

Año Número

2	0	1	9
0	6	2	0

Código de alumno

Primer examen 03 JUN 2019

ENTREGADO
A

Espinoza Zubiate, Gabriel Jesús

Apellidos y nombres del alumno (letra de imprenta)


Firma del alumno

Curso: Fundamentos de física

Horario: A 123-1

Fecha: 14/5/19

Nombre del profesor: Luis Vilcapoma




Firma del profesor

INDICACIONES

1. Llene todos los datos que se solicitan en la carátula, tanto los personales como los del curso.
2. Utilice las zonas señaladas del cuadernillo para presentar su trabajo en limpio. Queda terminantemente prohibido el uso de hojas sueltas.
3. Presente su trabajo final con la mayor claridad posible. No desglose ninguna hoja de este cuadernillo. Indique de una manera adecuada si desea que no se tome en cuenta alguna parte de su desarrollo.
4. Presente su trabajo final con la mayor pulcritud posible. Esto incluye lo siguiente:
 - cuidar el orden, la redacción, la claridad de expresión, la corrección gramatical, la ortografía y la puntuación en su desarrollo;
 - escribir con letra legible, dejando márgenes y espacios que permitan una lectura fácil;
 - evitar borrones, manchas o roturas;
 - no usar corrector líquido;
 - realizar los dibujos, gráficos o cuadros requeridos con la mayor exactitud y definición posibles.
5. No seguir estas indicaciones influirá negativamente en su calificación.
6. Al recibir este examen calificado, tome nota de las sugerencias que se le dan en la contracarátula del cuadernillo.

FUNDAMENTOS DE FÍSICA
PRIMER EXAMEN
SEMESTRE ACADÉMICO 2019-1

Duración: 3 horas

Elaborado por los profesores del curso
Coordinadores: Ana Paula Galarreta y Carlos Pizarro

ADVERTENCIAS:

- Todo dispositivo electrónico (teléfono, tableta, computadora u otro) deberá permanecer apagado durante la evaluación.
- Coloque todo aquello que no sean útiles de uso autorizado durante la evaluación en la parte delantera del aula, por ejemplo, mochila, maletín, cartera o similar, y procure que contenga todas sus propiedades. La apropiada identificación de las pertenencias es su responsabilidad.
- En caso de que el tipo de evaluación permita el uso de calculadoras, estas no podrán ser programables.
- Quienes deseen retirarse del aula y dar por concluida su evaluación no lo podrán hacer dentro de la primera mitad del tiempo de duración destinado a ella.

INDICACIONES:

- No se pueden usar apuntes de clase, libros, tablas o computadora personal.
- El uso de calculadora es personal. La calculadora utilizada no puede ser ni programable ni graficadora.
- Al escribir las respuestas, debe calcular el valor numérico y escribirlo con al menos dos decimales (no deje el cálculo indicado).
- Realice su procedimiento con lápiz y escriba todas sus respuestas con lapicero.
- Enumere todas las páginas del cuadernillo en la parte superior del 1 al 8 (cada cuadernillo tiene 8 páginas). Escriba sus procedimientos y respuestas en el orden siguiente:
 - PREGUNTA 1: Página 1 (únicamente las respuestas)
 - PREGUNTA 2: Páginas 2 y 3 (procedimiento y respuestas)
 - PREGUNTA 3: Páginas 4 y 5 (procedimiento y respuestas)
 - PREGUNTA 4: Páginas 6 y 7 (procedimiento y respuestas)
 - BORRADOR: Páginas 8-12 (no se revisarán estas páginas)

DE NO RESOLVER LAS PREGUNTAS EN EL ORDEN INDICADO,
SE LE DESCONTARÁ 1 PUNTO DE LA NOTA FINAL

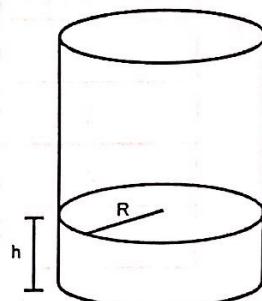
PREGUNTA 1 (8 puntos)

Responda a esta pregunta en la PÁGINA 1 con lapicero. Escriba únicamente la respuesta final. Realice su procedimiento en las páginas 8-12. Cada pregunta vale un punto (no hay puntajes parciales).

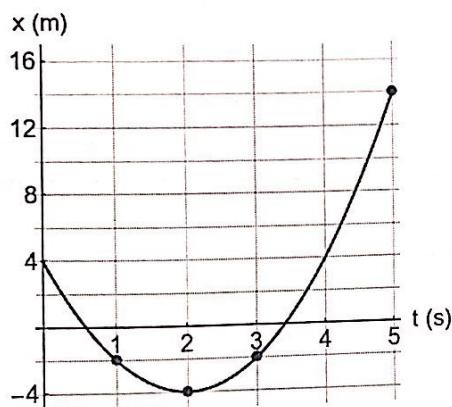
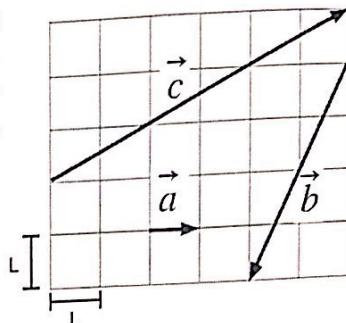
El aceite de cocina es un líquido que tiene densidad $0,93 \text{ g/cm}^3$ y por lo tanto es menos denso que el agua. Una gota de aceite tiene una masa igual a $4,65 \times 10^{-5} \text{ kg}$. Un cocinero experto en gastronomía molecular utiliza un vaso diminuto para hacer un postre novedoso. Como parte de la receta, echa 15 gotas de aceite en el vaso cuando está vacío. La altura del aceite es de $h = 8 \text{ mm}$ y el radio es desconocido (tal como se muestra en la figura). Suponga que el vaso es cilíndrico. Nota: $V_{\text{cilindro}} = \pi R^2 h$ y densidad = masa/volumen.

a) Determine el volumen de las 15 gotas de aceite.

b) Determine el radio del vaso (R).



- c) Los vectores \vec{a} , \vec{b} y \vec{c} se muestran en la figura de la derecha. Se sabe que la longitud L es 2 pies. Un gato realiza cuatro desplazamientos dados por los vectores $3\vec{a}$, $(1/2)\vec{b}$, $(-2/3)\vec{c}$ y \vec{d} . Si el desplazamiento resultante es un vector que apunta verticalmente hacia abajo y tiene magnitud 4 pies, ¿cuál es la magnitud del vector \vec{d} ?



Un carrito de juguete se mueve sobre el eje x según el gráfico posición-tiempo mostrado a la izquierda. Se sabe que el carrito se mueve con aceleración constante.

- d) Determine la posición del carrito para todo instante desde $t = 0$ s hasta $t = 6$ s. Es decir, determine $x(t)$.

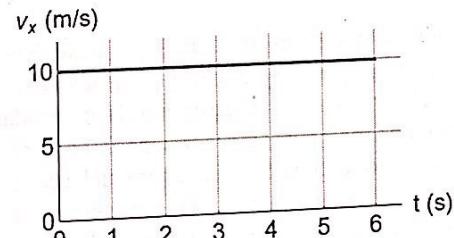
- e) Indique en qué intervalo(s) la rapidez del móvil aumenta.

El móvil A se mueve en línea recta a lo largo del eje x. Un sensor registra las posiciones de A en los primeros segundos de su movimiento, las cuales se muestran en la tabla 1. Por otro lado, el móvil B también se mueve en línea recta a lo largo del eje x, de forma que su velocidad está dada por el gráfico mostrado. Se sabe que A y B se encuentran en $t = 5$ s.

Tabla 1. Posiciones de A

Instante (s)	Posición (m)
0	120
2	100
4	80
6	60

Gráfico v_x -t de B

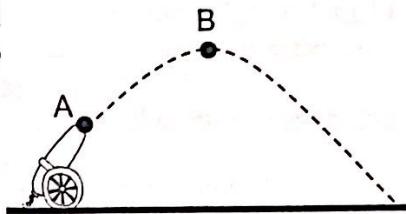


- f) Determine la posición para todo instante del A desde $t = 0$ hasta $t = 6$ s. Es decir, determine $x_A(t)$.

- g) Determine la posición para todo instante del B desde $t = 0$ hasta $t = 6$ s. Es decir, determine $x_B(t)$.

- h)** Una bala de cañón sale disparada con rapidez 20 m/s. La velocidad inicial de la bala forma un ángulo de 40° con la horizontal. En el punto más alto (punto B), ¿cuál es la rapidez de la bala?

¿resistencia del aire?



PREGUNTA 2 (4 puntos)

Responda a esta pregunta en las PÁGINAS 2 y 3. Realice su procedimiento con lápiz y escriba las respuestas con lapicero. Es obligatorio que justifique claramente su procedimiento.

Un bus se mueve en línea recta por la Panamericana Sur. En $t = 0$ h, el bus se encuentra en un peaje, ubicado en $x = 0$ km. En ese instante ($t = 0$ h), el bus parte del reposo y se mueve con aceleración constante $a_x = 200 \text{ km/h}^2$ hasta alcanzar una rapidez de 50 km/h. Una vez que alcanza esta rapidez (50 km/h) la mantiene por 15 minutos. Luego, el bus sufre una avería y reduce su rapidez con una aceleración constante de magnitud 500 km/h^2 hasta que se detiene.

En el mismo instante en el que el bus parte del reposo, un maratonista parte de $x = 9$ km con velocidad constante $v_x = 15 \text{ km/h}$, la cual mantiene por 45 minutos.

Para esta pregunta, escriba todas sus respuestas utilizando las siguientes unidades: posición (x) en kilómetros, velocidad (v_x) en km/h, aceleración (a_x) en km/h^2 y tiempo en h.

- (1,5 puntos) Determine la posición del bus para todo instante desde que parte del peaje en $t = 0$ h hasta que se detiene. Es decir, determine $x_B(t)$.
- (2 puntos) Realice el gráfico posición-tiempo del bus y el maratonista desde $t = 0$ h hasta que el bus se detiene (en una misma figura, a escala).
- (0,5 puntos) ¿En qué instante el bus y el maratonista están separados 100 m por segunda vez?

PREGUNTA 3 (4 puntos)

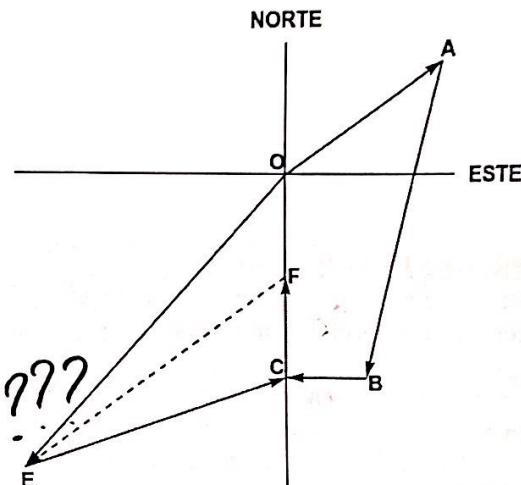
Responda a esta pregunta en las PÁGINAS 4 y 5. Realice su procedimiento con lápiz y escriba las respuestas con lapicero. Es obligatorio que justifique claramente su procedimiento y escriba todas sus respuestas utilizando el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Un grupo de arqueólogos se encuentra haciendo trabajo de campo en la sierra del Perú. Para cubrir una mayor zona, un día deciden separarse en dos grupos. Uno de ellos se encuentra a cargo de María y el otro a cargo de Julio. A las 9:00 a.m., ambos grupos parten del campamento (punto O) en diferentes direcciones. El grupo de María camina 1200 metros en dirección N58°E hasta encontrarse con unas ruinas (punto A). Después de registrar la ubicación de las ruinas y realizar unas observaciones preliminares, caminan en dirección S15°O por 45 minutos con rapidez constante 2,52 km/h hasta llegar al punto B, en que se detienen a almorzar.

Por otro lado, el grupo de Julio tiene planificado visitar una excavación que se encuentra 2450 metros al sur-oeste del punto de partida. Los arqueólogos caminan en línea recta por unos minutos hasta llegar a la excavación (punto E) y permanecen en el lugar por 4 horas tomando fotografías y registrando información. Luego, almuerzan en el mismo lugar. Cuando terminan de almorzar, coordinan con el grupo de María, quedando en encontrarse en el punto C, ubicado 1190 m al sur del punto de partida (la distancia entre los puntos C y O es 1190 m).

Cuando los dos grupos se reúnen en el punto C, descansan un rato y emprenden el camino de regreso al campamento. Cuando se encuentran a mitad de camino (punto F), Julio se da cuenta que dejó su cámara fotográfica en el lugar de la excavación (punto E), por lo que vuelve corriendo a buscarla.

- (1,5 puntos) Indique las componentes de los vectores \overline{OA} , \overline{AB} y \overline{OE} mostrados en la figura. Escriba cada una de las componentes con dos decimales y justifique claramente cómo las obtuvo.
- (1 punto) Indique las componentes del vector \overline{EC} mostrado en la figura. Escriba cada una de las componentes con dos decimales y justifique claramente cómo las obtuvo.
- (1,5 puntos) Cuando Julio corre del punto F al punto E, ¿qué distancia recorre? y ¿en qué dirección se desplaza? Para dar la dirección, indique el ángulo que forma con el eje +x, medido en sentido antihorario.

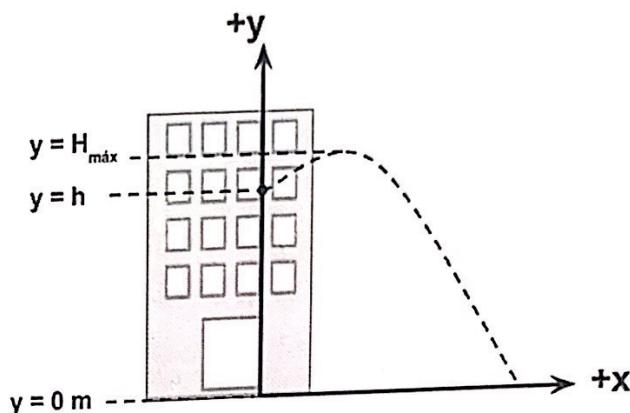


PREGUNTA 4 (4 puntos)

Responda a esta pregunta en las PÁGINAS 6 y 7. Realice su procedimiento con lápiz y escriba las respuestas con lapicero. Es obligatorio que justifique claramente su procedimiento.

Un estudiante baja corriendo las escaleras de su edificio para poder llegar temprano a una sesión de laboratorio. Su mamá se da cuenta que ha olvidado su cartuchera, y le avisa por el intercomunicador que se la va a lanzar por la ventana. El estudiante parte del reposo en $t = 0$ s desde la puerta del edificio ($x = 0$ m) y acelera hasta alcanzar una rapidez de 4 m/s después de 2 segundos, la cual mantiene constante. En ese instante ($t = 2$ s), su mamá lanza la cartuchera con rapidez inicial 4 m/s y un ángulo desconocido θ . La cartuchera tarda 2 segundos en llegar al piso pero, lamentablemente, el estudiante no logra atrapar la cartuchera.

Se sabe que la mamá lanza la cartuchera desde una altura $h = 14,6$ m y que la resistencia del aire no afecta su movimiento.



a) (1 punto) Determine la posición para todo instante del estudiante desde que empieza a correr hasta que la cartuchera llega al piso. Es decir, determine $x_E(t)$. Utilice el sistema de coordenadas mostrado en la figura.

b) (1 punto) Indique con qué ángulo (con respecto a la horizontal) la mamá lanza la cartuchera.

c) (1 punto) Determine la posición $\bar{r}_C(t)$ de la cartuchera para todo instante desde que es lanzada en $t = 2$ s hasta que llega al piso. Utilice el sistema de coordenadas mostrado en la figura.

d) (1 punto) Un segundo antes que la cartuchera llegue al piso, ¿cuál es la dirección del vector velocidad? Indique el ángulo que forma con el eje +x, medido en sentido antihorario.

San Miguel, mayo de 2019

Presente aquí su trabajo

1

Zona exclusiva para
cálculos y desarrollos
(borrador)

columna A

1. a) ~~0,75 cm³~~

b) ~~5,46 mm~~

c) ~~5,66 ft~~

d) $x(t) = (4 - 8t + 2t^2)m, 0 \leq t \leq 6s.$

e) desde $t = 2s$ hasta $t = 6s.$

f) $X_A(t) = (120 - 10t)m, 0 \leq t \leq 6s.$

g) $X_B(t) = (20 + 10t)m, 0 \leq t \leq 6s.$

h) ~~15,32 m/s~~

2

Presente aquí su trabajo

Zona exclusiva para
cálculos y desarrollos
(borrador)

0,015 m/s?

$$2. 15 \text{ min} = \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} = 0,25 \text{ h}, 45 \text{ min} = \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} = 0,75 \text{ h}.$$

$$\rightarrow a_{B_1} = 200 \text{ km/h}^2, a_{B_2} = -500 \text{ km/h}^2 \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \text{bus}$$

$$v_{0B} = 0 \text{ km/h}.$$

$$\rightarrow v_{0M} = 15 \text{ km/h}, a_M = 0, x_{0M} = 9 \text{ km} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \text{maratonista}$$

con estos datos:

$$a) v_B(t) = (200t) \text{ km/h}, 0 \text{ h} \leq t \leq n \text{ h}$$

$$\begin{aligned} & 50 \text{ km/h}, n \text{ h} \leq t \leq (n+0,25) \text{ h} \\ & (50-500(t-n-0,25)) \text{ km/h}, (n+0,25) \text{ h} \leq t \leq s \text{ h} \end{aligned}$$

$n = \text{tiempo de aceleración:}$

$$50 \text{ km/h} = (200t) \text{ h}$$

$$t = 0,25 \text{ h}$$

$$n = 0,25 \text{ h} = 0,5 \text{ h}$$

$s = \text{tiempo de desaceleración:}$

$$0 \text{ km/h} = (50-500(t-0,5)) \text{ h}$$

$$t-0,5 = \frac{50}{500} \text{ h} \rightarrow t = 0,6 \text{ h}$$

\rightarrow en estos tiempos se da la ley de movimiento. Por tanto, hay tres leyes:

$$\rightarrow x_{B_1}(t) = (100t^2) \text{ km}, 0 \text{ h} \leq t \leq 0,25 \text{ h}$$

$x_{B_1}(0,25 \text{ h})$ es x_0 de la segunda ley.

$$x_{B_1}(0,25 \text{ h}) = 100 \cdot (0,25)^2 = 6,25 \text{ km}.$$

$$\rightarrow x_{B_2}(t) = (6,25 + 50(t-0,25)) \text{ km}, 0,25 \text{ h} \leq t \leq 0,5 \text{ h}$$

$x_{B_2}(0,5 \text{ h})$ es x_0 de la tercera ley.

$$x_{B_2}(0,5 \text{ h}) = (6,25 + 50(0,25)) \text{ km} = 18,75 \text{ km}.$$

$$\rightarrow x_{B_3}(t) = (18,75 + 50(t-0,5) - 250(t-0,5)^2) \text{ km},$$

$$0,5 \text{ h} \leq t \leq 0,6 \text{ h}$$

$$x = v_0 t + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

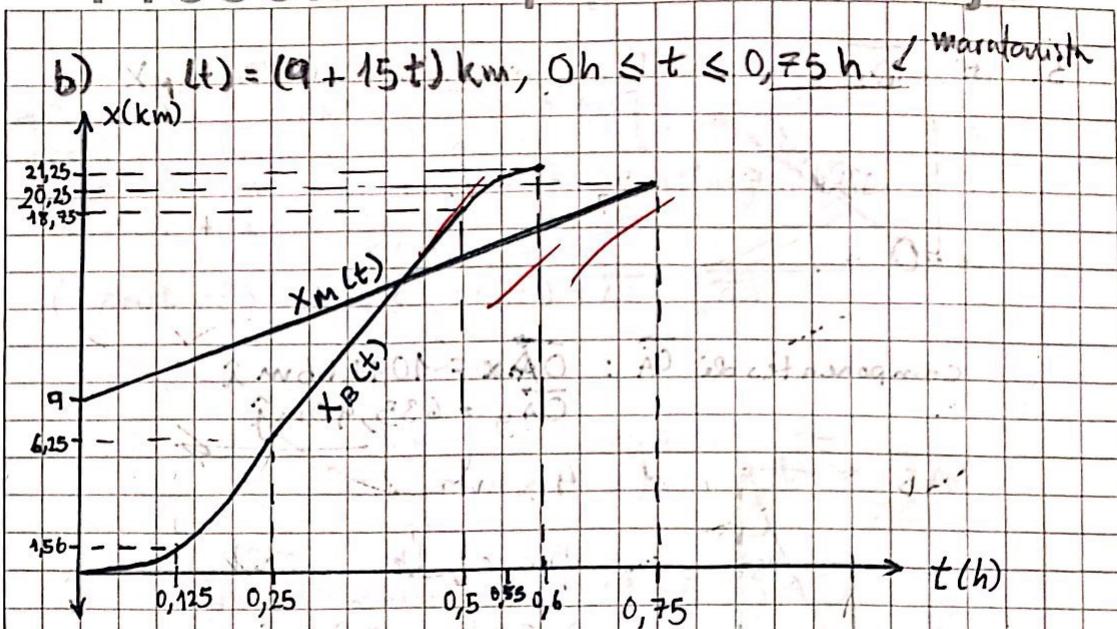
$$x_B(t) = \begin{cases} (100t^2) \text{ km}, & 0 \text{ h} \leq t \leq 0,25 \text{ h} \\ (6,25 + 50(t-0,25)), & 0,25 \text{ h} \leq t \leq 0,5 \text{ h} \\ (18,75 + 50(t-0,5) - 250(t-0,5)^2) \text{ km}, & 0,5 \text{ h} \leq t \leq 0,6 \text{ h} \end{cases}$$

1.6

Presente aquí su trabajo

3

Zona exclusiva para
cálculos y desarrollos
(borrador)



c). De acuerdo al gráfico, ambos pasan cerca del otro entre $t=0,25$ h y $t=0,5$ h. También, cuando están separados 100 m por segunda vez, el bus lleva la delantera.

$$6,25 + 50(t - 0,25) = 9 + 15t + 0,1 \text{ km}$$

$$50t - 12,5 = 2,85 + 15t$$

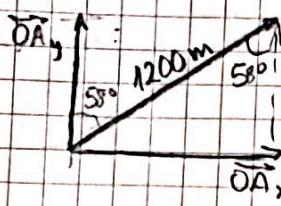
nota:
 $100 \text{ m} = 0,1 \text{ km}$

$$35t = 15,35$$

$$t_s = 0,44 \text{ h}$$

4 Presente aquí su trabajo

3. a) \overrightarrow{OA} :



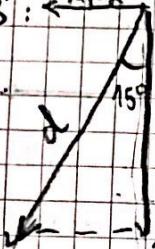
para este vector, sabiendo el ángulo con el norte, aplicamos descomposición trigonométrica:

$$\overrightarrow{OA} = (1200 \text{ m} \cdot \sin 58^\circ) \hat{i} + (1200 \text{ m} \cdot \cos 58^\circ) \hat{j}$$

$$\overrightarrow{OA} = (1017,66 \text{ m} \hat{i} + 635,90 \text{ m} \hat{j}).$$

Componentes de \overrightarrow{OA} : $\overrightarrow{OA}_x = 1017,66 \text{ m} \hat{i}$
 $\overrightarrow{OA}_y = 635,90 \text{ m} \hat{j}$

\overrightarrow{AB} :



$$d = 45 \text{ min} \cdot 2,52 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$= 45 \text{ min} \cdot \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} \cdot 2,52 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$= 0,75 \text{ h} \cdot 2,52 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$\overrightarrow{AB}_y = 1,89 \text{ km} = \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} = 1890 \text{ m}.$$

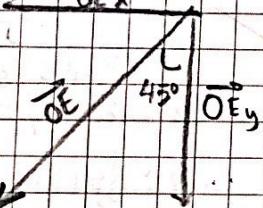
con el módulo, descomponemos trigonométricamente:

$$\overrightarrow{AB} = (\underbrace{-1890 \sin 15^\circ \hat{m}}_{\overrightarrow{AB}_x} - \underbrace{1890 \cos 15^\circ \hat{m}}_{\overrightarrow{AB}_y})$$

→ Componentes de \overrightarrow{AB} : $\overrightarrow{AB}_x = -489,17 \text{ m} \hat{i}$
 $\overrightarrow{AB}_y = -1825,60 \text{ m} \hat{j}$

\overrightarrow{OE} : Es un km de elevación, a 2450 metros y al SO ($S 45^\circ O$) del origen.

→ nuevamente, para descomposición trigonométrica:

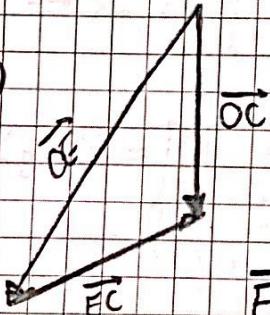


$$\overrightarrow{OE} = (-2450 \sin 45^\circ \hat{m} \hat{i} - 2450 \cos 45^\circ \hat{m} \hat{j})$$

$$\overrightarrow{OE} = (-1732,41 \text{ m} \hat{i} - 1732,41 \text{ m} \hat{j}).$$

componentes de \overrightarrow{OE} : $\overrightarrow{OE}_x = -1732,41 \text{ m} \hat{i}$
 $\overrightarrow{OE}_y = -1732,41 \text{ m} \hat{j}$

b)



\overrightarrow{OC} sólo tiene componente vertical negativa, y se especifica su módulo: 1190 m.

$$\therefore \overrightarrow{OC} = (0 \text{ m} \hat{i} - 1190 \text{ m} \hat{j}).$$

$$\overrightarrow{EC} = -\overrightarrow{OE} + \overrightarrow{OC}$$

$$= [(1732,41) \text{ m} \hat{i} + (1732,41 - 1190) \text{ m} \hat{j}]$$

$$\therefore \overrightarrow{EC} = (1732,41 \text{ m} \hat{i} + 542,41 \text{ m} \hat{j})$$

Zona exclusiva para cálculos y desarrollos (borrador)

USAR SI /

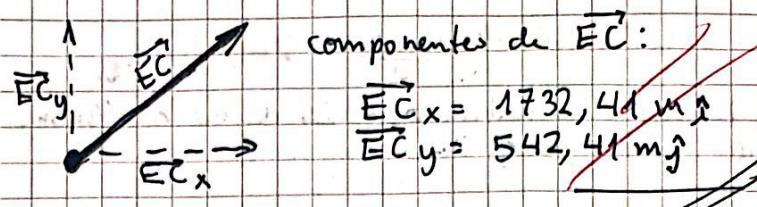
α 16
 β 10
 γ 16

✓ y

Presente aquí su trabajo

5

Zona exclusiva para
cálculos y desarrollos
(borrador)



c) como F es punto medio de \vec{CO} :

$$\vec{CF} = \frac{1}{2} \vec{CO} = (0 \text{ m} \hat{i} + 595 \text{ m} \hat{j})$$

$$\rightarrow \vec{FE} = -(\vec{EC} + \vec{CF})$$

$$\vec{FE} = -[(1732,41 + 0) \text{ m} \hat{i} + (542,41 + 595) \text{ m} \hat{j}]$$

$$\vec{FE} = (-1732,41 \text{ m} \hat{i} - 1137,41 \text{ m} \hat{j})$$

distancia recorrida por Julio:

$$||\vec{FE}|| = \sqrt{(-1732,41)^2 + (-1137,41)^2} \text{ m}$$

$$= 2073,43 \text{ m}$$

ángulo respecto al eje x^+ :

θ al descomponer \vec{FE} , $\theta = \arctan\left(\frac{\vec{FE}_y}{\vec{FE}_x}\right)$

pero resulta ser el ángulo respecto al eje x^- .

$\rightarrow \phi = \text{ángulo respecto a } x^+$

$$= 180^\circ + \arctan\left(\frac{-1137,41}{-1732,41}\right)$$

$$= 213,29^\circ$$

Presente aquí su trabajo

Zona exclusiva para
cálculos y desarrollos
(borrador)

4. aceleración α del estudiante: $\frac{4 \text{ m/s}}{2} = 2 \text{ m/s}^2 = \alpha_E$

Iamama lanza la cartuchera en $t=2s$ desde $h=14,6 \text{ m}$,
con rapidez inicial 4 m/s en un ángulo θ .

en $t=4s$, la cartuchera cae al piso, más allá
de donde está el estudiante.

con estos datos:

a) $V_E(t) = (2t) \text{ m/s}, 0s \leq t \leq 2s$ ✓ $V_0 = 0, x_0 = 0$
 $= 4 \text{ m/s}, 2s \leq t \leq 4s \leftarrow V_0 = 4 \text{ m/s}, x_0 = X_E(2)$
 de esto: $X_E(t) = (0 + 0t + \frac{1}{2}t^2) = \frac{1}{2}(2)^2 = 4 \text{ m}$

$X_E(t) = \begin{cases} (t^2) \text{ m}, & 0s \leq t \leq 2s \\ (4 + 4(t-2)) \text{ m}, & 2s < t \leq 4s \end{cases}$

b) sea $\vec{V}_0 = (4 \cos \theta, 4 \sin \theta) \text{ m/s}$.

$\rightarrow \vec{r} = (0; 14,6) + (4 \cos \theta; 4 \sin \theta)(t-2) + (0; -4,9)(t-2)^2$.

en $t=4s, r_y = 0$.

$\rightarrow r_y = 14,6 + 4 \sin \theta (t-2) + 4,9(t-2)^2$.

$r_y(4s) = 0 = 14,6 + 8 \sin \theta - 4,9 \cdot 4$

$0,625 = \sin \theta$

$\theta = \arcsin(0,625) = 38,68^\circ$

c) $\vec{V}_0 = (4 \cos \theta, 4 \sin \theta) \text{ m/s} = (3,12; 2,5) \text{ m/s}$

$\vec{\alpha} = (0; -9,8) \text{ m/s}^2$

$\vec{r}_0 = (0; 14,6) \text{ m}$.

$t_0 = 2s$.

$\rightarrow \vec{r}_c(t) = (0; 14,6) + (3,12; 2,5) \cdot (t-2) + (0; -4,9) \cdot (t-2)^2 \text{ m}, 2s \leq t \leq 4s$

$\rightarrow \vec{r}_c(t) = [(0; 14,6) + (3,12; 2,5) \cdot \frac{m}{s} \cdot (t-2) + (0; -4,9) \cdot \frac{m/s^2}{s^2} (t-2)^2] \text{ m}, 2s \leq t \leq 4s$

d) $\vec{V}_c = \vec{V}_0 + \vec{\alpha}(t-2), 2s \leq t \leq 4s$.

$\rightarrow \vec{V}_c(3s) = [(3,12; 2,5) + (0; -9,8) (1s)] \text{ m/s}$.

$= (3,12; -8,4) \text{ m/s}$.

ángulo de inclinación: $\arctan \left(\frac{-2,4}{3,12} \right)$

$= -37,57^\circ$ (en s. horario)

en sentido antihorario: $322,43^\circ$

$4 \cos \theta =$
 $3,12 \text{ m/s}$