está en su camino hacia arriba. [3]
 (ii) cuando la piedra está en su camino hacia abajo. [3]
 (iii) cuando la piedra está en lo más alto de su trayectoria. [3]

(b) Dibujar un vector junto a cada una de las seis imágenes para representar la velocidad Instantánea en esa etapa del movimiento. El vector en la posición 0 se halla ya dibujado.

Prestar especial atención al sentido y las longitudes relativas de los vectores, e identificar los mismos con sus módulos en ms^{-1} [2]

(c) En cada imagen de la piedra, dibujar vectores que representen la fuerza(s) que actúan sobre la piedra en aquel instante. Prestar atención tanto a al módulo como al sentido. Decir cuál es el origen de cualquier fuerza. [3]

(d) Dibujar una gráfica de velocidad-tiempo para representar el movimiento de la piedra. Identificar en la gráfica las etapas que representan movimiento hacia arriba y movimiento hacia abajo, e identificar el punto más alto del movimiento.



(e) ¿Qué representa el gradiente del gráfico? [1]

(f) Determinar la altura del acantilado. [3]

B3. Part 1

(a) (i) Downward.

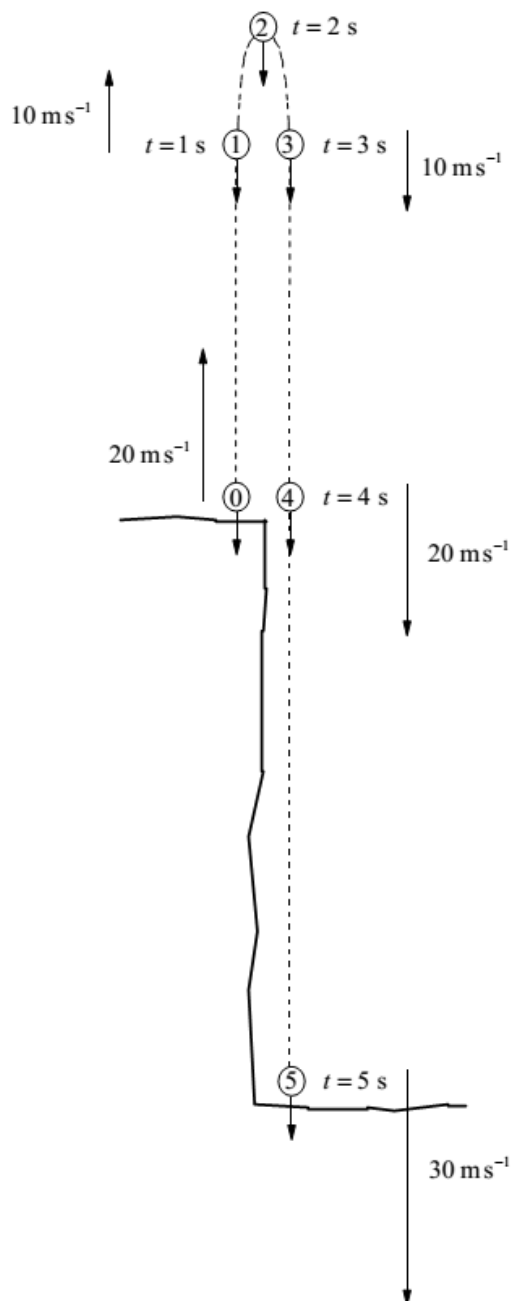
[1]

(ii) Downward.

[1]

(ii) Downward.

[1]



- (b) *Answer:* Given vector of 20 ms^{-1} : then 10 ms^{-1} upward, zero (no vector), 10 ms^{-1} downward, 20 ms^{-1} downward and 30 ms^{-1} downward.

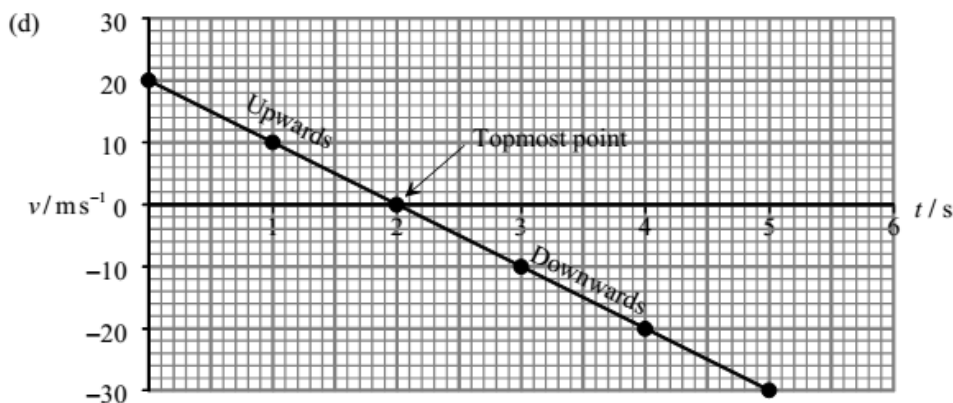
(Award [1] for all directions right, [1] for relative vector lengths, [1] for magnitudes.)

[3]

- (c) All force vectors down and of same length ([1]). Origin: gravitational force to earth ([1]).

[2]

(Subtract up to [2] for any wrong or nonexistent forces (judge overall understanding of dynamics of motion).)



(Award [2] for the graph and [1] for all correct labels.)

[3]

- (e) The stone's acceleration.

[1]

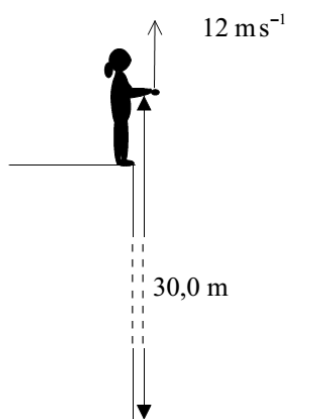
(f) $s = ut + \frac{1}{2}at^2$

$$= 20 \times 5 + \frac{1}{2}(-10)25 = 100 - 125 = -25 \text{ m.}$$

[3]

(Award [1] for approach and equation, [1] for correct substitutions and signs, [1] for calculation and implicit interpretation of minus sign.)

6. Esta pregunta trata sobre el movimiento vertical bajo los efectos de la gravedad. Una niña se encuentra al borde de un acantilado vertical y arroja una piedra hacia arriba en vertical. A su debido tiempo la piedra cae al mar que queda debajo. La piedra sale de su mano con una velocidad de 12 ms^{-1} y a una altura de $30,0 \text{ m}$ por encima del nivel del mar.



Si se considera que la aceleración de la gravedad es de 10 ms^{-2} y que la resistencia del aire es despreciable, determine.

(a) la máxima altura a la que llega la piedra, medida desde el nivel del mar.[2]

(b) el tiempo necesario para que la piedra toque el mar, desde el momento en que sale de la mano de la niña. [5]

(c) Trabajando en el espacio que se deja más abajo, trace un bosquejo de grafica que muestre como varia la velocidad de la piedra con respecto al tiempo, desde el momento que esta deja la mano hasta el momento justo anterior a tocar la superficie del mar.

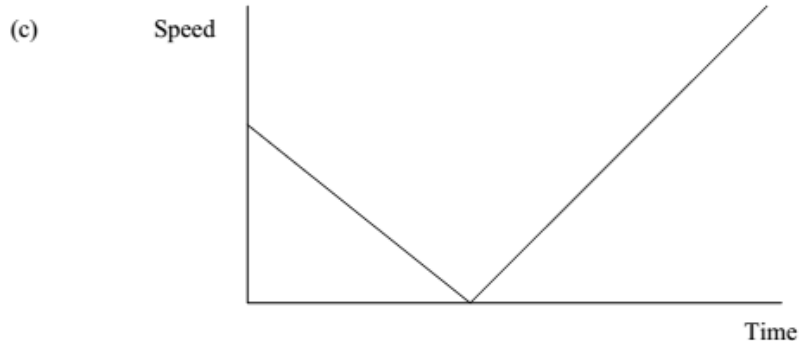
(Observe que se trata de una gráfica a mano alzada y que no hay que añadir valores en los ejes).

- A2. (a) use $v^2 = 2gh$
to give $h = 7.2 \text{ m}$;
above sea-level = 37.2 m ;

[1]
[1]
[max 2]

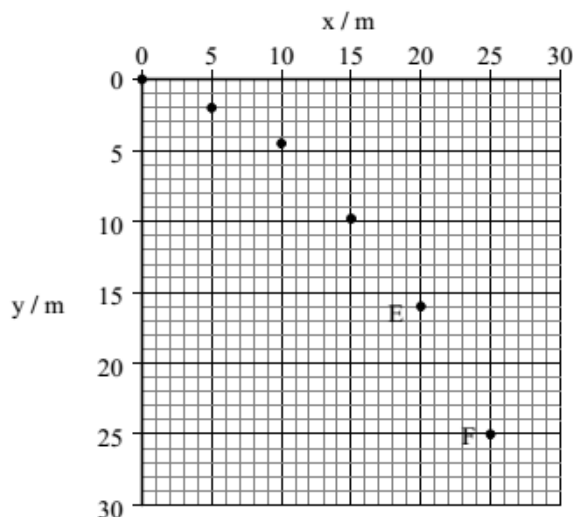
- (b) use $v = u + gt$ to find time to reach maximum height;
 $t = 1.2 \text{ s}$;
use $v^2 = u^2 + 2gh$ to find the speed with which stone hits the sea
gives $v = 27.3 \text{ ms}^{-1}$;
use $v = u + gt$ to give $t = 1.52 \text{ s}$;
total time = $1.52 + 2.4 = 3.9 \text{ s}$;
or they might use $-30 = 12t - 5t^2$;

[1]
[1]
[1]
[1]
[1]
[max 5]



7. Movimiento de un proyectil sobre un planeta

En un planeta de un lejano sistema solar, se lanza un proyectil horizontalmente desde un acantilado. En el gráfico de más abajo se representan las posiciones horizontal (x) y vertical (y) del proyectil cada 0,5 segundos.



- Determine la velocidad inicial con que fue lanzado el proyectil. [2]
- A partir de los datos representados, ¿cómo puede determinar usted que la atmósfera del planeta no tiene un efecto significativo sobre el movimiento del proyectil?. [2]
- Indique dos razones por las cuales el valor de la aceleración de gravedad en este, o cualquier otro planeta, es probable que sea diferente que en la Tierra. [2]
- Dibuje un vector sobre el gráfico para representar el desplazamiento del proyectil entre los puntos E y F del movimiento. A continuación, dibuje los vectores que representan las componentes horizontal y vertical de ese desplazamiento. [2]
- Determine la componente vertical de la velocidad media del proyectil entre los puntos E y F. [2]
- Se dispara otro proyectil con la mitad de rapidez que el primero. Trace sobre el gráfico anterior las posiciones de este proyectil a intervalos de tiempo de 0,5 s. [2]

A1. Projectile motion on a planet

- (a) horizontal: projectile moves 5 m in 0.5 s;

$$\text{so } v = \frac{5}{0.5} = 10 \text{ ms}^{-1};$$

[2 max]

- (b) horizontal distance travelled between images is always the same;
so no significant atmosphere, since air resistance would otherwise slow the horizontal motion;

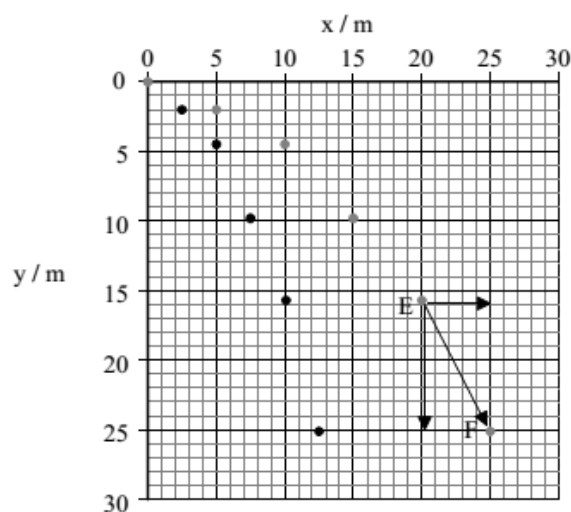
[2 max]

- (c) different planet mass than Earth;
and different radius than Earth;

[2 max]

- (d) displacement vector;
horizontal component vector;
vertical component vector;

[3 max]



- (e) vertical: 9 m in 0.5 s;
 $v = 18 \text{ ms}^{-1};$

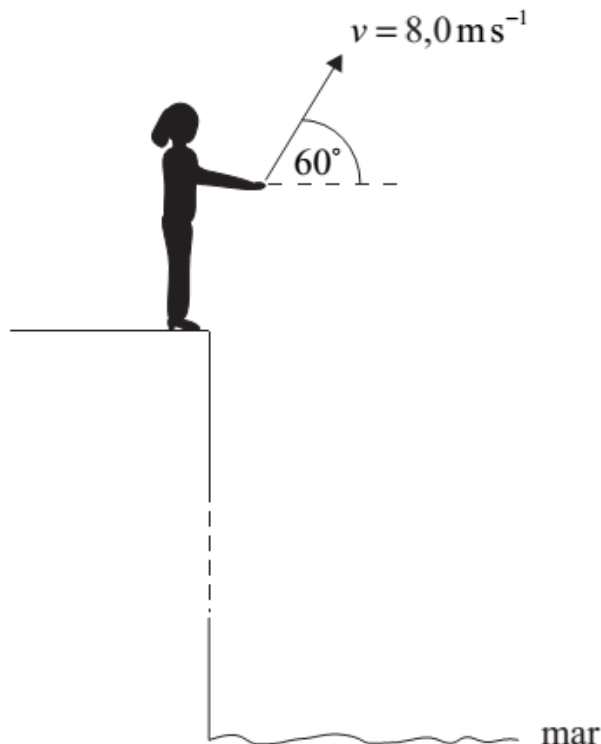
[2 max]

- (f) half previous horizontal spacing;
same vertical positions at each time interval;

[2 max]

8. Esta pregunta trata de la trayectoria de un movimiento.

Antonia está de pie en el borde de un acantilado y lanza una piedra hacia arriba formando un ángulo de 60° con la horizontal.



La piedra abandona la mano de Antonia con una velocidad $v = 8.0 \text{ ms}^{-1}$. El tiempo transcurrido desde que la piedra abandona la mano de Antonia hasta que impacta en el mar es de 3.0 s. La aceleración de caída libre g es de 10 ms^{-2} y todas las mediciones de distancias se toman desde el punto en que la piedra abandona la mano de Antonia.

Ignorando la resistencia del aire, calcular

(a) la altura máxima alcanzada por la piedra. [3]

(b) la distancia horizontal recorrida por la piedra. [2]

A2. (a) $v_v = 8.0 \sin 60 = 6.9 \text{ ms}^{-1}$;

$$h = \frac{v_v^2}{2g};$$

to give $h = 2.4 \text{ m}$;

Award [1] if $v = 8.0 \text{ ms}^{-1}$ to get $h = 3.2 \text{ m}$ is used. [3]

(b) $v_h = 8.0 \cos 60$;

range $= v_h t = 8.0 \cos 60 \times 3 = 12 \text{ m}$;

Award [1] if $v = 8.0 \text{ ms}^{-1}$ to get $R = 2.4 \text{ m}$ is used. [2]