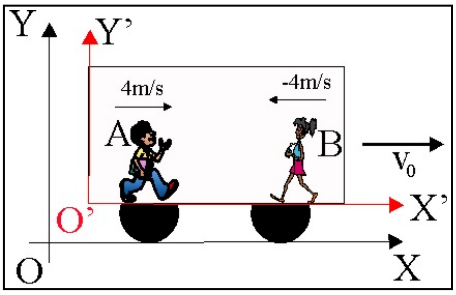
1.8. MOVIMIENTO RELATIVO



1.8.1. Dos niños A y B, se mueven dentro de un vagón de tren, que circula con una velocidad v_0 =4 m/s, y en el sentido indicado, con velocidades respecto al tren, de módulo igual a 4 m/s y en los sentidos indicados. Dirás que las velocidades de A y B, respecto a los raíles serán, en m/s, respectivamente:

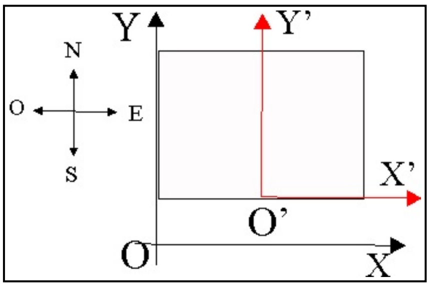
a) 4 Y 4 b) 8 Y 4 c) 8 Y 0

d) 0 Y 8 e) NADA DE LO DICHO

SOL:

Las velocidades respectivas de A y B en el sistema de referencia O', del tren que se desplaza con $\mathbf{v}_0$=4**i**, respecto al "absoluto" O, situado en los carriles, serán: $\mathbf{v}'_A$=4**i**, y $\mathbf{v}'_B$=-4**i**, todo ello en el S.I.

Por lo tanto respecto a O, serán: $\mathbf{v}_A=\mathbf{v}'_A+\mathbf{v}_0=8\mathbf{i}$ m/s, y $\mathbf{v}_B=\mathbf{v}'_B+\mathbf{v}_0=0$, cuyos módulos corresponden a la propuesta c.



1.8.2. Se esta filmando una película del Oeste. Un tren circula en sentido de este a oeste. Sentado en el sentido de la marcha, viaja un pistolero. El director, desde fuera del tren y en una torreta, supervisa la escena. En un determinado instante, el pistolero dispara hacia un compañero de su derecha. Si se pudiera ver la bala, el pistolero y el director la verían dirigirse respectivamente hacia él:

a) SUR Y SURESTE b) NORTE Y NOROESTE

c) NORTE Y NORTE d) OESTE Y SUROESTE

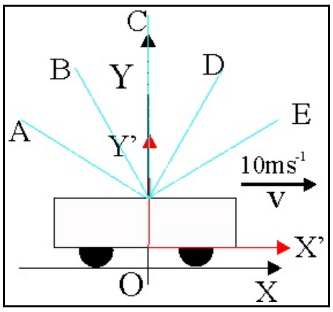
e) NADA DE LO DICHO

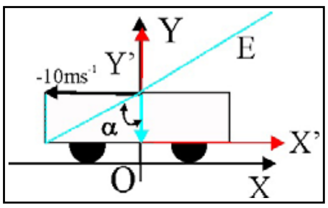
SOL:

Observando el dibujo adjunto, correspondiendo al plano XY, (visión desde el eje Z+), asignando vectores unitarios **j**, -**j**, **i**, -**i** (NORTE, SUR, ESTE Y OESTE, respectivamente) y adscribiendo velocidades vectoriales, respecto al sistema de referencia tren O' que se desplaza con respecto al fijo O (director), con $\mathbf{v}_0$= -v_T**i**.

La bala disparada por el pistolero hacia su derecha, con velocidad respecto a O', de $\mathbf{v}'_B$= v'_B**j** que coincide con el norte.

Por lo tanto $\mathbf{v}_B$, respecto de O, será = -v_T**i**+v'_B**j**, que coincide con el noroeste, siendo válidas las propuestas de la opción b.





1.8.3. Un viajero va sentado en un vagón de carga que se mueve en el sentido indicado a 10 m/s. Empieza a llover, sin viento, y las gotas caen con una velocidad, cuyo módulo vale 5 m/s. El esquema de todos los dados que se ajustaría a como vería caer las gotas de la lluvia, sería el:

a) A b) B c) C d) D

e) E f) NINGUNO

SOL:

Operando como en el caso anterior, aunque en este caso la velocidad de la lluvia $\mathbf{v}_{LL}$= -5**j**, se da respecto a un sistema O, y el observador, está situado en O', que se desplaza a $\mathbf{v}_0$=10**i**, respecto a O.

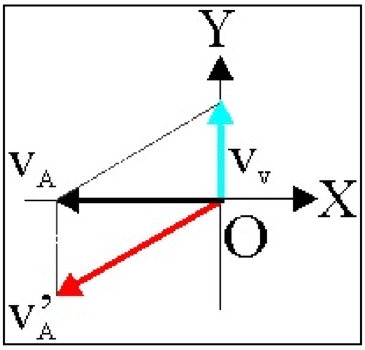
Por lo tanto la velocidad de la lluvia respecto a O', será:

$\mathbf{v}'_{LL}=\mathbf{v}_{LL}-\mathbf{v}_0=-5\mathbf{j}-10\mathbf{i}= -10\mathbf{i}- 5\mathbf{j}$ m/s, y el ángulo de caída, vendría dado por la $\tan\alpha$ = -10/-5 =2; $\alpha=63^0$, que corresponde a la propuesta e.

1.8.4*. Se quiere llegar en una hora de vuelo, a una ciudad que dista 1000km, hacia el oeste, del aeropuerto. El viento sopla del sur, a la altura de vuelo del avión, a 200 km/h. Por lo tanto, el comandante de la nave, situándola en el origen de coordenadas, de unos hipotéticos ejes X/Y, debe llevar una velocidad, en km/h, de:

a) -1000**i**+200**j**
b) -1000**i**-200**j**
c) 1000**i**+200**j**
d) QUE EN km/h TIENE POR MÓDULO $1000\sqrt{1,4}$
e) NADA DE LO DICHO

SOL:



Según el esquema gráfico adjunto, la velocidad teórica que deberá llevar el avión, deberá ser de $\mathbf{v}_A$=-1000**i** km/mientras que el viento sopla con $\mathbf{v}_V$=200**j** km/por lo tanto la velocidad real, esto es, del avión respecto al viento, será: $\mathbf{v}'_A = \mathbf{v}_A - \mathbf{v}_V$= -1000**i** - 200**j** km/h, que corresponde a la propuesta b, y cuyo módulo. $\mathbf{v}'_A = \sqrt{1000^2 + 200^2} = 1018$ km/h, que coincide con la propuesta d.

1.8.5. Si una partícula A se mueve en relación a otra B con una velocidad relativa de 2**i**+3**j** m/s, y B se mueve en relación a C a **i**+2**j** m/s, la velocidad de A respecto a C, será en m/s:

a) **i-j**
b) 3**i**+5**j**
c) TIENE POR MÓDULO 5
d) **-i-j**
e) NADA DE LO DICHO

SOL:

Operando en el S.I. y considerando que A se mueve con velocidad $\mathbf{v}'_A$=2**i**+3**j**, respecto a B(O'), y ésta $\mathbf{v}_0$=**i**+2**j**, respecto a C, la de A respecto a C será $\mathbf{v}_A$= (2**i**+3**j**)+ (**i**+2**j**)=3**i**+5**j**, que corresponden a la propuesta b, cuyo módulo no es 5, sino $\sqrt{3^2 + 5^2} = 5,83$, como se pretende en c.

1.8.6. Si la hoja de un árbol se mueve con relación a un observador fijo en tierra con una velocidad de 6**i**+2**j** m/s, y pasa un coche con una velocidad respecto a ese observador de 2**i-j** m/s, la velocidad de la hoja respecto a una persona que va dentro del vehículo tendrá por módulo en m/s:

a) $\sqrt{17}$ b) 5 c) $\sqrt{65}$
d) $\sqrt{73}$ e) NINGUNO DE LOS DADOS

SOL:

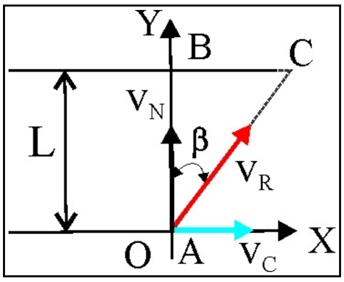
Puesto que se conoce $\mathbf{v}_H$=6**i**+2**j**, y el vehículo lleva una $\mathbf{v}_0$=2**i-j**,
la $\mathbf{v}'_H = \mathbf{v}_H - \mathbf{v}_0$ = (6**i**+2**j**)-(2**i-j**)=4**i**+3**j** m/s, cuyo módulo $\sqrt{4^2 + 3^2} = 5$m/s, indicado en la propuesta b.

1.8.7. Un nadador pretende atravesar un río de L=24m de ancho desde una orilla a la otra. Si la velocidad de la corriente en el sentido indicado es 0,6m/s y la máxima velocidad que puede desarrollar es de 1m/s, tardará en llegar a la otra orilla, como mínimo, en segundos:

a) 30 b) 300 c) 24 d) 20,3

e) NADA DE LO DICHO

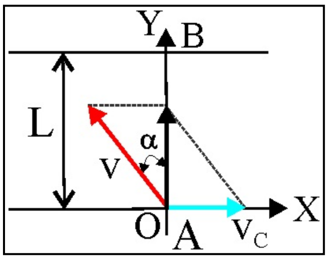
SOL:



Primero se determinará el sentido en el que debe nadar para que el tiempo sea mínimo. Para ello suponemos una velocidad resultante v_R, formando un ángulo β, con la mínima distancia entre ambos márgenes.

Si ello fuera así el camino recorrido seria en el triángulo ABC,

$AC=\frac{AB}{\cos\beta}=\frac{L}{\cos\beta}$. Suponiendo un movimiento uniforme, $t=\frac{s}{v}=\frac{\left(\frac{L}{\cos\beta}\right)}{V_R}$ (1) En condiciones mínimas, $\frac{dt}{d\beta}=(-LV_R)\cdot\frac{(-sen\beta)}{V_R^2\cos^2\beta}=0$, $sen\beta=0$, $\beta=0$.



Por lo tanto la velocidad resultante v_R deberá formar un ángulo de $0°$ con el eje de las Y, para que el tiempo sea mínimo.

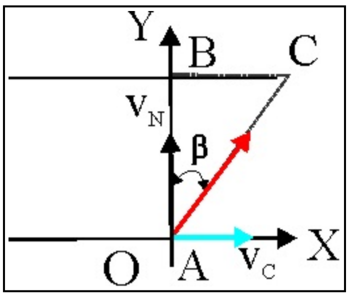
En este caso, sustituyendo el valor del ángulo en (I), $t=\frac{L}{V_R\cos\beta}=\frac{L}{V_R}$ (2)

Como la velocidad máxima a la que puede nadar es 1m/s, respecto a la orilla, la resultante de esta velocidad y la de la corriente dará v_R, o sea la velocidad del nadador respecto a la corriente. Según el esquema adjunto, se observa que el ángulo α que forma **v** con el eje de las Y, será tal que $sen\alpha=\frac{0,6}{1}$; $\alpha=36,9°$. Por lo tanto la velocidad del nadador respecto de la orilla será:

v= -1sen36,9**i**+1cos36,9**j**=-0,6**i**+0,8**j** m/s.

La velocidad resultante o velocidad del nadador respecto de la corriente $\mathbf{v}_R$=**v**+$\mathbf{v}_C$=-0,6**i**+0,8**j**+0,6**i**=0,8**j**m/s. Cuyo módulo es 0,8m/s, que al sustituir en (II), da t=24/0,8=30s, que coincide con la propuesta a.

1.8.8. Un barquero quiere llegar remando de A a B, según el esquema de la figura, que distan entre sí 200m, en 10 minutos. Pero la corriente lleva una velocidad de 3**i**km/h, por eso deberá llevar una velocidad, respecto a un sistema de ejes centrado en A, en km/h de:



a) -3**i**+1,2**j** b) 3**i**+1,2**j** c) 3**i**-1,2**j**

d) -3**i**-1,2**j** e) NADA DE LO DICHO

Pero si no tuviera en cuenta la orientación debida y remara con la misma velocidad que en el caso anterior en dirección a B, lo que ocurriría es que aparecería río abajo a una distancia de B en metros, de:

a) 200 b) 187 c) 100

d) 280 e) NINGUNO DE LOS VALORES DADOS

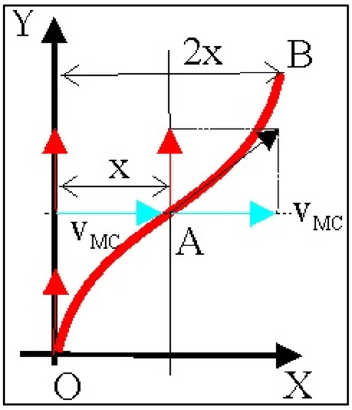
SOL:

Realizando un planteamiento semejante al de la cuestión anterior, y dado que debe recorrer 200m. en 10 minutos, el módulo de su velocidad en km/h, será v=0,2/(10/60)=1,2 km/h y $\mathbf{v}_N$=1,2**j** km/h, por consiguiente la velocidad que deberá llevar respecto a la corriente para alcanzar B, en 10 minutos, será: $\mathbf{v}'_N$=$\mathbf{v}_N$-$\mathbf{v}_C$=1,2**j**-3**i**=-3**i**+1,2**j** km/h que coincide con la propuesta a.

Si remara con una velocidad 1,2**j** km/h frente a la corriente, la trayectoria seguida vendría dada por la resolución del sistema: x=3t, y=1,2t (v en km/h).

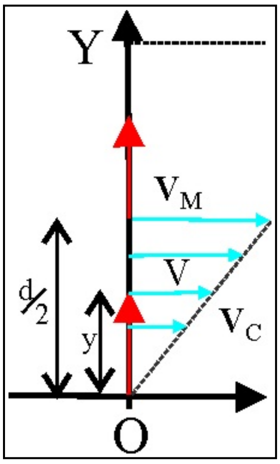
Dado que AB= 200m, alcanzaría la orilla opuesta a una distancia río abajo de B, x=3.(0,200/1,2=0,187 km=187m que corresponde a la segunda solución b.

1.8.9.* La velocidad de la corriente de un río no suele ser constante, siendo máxima V_M en su centro y nula en las orillas, si un bote se mueve desde la orilla con velocidad v perpendicular a la corriente con el objeto de llegar a la orilla opuesta separadas una distancia d, podrás asegurar que:



a) SU TRAYECTORIA ES UNA PARÁBOLA
b) EL CAMINO QUE SIGUE ES UNA RECTA INCLINADA RESPECTO A LA OTRA ORILLA
c) LA LEY DE LA VELOCIDAD DE LA CORRIENTE ES $V=(2V_M/d)x$, SIENDO x LA DISTANCIA MÍNIMA RECORRIDA
d) LA DISTANCIA RECORRIDA EN LA ORILLA OPUESTA RESPECTO A SU PUNTO DE PARTIDA, SERÁ $V_Md/2v$

SOL:
Suponemos que la velocidad de la corriente varía linealmente desde 0,hasta un máximo V_M, en el centro, por lo tanto generalizando la ley que regula esta variación, para un punto alejado una distancia y de la orilla aplicando la relación de semejanza según el dibujo adjunto, será :

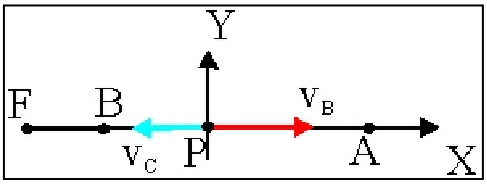


$V=V_M\ y/(d/2) = (2V_M/d)y$ (I).
Como la componente vertical del movimiento del bote tiene una velocidad v constante, será un MU, y por lo tanto y=vt(II), por lo que sustituyendo en (I), tenemos:$V= (2V_M/d)vt$ (III) con una única variable t, y por lo tanto V=Kt, siendo $K=2V_Mv/d$, que no corresponde con la propuesta que la hace depender del camino horizontal.
La ecuación de la trayectoria hasta la mitad de la distancia entre las orillas se obtendría de la (III), pues $V= dx/dt=(2V_M/d)vt$ (II), separando variables e integrando nos da $x=(2V_Mvt^2)/2d + C$, constante de integración que se evalúa en las condiciones t=0, x=0, lo cual nos da C=0.
Por lo tanto la ecuación paramétrica será: $x=(V_Mv/d)t^2$(IV), que con y=vt(II),da lugar a la ecuación de la trayectoria, despejando t en (V),elevando al cuadrado y sustituyendo en (IV).
Así será $x=(V_M/dv)y^2$ (V), que corresponde a la ecuación de una parábola, produciéndose desde el punto medio hasta la otra orilla otra parábola simétrica a la anterior, como muestra el dibujo, lo que demuestra la propuesta a, e invalida la b.
La distancia total recorrida en la orilla opuesta corresponderá a 2x,del dibujo, y la podremos calcular partiendo de la ecuación de la trayectoria (V), sustituyendo y =d/2, y multiplicándola por dos, ya que son iguales.
Por eso la distancia recorrida en la orilla opuesta $=2\ (V_M/dv)d^2/4=V_Md/2v)$, es la indicada en la propuesta d.

1.8.10. La noche de fin de año se celebra con un baile-cena en un barco que navega río arriba. Uno de los pasajeros con ánimo de despejarse la borrachera, o a consecuencia de ella, se tira (con un salvavidas) al agua. A las voces de ¡Hombre al agua!, el barco da la vuelta para recoger al náufrago, tardando en la operación de cambio de sentido, desde que se arrojó al agua, minuto y medio, volviendo con igual velocidad para el rescate, que realiza a 900 metros del punto donde cayó. Con estos datos podrás asegurar que la corriente llevaba una velocidad en m/s de:

a) 5
b) 18
c) 15
d) 10
e) NINGUNO DE LOS VALORES DADOS

SOL:



Si consideramos el dibujo adjunto, siendo P, el punto donde cae al agua el pasajero

El A, donde se dan cuenta de que ha caído alguien del barco y dan la vuelta

El B el punto alcanzado por el náufrago arrastrado por la corriente, en el tiempo en el que el barco alcanza A.

El F, el lugar donde es alcanzado y recogido el náufrago, y siendo v_B=velocidad del barco, y v_C= velocidad de la corriente.

Teniendo en cuenta que desde P a A, el barco va contracorriente y por lo tanto $PA=(v_B-v_C)t$ (I), y $PB=v_Ct$ (II), siendo t=minuto y medio=90s.

A la vuelta, el barco va a favor de la corriente y por lo tanto:

$AF=(v_B+v_C)t'$ (III), siendo t', el tiempo que tarda el barco en alcanzar al náufrago, que ha recorrido arrastrado por la corriente $BF=v_Ct'$(IV).

Dado que AF=PA+BP+BF, sustituyendo los valores:

$(v_B+v_C)t'=(v_B-v_C)t+v_Ct+v_Ct'$;$v_Bt'=v_Bt$, t'=t=90s.

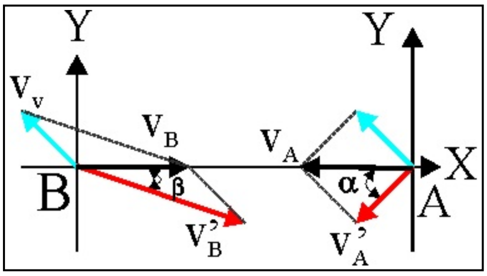
$v_C=BF/t'=(900-BP)/t'$. Sustituyendo PB de (II).

$v_C=(900-v_Ct)/t'$;$v_C=900/2.90=5$m/s, que comprueba la propuesta a.

1.8.11.* Si la ciudad B, dista 4000 km hacia el oeste de la A, y el comandante piloto del avión, pretende tardar 5 horas en el vuelo desde A hacia B, con el viento soplando del sudeste a 100km/h, y el mismo tiempo en el viaje de vuelta (sin que varíe ni la dirección ni la fuerza del viento), dirás que para todo ello, deberá:

a) LLEVAR UNA VELOCIDAD RESPECTO AL VIENTO, CUANDO VA DE A HACIA B, CON MÓDULO DE 733 km/h
b) SEGUIR UN RUMBO HACIA B, CON ÁNGULO DE APROXIMADO DE 5^0 DE DESVIACIÓN SOBRE LA RECTA DE UNIÓN DE AMBAS CIUDADES
c) NO MODIFICAR EL MÓDULO DE SU VELOCIDAD EN EL VIAJE DE VUELTA
d) ALTERAR EL RUMBO EN EL RETORNO, HASTA FORMAR UN ÁNGULO DE $-4{,}6^0$ CON LA RECTA QUE UNE B Y A
e) NADA DE LO DICHO

SOL:



Razonando como en el 1.8.8, y 1.8.4, y utilizando las unidades de L, en km, y el t, en horas, la velocidad absoluta que deberá llevar respecto, a un sistema O, centrado en A, para llegar a B, que dista 4000 km. en 5h, será:

$\mathbf{v}_A$= -4000/5 **i**= -800**i** km/h, que será la velocidad que deberá llevar el avión respecto a la Tierra.

Si $\mathbf{v}_V$=100 km/h (velocidad del viento respecto a Tierra) que sopla del sudeste, $\mathbf{v}_V=100\cos 45^0\,.(-\mathbf{i}) + 100\mathrm{sen}\, 45^0\,\mathbf{j}$.

Por lo tanto $\mathbf{v'}_A$ (velocidad del avión respecto al viento, según se aprecia en el dibujo) = (-800**i**)-(-70**i**+70**j**)=-730**i**-70**j** km/h, cuyo módulo vale=733 km/h,que será la velocidad que deberá llevar para llegar realmente a B en 5 horas, lo que confirma la solución <u>a</u>.

El rumbo, vendrá dado por $\tan\alpha$ = -70/-730 =0,09 ; $\alpha = 5{,}5^0$ hacia el sur oeste de A, aproximadamente lo indicado en la propuesta <u>b</u>.

En el viaje de vuelta de B hacia A, si el sistema lo centramos en B,

$\mathbf{v}_B$=800**i** ,como el viento no ha variado ,$\mathbf{v}_V$= -70**i**+70**j**.

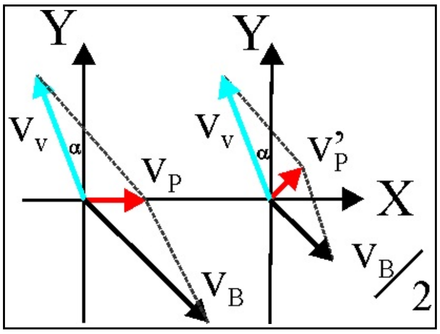
Por lo tanto $\mathbf{v'}_B=\mathbf{v}_B-\mathbf{v}_V$=800**i**-(-70**i**+70**j**) = 870**i** - 70**j** km/h, cuyo módulo es 872,8 km/h, diferente del que llevó en el viaje desde A hasta B.

Puesto que $\tan\beta$ = -70/870 , $\beta = -4{,}6^0$, que coincide con la propuesta <u>d</u>.

1.8.12. En una excursión veraniega en barco, observas que cuando el barco se mueve hacia el sudeste, si sacas un pañuelo y lo dejas ondear, lo hace hacia el este. Sin embargo, sin haber cambiado la orientación, ni del barco ni del viento, cuando aquel reduce su velocidad hasta la mitad, el pañuelo ondea ahora hacia el nordeste. De estos hechos puedes deducir que el viento sopla:

a) DEL NOROESTE
b) DEL NORTE
c) DEL SUR
d) DEL SUDESTE
e) FORMANDO UN ÁNGULO DE 15^0 CON EL NORTE

SOL:



Supuesto que el viento forme un ángulo α con el eje vertical, sentido SUR-NORTE, según el dibujo adjunto, con velocidad v_V y considerando los sentidos del pañuelo y barco, con velocidad v_B:

a) $\mathbf{v}_P$ (velocidad del pañuelo en condiciones iniciales)= $\mathbf{v}_B + \mathbf{v}_V$, y
b) $\mathbf{v'}_P$ (velocidad del pañuelo en nuevas condiciones)= $\mathbf{v}_B/2 + \mathbf{v}_V$.

Descomponiéndolo en componentes y considerando los convenios de signos según su sentido vectorial:

a) $v_P=v_B.0{,}7+v_V\text{sen}\,\alpha$ (I); $0=v_B.0{,}7-v_V\cos\alpha$ (II)
b) $v'_P.0{,}7=v_B.0{,}35-v_V\text{sen}\,\alpha$ (III); $v'_P.0{,}7=v_V\cos\alpha-v_B.0{,}35$ (IV).

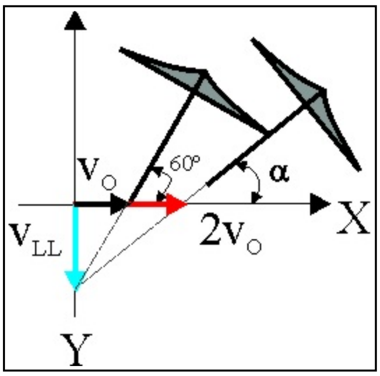
Igualando (III) y (IV), y llevando a la ecuación (II), el valor de $v_V\cos\alpha$, tenemos: $v_B.0{,}7-v_B.0{,}35= v_B.0{,}35-v_V\text{sen}\,\alpha$; $v_V\text{sen}\,\alpha=0$, $\alpha=0$.

Por lo tanto v_V, forma un ángulo de 0^0 con el eje sur-norte, o sea está dirigido hacia el norte (sopla del sur), tal como indica la propuesta c

1.8.13. De vez en cuando, al ir al cole, te pilla un buen chaparrón, pero como eres bastante previsor, abres un paraguas plegable, y lo dispones con una inclinación respecto al suelo de 60^0, y caminas rápidamente a 5 km/h(respecto al suelo). En tu camino te das cuenta que sólo faltan 5 minutos para la hora de entrada, y duplicas tu velocidad. Pues bien, el ángulo que deberá formar tu paraguas con el suelo para no mojarte deberá ser aproximadamente de:

a) 61^0
b) 51^0
c) 41^0
d) 31^0
e) NADA DE LO DICHO

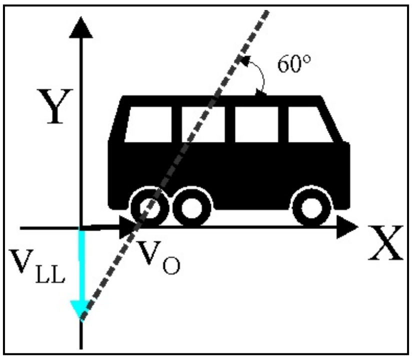
SOL:



Si la velocidad de la lluvia respecto a Tierra es $\mathbf{v}_{LL}$, y tu velocidad respecto a la lluvia es $\mathbf{v}_0=5\mathbf{i}$ km/h, la velocidad de la lluvia respecto a ti o sea en ese sistema de referencia móvil, será: $\mathbf{v}_{LL}-\mathbf{v}_0=-5\mathbf{i}-v_{LL}\mathbf{j}$ km/h, como se observa en el dibujo.

Si con un ángulo de 60^0, consigues no mojarte, la velocidad de la lluvia en ausencia de viento será, como $\tan 60^0=v_{LL}/v$, será $5.\tan 60^0=8{,}66$ km/h.

Si duplicas la velocidad = 10 km/h, $\tan\alpha=8{,}88/10$, $\alpha=40{,}8^0$, aproximadamente la propuesta c.



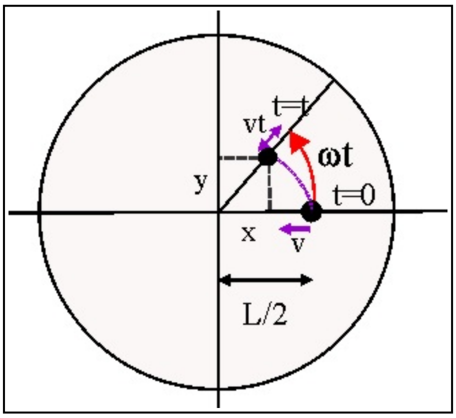
1.8.14. Con bastante frecuencia cuando vas en autobús, habrás observado que las gotas de lluvia caen sobre los cristales formando un determinado ángulo, aunque no haga viento. Si la velocidad de la lluvia es de 30m/s, en relación al suelo, y el ángulo que observas es de aproximadamente 60^0 con la horizontal, podrás asegurar que el autobús marchaba a una velocidad aproximada, en km/h de:

a) 90
b) 60
c) 30
d) 100
e) NINGUNO DE LOS VALORES DADOS

SOL:
Operando como en la cuestión anterior:
$\mathbf{v}_{LL}$=-30**j** m/s, $\mathbf{v}_{autobús}$=$\mathbf{v}_0$=v_0**i**, y velocidad de la lluvia respecto al autobús,que es la dará lugar a la trayectoria de las gotas sobre el cristal de la ventanilla = $\mathbf{v}'_{LL}$=$\mathbf{v}_{LL}$-$\mathbf{v}_0$=-30**j**-v_0**i.**
Así la tan(-60^0) =-30/-v_0 , v_0=17,32m/s = 62 km/h, que corresponde aproximadamente a la solución <u>b</u>.

1.8.15. Fácilmente puedes realizar un experimento casero de movimiento relativo. Tomas una hormiga, y la sitúas en un punto medio de un disco que gira a 33 rpm. Si la hormiga avanza en línea recta hacia el centro del disco, la trayectoria que observarías sería:

a) UNA CIRCUNFERENCIA
b) CIRCUNFERENCIAS CONCÉNTRICAS
c) UNA ESPIRAL
d) UNA PARÁBOLA
e) NADA DE LO DICHO



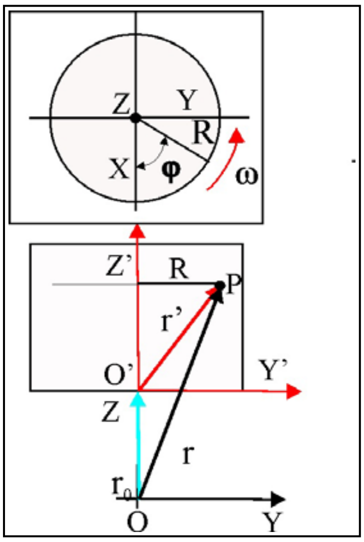
SOL:
Parece evidente que si la hormiga avanza con $|\vec{v}|$= constante hacia el eje de giro del disco, de radio L (punto 0,0), estando situada originalmente en la mitad del disco (punto L/2,0), el módulo de su vector de posición instantáneo = L/2-$|\vec{v}|$t, pero como el disco gira con velocidad angular constante ω=33rpm, cualquier punto del disco respecto a su eje de giro, tiene por vector de posición:
r=L·sen ω t**i**+L·cos ω t**j**, en un sistema de ejes centrado en el eje de giro.
Al referir el movimiento de la hormiga a un sistema fuera del disco, las componentes x, e y indicadas en el dibujo, serán:
$x=\left(\frac{L}{2}-vt\right)\cos\omega t$ e $y=\left(\frac{L}{2}-vt\right)sen\,\omega t$, por lo que su vector de posición será:
r=*(L/2-vt)·sen* ω *t**i***+*(L/2-vt)·cos* ω *t**j*** , indicándonos una trayectoria espiral, que correspondería a la propuesta <u>c</u>.

1.8.16.* Si en un ascensor que sube con una velocidad constante de 1 m/s, a dos metros de su suelo, vuela una polilla, alrededor de la lámpara, describiendo circunferencias de radio 0,2 m, con velocidad angular constante de 0,2 rad/s, para un observador situado en reposo, fuera del asensor y en su vertical:

a) LA POLILLA DESCRIBIRÍA UNA RECTA
b) LA ECUACIÓN DEL MOVIMIENTO DE LA POLILLA SERÍA $x=0{,}2\cdot\cos(0{,}2t)$, $y=0{,}2\cdot \mathrm{sen}(0{,}2t)$, $z=2+t$
c) LA ACELERACIÓN DEL MOVIMIENTO SERIA 0

Mientras que para una araña situada en el suelo del ascensor:

a) LA POLILLA DESCRIBIRÍA UNA TRAYECTORIA RECTA
b) LA ECUACIÓN DE SU MOVIMIENTO SERÍA $z=2$
c) LA ACELERACIÓN DE SU MOVIMIENTO SERÍA LA MISMA QUE PARA EL OBSERVADOR SITUADO EN REPOSO FUERA DEL ASCENSOR

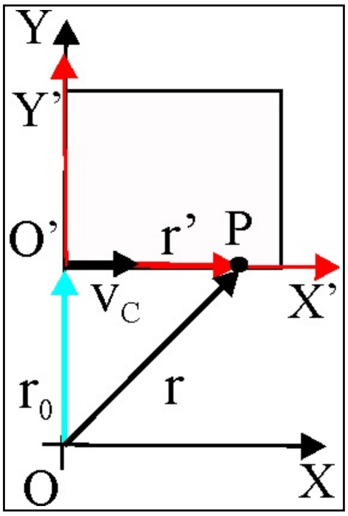


SOL:

En el ascensor O', la polilla realiza un movimiento circular, de radio 0,2m. con velocidad angular de 0,2 rad/s, siendo la ecuación de la trayectoria: $x=0{,}2\cos 0{,}2t$, $y=0{,}2\mathrm{sen}0{,}2t$, pero O' tiene un vector de posición respecto a O, $2+vt=2+t$, que coincide con la componente z, por lo que la propuesta b, es correcta, al referirse al sistema O.

En el sistema O', la polilla describe un movimiento circular, manteniendo las componentes x e y, lo cual invalida las propuestas a y c.

Como el ascensor lleva un movimiento uniforme, la aceleración respecto al sistema O, será la misma que la de O', que confirma la solución c en la segunda parte.



1.8.17.* Un muchacho aprovecha el viaje en ascensor, en solitario, hasta el piso donde vive, para jugar a las canicas, golpeando una de ellas, que rueda por su suelo con velocidad constante de 50**i** cm/s, si el ascensor asciende a partir del reposo con una aceleración constante de 2**j** m/s^2, dirás que para un observador situado en reposo fuera del ascensor:

a) LA TRAYECTORIA DE LA CANICA ES RECTILÍNEA
b) LA ACELERACIÓN NORMAL AL CABO DE 0,25 s ES DE $\sqrt{2}$ m/s^2
c) EL RADIO DE CURVATURA AL CABO DE 0,25 s ES DE 0,35 m

Mientras que para el muchacho:

a) EL MOVIMIENTO DE LA CANICA ES RECTILÍNEO Y UNIFORMEMENTE ACELERADO
b) AL CABO DE 0,25s SE SEPARÓ DE SU DEDO 12,5 cm
c) LA TRAYECTORIA DE LA CANICA TIENE POR ECUACIÓN y=0,1x

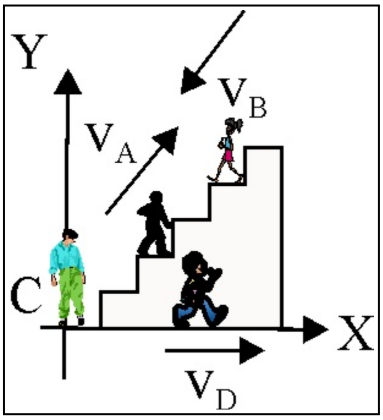
SOL:

Se supone al ascensor, sistema O' que se desplaza sobre el eje y, con un MUA, por lo tanto su vector de posición, respecto a O, $\mathbf{r}_0=(v_0t+2t^2/2)\mathbf{j}$.
La canica P, se desplaza dentro del ascensor, respecto a O', $\mathbf{r}'=0{,}5t\mathbf{i}$ (en el S.I.).El vector de posición de P, respecto a O, será:
$\mathbf{r}=\mathbf{r}_0+\mathbf{r}'=0{,}5t\mathbf{i}+(v_0t+t^2)\mathbf{j}$ (I), siendo sus componentes $x=0{,}5t$, $y=v_0t+t^2$.
Despejando t en la primera y llevándolo a la segunda, nos da la ecuación de la trayectoria: $y=(v_0/0{,}5)x+x^2/0{,}5^2=2v_0x+4x^2$, que corresponde a una parábola, lo que rebate la propuesta a.
Operando con este vector **r**, $\mathbf{v}=d\mathbf{r}/dt=0{,}5\mathbf{i}+(v_0+2t)\mathbf{j}$ (II), y si $v_0=0$, $\mathbf{v}=0{,}5\mathbf{i}+2t\mathbf{j}$, y $\mathbf{a}=2\mathbf{j}$; $|\vec{v}|=\sqrt{0{,}25+4t^2}$ (III), y $a_t=\frac{d|\vec{v}|}{dt}=\frac{8t}{2\sqrt{0{,}25+4t^2}}$, y su cuadrado $a_t^2=\frac{16t^2}{0{,}25+4t^2}$

Dado que $a_N=\sqrt{a^2-a_t^2}=\sqrt{4-\frac{16t^2}{0{,}25+4t^2}}$, si t=0,25s, $a_N=\sqrt{2}\ ms^{-2}$, que corresponde a la propuesta b.

Como $|\vec{a}_N|=\frac{|\vec{v}|^2}{R}$ y $R=\frac{|\vec{v}|^2}{|\vec{a}_N|}$ Sustituyendo t=0,25 en (III), y elevando al cuadrado, $R=\frac{0{,}5}{\sqrt{2}}=0{,}35m$, que confirma la propuesta c.

En el sistema O', $\mathbf{r}'=0{,}5t\mathbf{i}$, el movimiento es rectilíneo y uniforme, y para t=0,25s, $\mathbf{r}=0{,}125\mathbf{i}$ m, siendo su trayectoria es una recta pues, y=0 , x=0,5t.
Todo ello confirma como única respuesta válida, en el sistema de referencia O', a la b.



1.8.18. En una escalera rodante de unos grandes almacenes, un comprador A, asciende a una velocidad de **i**+**j** m/s, mientras que otro B, desciende en sentido contrario. En el piso inferior,hay dos espectadores, uno en reposo, C y otro, D desplazándose con velocidad de **i** m/s. Cuando A y B, se cruzan, la velocidad:

a) DE A RESPECTO A B SERÁ 0

b) DE B RESPECTO A D TENDRÁ POR MÓDULO $\sqrt{6}$ m/s

c) DE C RESPECTO A A SERÁ -2**j** m/s

d) DE B RESPECTO A A TENDRÁ POR MÓDULO $\sqrt{8}$ m/s

SOL:

Vamos a considerar las velocidades de los protagonistas, en el S.I. y respecto al sistema en reposo O, (ejes X/Y) centrado en el observador C.

$\mathbf{v}_A$=**i**+**j** ms^{-1}, $\mathbf{v}_B$=-**i**-**j** ms^{-1}, $\mathbf{v}_C$=0 ms^{-1}, y $\mathbf{v}_D$=**i** ms^{-1}.

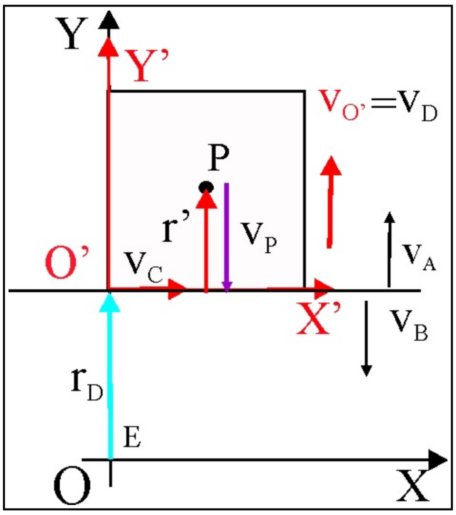
Por lo tanto $\mathbf{v}_A$ respecto a B = $\mathbf{v}_A$-$\mathbf{v}_B$= **i**+**j** -(-**i**-**j**)= 2**i**+2**j** ms^{-1}.

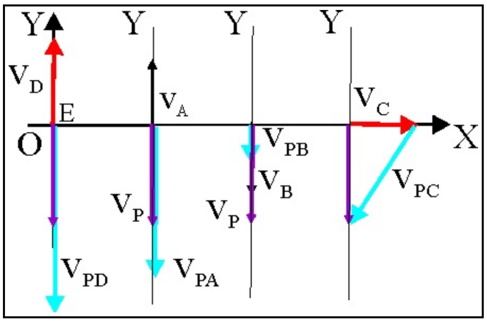
$\mathbf{v}_B$ respecto a D = $\mathbf{v}_B$-$\mathbf{v}_D$ = -**i**-**j**-**i**= -2**i**-**j**, cuyo módulo= $\sqrt{5}$ ms^{-1}.

$\mathbf{v}_C$ respecto a A = 0 -(**i**+**j**) = -**i** – **j** ms^{-1}.

$\mathbf{v}_B$ respecto a A=$\mathbf{v}_B$-$\mathbf{v}_A$ = -**i** -**j** -(**i**+**j**) = -2**i**-2**j** ms^{-1},cuyo módulo vale $\sqrt{8}$ ms^{-1}.

Por lo tanto la única respuesta válida será la d.





1.8.19. En un ascensor transparente viaja Pedro D, que sostiene a un metro del suelo del ascensor, un regalo para obsequiar a su madre. Ese ascensor sube con una velocidad de régimen constante de 2m/s. Al mismo nivel por las escaleras, los vecinos A y B, suben y bajan respectivamente con una velocidad de 1m/s, con la misma que C se desplaza por dicha planta de izquierda a derecha, mientras que E, observa a todos, de pie y en reposo. En ese momento, se le cae el regalo a D. El módulo de la velocidad con que llega al suelo, será diferente según cada observador, y el orden de estos, de mayor a menor será:

a) A>B>C>D>E b) D>A>C>E>B c) D>B>C>E>A

d) D>A>B>C>E e) B>D>A>E>C f) A>D>B>C>E

SOL:

Operando de la misma forma que en 1.8.19 y en el S.I ,el sistema en reposo O se centrará en E.

Así $\mathbf{v}_D$=2**j** ms^{-1}y $\mathbf{r}_D$=2t**j** ms^{-1},$\mathbf{v}_A$=**j** ms^{-1}y $\mathbf{r}_A$=t**j** ms^{-1},$\mathbf{v}_B$=-**j** ms^{-1}y $\mathbf{r}_B$=-t**j** ms^{-1}, y $\mathbf{v}_C$=**i** ms^{-1}y $\mathbf{r}_C$=t**i** ms^{-1}.

Al caer el paquete que está en el sistema D, su $\mathbf{v}_P'$=-gt**j** ms^{-1} (I), por lo tanto ,$\mathbf{v}_P$ respecto a E = $\mathbf{v}_P'$+$\mathbf{v}_D$ = (2-10t)**j** ms^{-1} (tomando g=10m/s^2) (II).

Calculando el tiempo t que tarda en llegar al suelo del ascensor del que dista 1m, a partir de $1 = gt^2/2$, t= $\sqrt{0,2}$ =0,44s. Por lo tanto:

$\mathbf{v}_P$ respecto a E = -2,4**j** ms^{-1}.(III) y

$\mathbf{v}_P$, respecto a A= -2,4**j** - **j** = -3,4**j** ms^{-1} (IV).

$\mathbf{v}_P$ respecto a B= -2,4**j** -(-**j**)= -1,4**j** ms^{-1} (V) y

$\mathbf{v}_P$ respecto a C = -2,4**j** - **i** ms^{-1} (VI) .

Determinando los módulos en los valores (I) a (VI), tenemos que el de $\mathbf{v}_P$ respecto a D:4,4 ;a E: 2,4 ; a A:3,4 ; a B:1,4 y a C: $\sqrt{2{,}4^2+1}$ =2,6 ms^{-1}.

Asi la clasificación de mayor a menor sería: D>A>C>E>B , que corresponde a la propuesta b.

1.8.20.* En una excursión en un barco que zarpa perpendicularmente al muelle, con velocidad **v**, uno de los pasajeros que estaba asomado en estribor (borda derecha), se mueve rápidamente, aunque a velocidad constante **V**, a babor, perseguido por una avispa que da vueltas a su alrededor con un radio de 0,5m, y con velocidad angular constante, ω. Para el observador en el muelle, supuesto en un origen de coordenadas, el movimiento de la avispa:

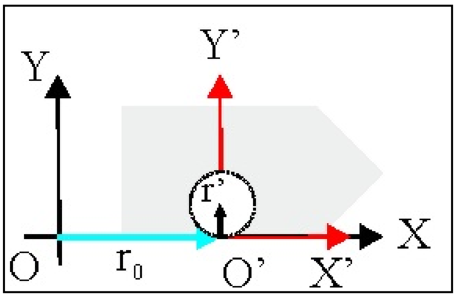
a) TENDRÁ UNA TRAYECTORIA ESPIRAL INCLINADA
b) SERÁ UNIFORMEMENTE ACELERADO
c) SERÁ UNIFORME PORQUE NO HAY ACELERACIÓN
d) TENDRÁ UNA ECUACIÓN:

$$\mathbf{r}=(vt+0,5\cdot\text{sen}\,\omega t)\mathbf{i}+(Vt+0,5\cdot\cos\omega t)\mathbf{j}\text{ m}$$

e) TENDRÁ UNA ECUACIÓN:

$$\mathbf{r}=(Vt+0,5\cdot\cos\omega t)\mathbf{i}+(vt+0,5\cdot\text{sen}\,\omega t)\mathbf{j}\text{ m}$$

SOL:



Tomando el muelle como posición fija O como se indica en el esquema, la velocidad del barco será $\vec{v}=|\vec{v}|\vec{i}$. El barco será el sistema relativo O',con vector de posición $\mathbf{r}_0=|\vec{v}|$ **ti**, respecto a O.

En el sistema O', el pasajero se mueve con $\vec{V}=|\vec{V}|\vec{j}$ y vector de posición $\mathbf{r}'=|\vec{V}|$ t**j**.

Considerando al pasajero como nuevo sistema relativo O",en él, se mueve la avispa dando vueltas, en un movimiento circular, y con un vector de posición **r**"=0,5 sen ω **ti** + 0,5cos ω t**j**.

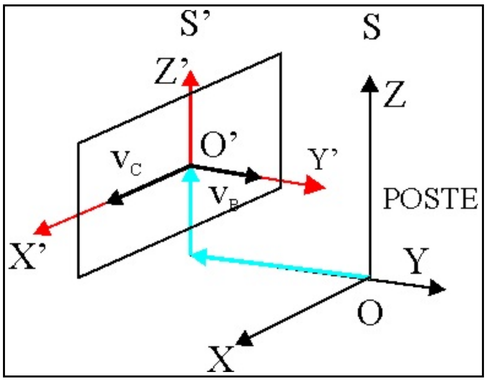
Como el vector de posición de la avispa respecto a O, sera:

$\mathbf{r}_0+\mathbf{r}'+\mathbf{r}''=\mathbf{r}=(vt+0,5\text{ sen }\omega t)\mathbf{i}+(Vt+0,5\cos\omega t)\mathbf{j}$ m, que coincide con la propuesta <u>d</u>.

También es correcta la solución <u>a</u>, dado que la trayectoria del pasajero es una recta, puesto que x=vt e y=Vt ,o sea y=(V/v)x, recta inclinada cuya pendiente dependerá de la relación V/v,y sus puntos son el centro de una circunferencia de radio 0,5.

Las propuestas b y c no son correctas dado que se trata de una composición de dos movimientos uniformes con otro circular uniforme.

1.8.21.* Aunque está a la vista el cartel que prohibe arrojar objetos por la ventanilla de un tren, cierto "gamberrete", pretende alcanzar un poste del tendido eléctrico con un botellín de cerveza, lanzándola al pasar a su altura desde la ventanilla a 2,5m del suelo, perpendicularmente hacia afuera, con una velocidad de 5m/s. El poste se encuentra en ese momento a 4m de la vía y el tren iba a 108 km/h. Es evidente que ni tiene educación, ni sabe física, porque:



a) EL VECTOR DE POSICIÓN DEL GAMBERRO RESPECTO A UN SISTEMA DE EJES CENTRADO EN EL POSTE, ES 30t**i**-4**j**+2,5**k** m
b) EL VECTOR DE POSICIÓN DEL OBJETO RESPECTO A UN SISTEMA DE EJES CENTRADO EN EL TREN, ES 5t**j**-5t**k** m
c) EL VECTOR DE POSICIÓN DEL OBJETO AL LLEGAR AL SUELO, RESPECTO AL SISTEMA DE EJES TOMADO COMO FIJO (POSTE), ES APROXIMADAMENTE DE 21**i**-0,5**j** m

SOL:
Empleando el S.I. y considerando el poste como sistema O,(0,0),y el tren como relativo O', y su ventanilla como origen, el vector de posición de O' , respecto a O, tal como indica el dibujo, será $\mathbf{r}_0$ =(108/3,6)t**i** -4**j** + 2,5**k** m.
Desde O' se lanza horizontalmente la botella, y su velocidad $\mathbf{v}_B$= 5**j** ms^{-1}.Por acción del campo gravitatorio la botella experimenta una **a**=-g**k**, por lo cual el movimiento de aquella respecto a O',será un MUA, con un valor de
r'= 5t**j** -gt^2/2 **k** m. Por lo tanto **r**=$\mathbf{r}_0$+**r'**= 30t**i**+(5t-4)**j**+(2,5-5t^2)**k** m(I).
Para determinar el tiempo que tarda en llegar al suelo P(x,y,0), 0=2,5-5t^2, $t=\frac{\sqrt{2}}{2}$, y al sustituir en (I), **r**=21**i**-0,46**j** m.Por todo ello las soluciones correctas serán a y c.

1.8.22. Un punto material se mueve respecto a un sistema de ejes móviles O', con un vector de posición, **r'**=(4t^2-7t-2)**i**+2**j**+4**k** m, mientras que lo hace respecto a un sistema fijo O, con **r**=(4t^2+2t+3)**i**-2**j**+3**k** m, por todo ello dirás que:
a) EL PUNTO LLEVA UN MOVIMIENTO UNIFORMEMENTE ACELERADO RESPECTO A AMBOS EJES
b) EL EJE MÓVIL SE ACERCA AL EJE FIJO A VELOCIDAD CONSTANTE
c) EL EJE MÓVIL SE ALEJA DEL EJE FIJO CON UN MUA
d) LA VELOCIDAD DE ARRASTRE ES -9**i** ms^{-1}
e) LA ACELERACIÓN DE ARRASTRE ES 0

SOL:
La primera propuesta es correcta puesto que tanto r como r' dependen de t^2, máximo grado del polinomio, de forma que al derivar sucesivamente darán lugar a una aceleración constante.
El valor de $\mathbf{r}_0$=**r**-**r'**=(9t+5)**i**-4**j**-**k** m, por lo tanto $\mathbf{v}_0$=d$\mathbf{r}_0$/dt=9**i** ms^{-1}, por lo tanto se aleja de O, con velocidad constante de 9 ms^{-1}, lo que invalida las propuestas b y c.
La velocidad de arrastre en este caso coincidirá con $\mathbf{v}_0$, dado que es la velocidad de punto respecto a O, cuando se mantiene constante su posición respecto a O', y la aceleración de arrastre =d$\mathbf{v}_0$/dt=0, que confirma la propuesta e, e invalida la d.

1.8.23.* Las ecuaciones paramétricas de un punto material respecto a un eje fijo son $x=t^3-t+1$, $y=3t^3+1$, $z=4t^4-2$, sin embargo respecto de un eje móvil O', son $x'=t^3-3t+5$, $y'=2+3t^3$, $z'=3+4t^4$, en función de ello podrás asegurar que:

a) O' SE MUEVE RESPECTO A O, CON UN MOVIMIENTO VARIADO
b) LA VELOCIDAD DE ARRASTRE TIENE POR MÓDULO 2
c) LA ACELERACIÓN DE ARRASTRE VALE 0
d) EL PUNTO MATERIAL SE MUEVE CON UN MOVIMIENTO VARIADO
e) O' SE MUEVE PARALELAMENTE A O

SOL:

Operando como en la cuestión anterior, $\mathbf{r}=(t^3-t+1)\mathbf{i}+(3t^3+1)\mathbf{j}+(4t^4-2)\mathbf{k}$, y $\mathbf{r}'=(t^3-3t+5)\mathbf{i}+(2+3t^3)\mathbf{j}+(3+4t^4)\mathbf{k}$, y $\mathbf{r}_0=\mathbf{r}-\mathbf{r}'=(2t-4)\mathbf{i} - \mathbf{j} - 5\mathbf{k}$.

Por lo tanto O',se desplaza con respecto a O, con un movimiento cuya $\mathbf{v}_0=d\mathbf{r}_0/dt=2\mathbf{i}$,que corresponde a un movimiento uniforme, cuya. $v_0=2$ m/s, que corresponderá a la velocidad de arrastre, que al ser derivada respecto al tiempo, comprobará que la aceleración =0, tal como se propone en b y c.

Dado que las componentes de $\mathbf{r}_0$; y_0, y z_0 son constantes, siendo únicamente variable la $x_0=f(t)$,O' se desplaza sobre un eje paralelo al X, tal como parece sugerir la propuesta e.

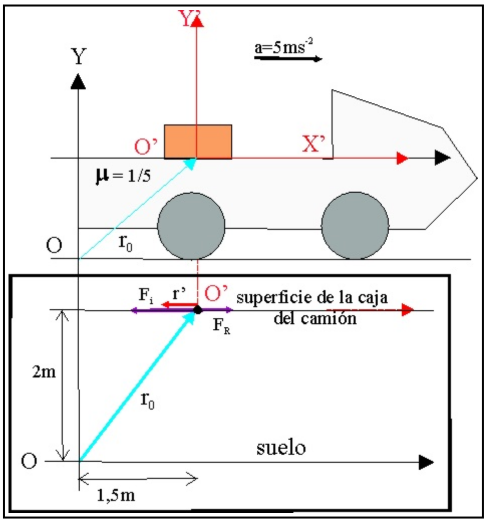
La solución d, es correcta pues la aceleración del punto, $d^2\mathbf{r}/dt^2$ depende del tiempo.

1.8.24. Un punto material se desplaza respecto a ejes fijos O, con un vector de posición $\mathbf{r}=t^3\mathbf{i}+(2+t^2)\mathbf{j}-(t+1)\mathbf{k}$ m, mientras que lo hace en un sistema de ejes móviles O', con $\mathbf{r}'=t^3\mathbf{i}-(2t^2-2)\mathbf{j}+4\mathbf{k}$ m, por todo ello podrás decir que el sistema de ejes móviles, se desplaza respecto a O:

a) CON VELOCIDAD CONSTANTE
b) CON ACELERACIÓN CONSTANTE
c) CON UN MOVIMIENTO RECTILINEO
d) CON ACELERACIÓN DE ARRASTRE $6\mathbf{k}$ m/s^2
e) CON UN MOVIMIENTO RETARDADO

SOL:

Operando como en 1.8.23 y 24.,$\mathbf{r}_0=\mathbf{r}-\mathbf{r}'=3t^2\mathbf{j} - (t + 5)\mathbf{k}$ m, $\mathbf{v}_0=6t\mathbf{j} - \mathbf{k}$ ms^{-1}, $\mathbf{a}_0=6\mathbf{j}$ m/s^2. Por lo tanto la única solución correcta es la b , pues su trayectoria no corresponde a una recta ya que sus ecuaciones paramétricas, son: $y_0=3t^2$(I), $z_0=-t-5$ (II). Despejando t en (II), y llevándola a (I),
$t=-5-z_0$, $y_0=3.(-5-z_0)^2$, lo cual indica una trayectoria parabólica.



1.8.25.** Sobre un vehículo de carga y a 1,5m de su extremo y 2m de la vertical del suelo, se apoya un fardo de 2 kg que tiene un coeficiente de rozamiento con la superficie de la caja del camión de 1/5. El vehículo arranca con una aceleración de 5 m/s^2, que mantiene durante 2 segundos. Este hecho va a producir una serie de fenómenos tales como:

a) EL FARDO CAE DE LA CAJA AL SEGUNDO DE ARRANCAR
b) LA VELOCIDAD CON QUE SALE DE LA CAJA RESPECTO AL SUELO ES DE 3 m/s
c) LA VELOCIDAD CON QUE SALE DE LA CAJA RESPECTO AL CONDUCTOR ES DE 8 m/s
d) EL FARDO CAE AL SUELO A 2,5m DEL PUNTO DE SALIDA DEL CAMIÓN
e) LA TRAYECTORIA DE CAÍDA DEL FARDO RESPECTO A UN OBSERVADOR FIJO EN EL PUNTO DE SALIDA SERÁ UNA RECTA

tómese g como $10ms^{-2}$

SOL:

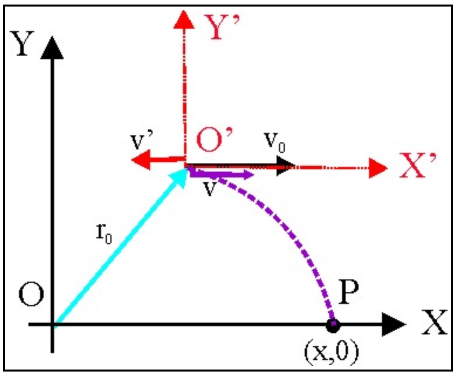
Consideramos el observador fijo, como sistema O y el camión como O', que se desplaza respecto a O, con un MUA, $\mathbf{a}_0=5\mathbf{i}$ m/s^2, y por lo tanto el vector de posición $\mathbf{r}_0$, del punto de la caja donde se encuentra el fardo es $\mathbf{r}_0=(1,5+5t^2/2)\mathbf{i} + 2\mathbf{j}$ m (I).

Mientras el sistema O' esté acelerado, en dicho sistema, actúa sobre el fardo, una fuerza inercial $\mathbf{F}_i$=-m$\mathbf{a}$ = -2.5 $\mathbf{i}$= -10$\mathbf{i}$ N, y una fuerza de rozamiento, que se opone al desplazamiento del fardo sobre la caja del camión , $\mathbf{F}_r$=(1/5)2.g$\mathbf{i}$ N= 4$\mathbf{i}$. La resultante $\mathbf{F}$= -6$\mathbf{i}$ N= m.$\mathbf{a}_f$.

De ese modo la aceleración del fardo sobre la caja del camión será $\mathbf{a}_f$=-3$\mathbf{i}$ m/s^2.

Por eso, como desarrolla un MUA, su vector de posición respecto al camión será $\mathbf{r}'=-3t^2/2\mathbf{i}$ m.

Como el extremo del camión respecto a ese punto, está a 1,5m, el tiempo que tarda en llegar al extremo será: $1,5=1,5t^2$, t=1s ,lo que comprueba la solución a.



Para determinar la velocidad con que sale de la caja

$\mathbf{v}'=d\mathbf{r}'/dt=-6t/2=-3t\mathbf{i}=-3\mathbf{i}$ m/s.

Se puede calcular, la velocidad de salida del objeto de la caja del camión respecto al observador fijo, $\mathbf{v}=\mathbf{v}_0+\mathbf{v}'$, como para t=1s, $\mathbf{v}_0=5\mathbf{i}$ ms^{-1}, y

$\mathbf{v}'= -3\mathbf{i}$ ms^{-1}, $\mathbf{v}=2\mathbf{i}$ ms^{-1}**.**

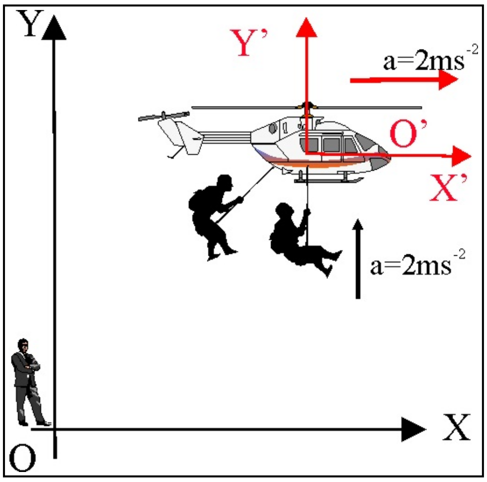
El vector de posición respecto al observador fijo, del fardo justamente antes de comenzar a caer es $\mathbf{r}_0=(a_0t^2/2\mathbf{i} +2\mathbf{j} =2,5\mathbf{i} + 2\mathbf{j}$ m.

Al salir de la caja con un MUA, su vector de posición tendrá por ecuación $\mathbf{r}=\mathbf{r}_0+\mathbf{v}_0t-\mathbf{g}t^2/2 =(2,5+2t)\mathbf{i}+(2-gt^2/2)\mathbf{j}$ m.

Para las condiciones del suelo P(x,0), $2-10t^2/2=0$, t=0,63s, que sustituido en la componente x=2,5+2t=3,76m. que no coincide con la propuesta d.

La trayectoria se podría obtener de las ecuaciones paramétricas:

$x=2,5+2t$,$y=2-5t^2$; $t=(x-2,5)/2$, $y=2-5(x-2,5)^2/4$ $=2-1,2(x-2,5)^2$, que corresponde a la ecuación de una parábola, que invalida la propuesta e.



1.8.26.* Un helicóptero que inicialmente se encuentra parado a una altura h, de una planicie montañosa, realiza una operación rescate de un montañero, que es izado por una cuerda con una aceleración de 2**j** m/s^2, respecto a un observador inercial que se encuentra en la montaña, al mismo tiempo que avanza hacia su frente alejándose de la montaña, con una aceleración de 2**i** m/s^2. De todo ello dirás que:

a) PARA UN OBSERVADOR INERCIAL, EL ÁNGULO QUE FORMA LA CUERDA CON EL HELICÓPTERO ES DE 45^0

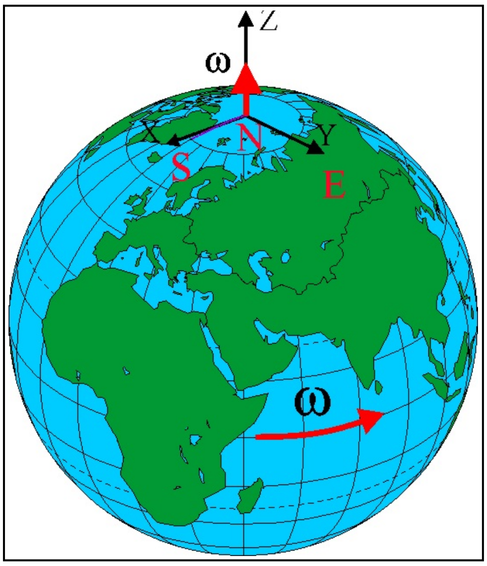
b) UN OBSERVADOR QUE VIERA EL RESCATE DESDE LA MONTAÑA APRECIARÍA QUE LA TRAYECTORIA DEL MONTAÑERO SERÍA UNA RECTA DE ECUACIÓN x=y

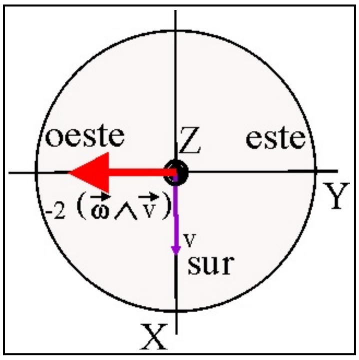
c) EL MONTAÑERO RESCATADO OBSERVARÍA QUE EL HELICÓPTERO SE ACERCA A ÉL CON UNA ACELERACIÓN DE -2**j** ms^{-2}

d) EL PILOTO DEL HELICÓPTERO OBSERVARÍA QUE EL MONTAÑERO SE LE ACERCA, CON UNA ACELERACIÓN DE MÓDULO $\sqrt{8}$ ms^{-2}

SOL:

Operando en el S.I., para el observador fijo O (sistema inercial S), el helicóptero (sistema no inercial S') lleva una $\mathbf{a}_0$=2**i** ms^{-2}, y como en el instante inicial se encuentra a una altura h**j** m, su vector de posición $\mathbf{r}_0 = t^2\,\mathbf{i} + h\mathbf{j}$ m.
El montañero rescatado M, tiene en t=0, una posición respecto a S, **r**=0, y respecto a S', **r**'= -h**j** m.
En cada instante su posición respecto al sistema no inercial S', será:
$\mathbf{r}'=(-h+2t^2/2)\mathbf{j}$ m.
Por lo tanto, al ser izado, su vector de posición respecto al observador inercial será
$\mathbf{r}=\mathbf{r}_0 + \mathbf{r}'= t^2\,\mathbf{i} + h\mathbf{j} + (-h+2t^2/2)\mathbf{j}= t^2\mathbf{i} + t^2\mathbf{j}$ m.
La ecuación de la trayectoria se determina a partir de las ecuaciones parmétricas respectivas $x=t^2$, $y=t^2$, obteniéndose al sustituir t, una recta y = x por lo tanto con pendiente 1 y ángulo de 45^0 .
El piloto del helicóptero situado en S', observaría la posición de M, dada por **r**',su aceleración será $d^2\mathbf{r}'/dt^2$= 2**j** ms^{-2}, cuyo módulo es 2 ms^{-2}, mientras que a su vez, el montañero izado observaría que el helicóptero se aproximaría a él con una aceleración contraria o sea -2**j** ms^{-2}.
Por lo tanto las respuestas válidas serán, la a,b y c.





1.8.27.* Si un iceberg que se desprende del casquete polar ártico, se desplaza hacia el sur siguiendo aproximadamente un meridiano (como se indica en el dibujo), con una velocidad de 12 km/h sufrirá una desviación en su movimiento:

a) QUE SERÁ DEBIDA AL GIRO DE LA TIERRA Y A LA FUERZA CENTRÍFUGA
b) QUE SE PRODUCIRÁ POR EL GIRO DE LA TIERRA Y LA FUERZA DE CORIOLIS
c) QUE LO DESPLAZARÁ HACIA EL SUR
d) QUE LO DESVIARÁ HACIA EL OESTE
e) EN CADA HORA DE π km

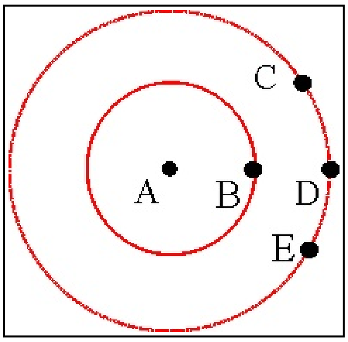
SOL:
Es evidente que al estar en el polo, o muy próximo la aceleración centrífuga, en el sistema relativo O', Tierra, será 0 , pues $\vec{a}_{cf} = -\vec{\omega} \wedge (\vec{\omega} \wedge \vec{r}')$ [es una aceleración debido a una fuerza inercial], y el ángulo que forman $\vec{\omega}$ y $\vec{r}'$, es de $0°$.
Sin embargo posee una aceleración de Coriolis, $\vec{a}_{cor} = -2(\vec{\omega} \wedge \vec{v}')$ [es una aceleración debido a una fuerza inercial], que depende de la velocidad de giro de la Tierra y de la velocidad con que se desplaza el iceberg, lo que confirma la propuesta b. Según el meridiano sobre el que se desplace, y los ejes de referencia tomados, la desviación se hará hacia el oeste, pero nunca hacia el sur. Esto es, como la Tierra gira en sentido antihorario, se producirá una desviación hacia la derecha, del sentido tomado de **v'**. Por lo tanto es correcta la propuesta d.
Si se sitúan los ejes de coordenadas según el dibujo realizado, $\vec{a}_{cor} = -2(\omega \vec{k} \wedge v' \vec{j}) = 2\omega v' \vec{i} = \frac{d\vec{v}_{cor}}{dt}$
Si se considera constante la velocidad v', y que en el instante inicial está en reposo, y muy próximo al polo, $\vec{v}_{cor} = 2\omega v' t \vec{i} = \frac{d\vec{r}_{cor}}{dt}$.
La desviación debida a la aceleración de Coriolis, se obtendría por integración, así $\vec{r}_{cor} = \omega v' t^2 \vec{i}$. Puesto que la Tierra tiene una velocidad angular $\omega_T = \frac{2\pi \, radianes}{24 \, horas}$ (una vuelta al día), de la expresión anterior determinaremos la desviación en km , para t= 1hora:
$|\vec{r}_{cor}| = \frac{2\pi}{24\,h} \cdot \frac{12 km}{h} .1^2 h^2 = \pi \, km$ que coincide con la propuesta e.

1.8.28.* Cuando observas la información del tiempo por televisión, sueles apreciar en las imágenes del satélite Meteosat, manchas de nubes en forma de espiral en un régimen de bajas presiones, orientadas en un sentido determinado. Este hecho viene determinado por la fuerza de Coriolis, que en este caso y en el hemisferio norte desviaría las nubes:

a) HACIA EL NORTE
b) EN SENTIDO HORARIO
c) HACIA EL ESTE
d) HACIA EL SUR
e) EN SENTIDO ANTIHORARIO

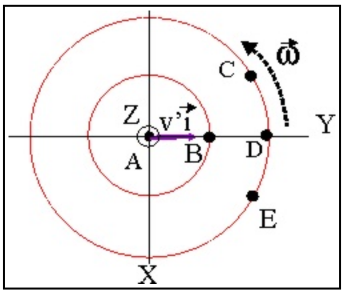
SOL:

El sentido en el que la fuerza de Coriolis desviaría el aire, que se mueve desde los centros de alta presión a los de baja presión, que empuja las nubes, en el hemisferio norte, sería el antihorario, esto provocaría una desviación inicial hacia el este, que confirma las propuestas c y e. En un estado de equilibrio, las masas de aire se desplazan a lo largo de las líneas de igual presión (isóbaras) y a través de ellas girarían en sentido antihorario, aunque debido al rozamiento con el suelo, de las capas bajas, su dirección no va a coincidir exactamente con la de las isóbaras.



1.8.29.* En un carrusel de feria, esquematizado en el dibujo, el encargado, situado en la posición A, junto al eje del tiovivo, que gira con velocidad angular constante, lanza un balón que se había dejado olvidado en uno de los coches, un chico D, que se encuentra observando como su amigo B, gira montado en un caballito. Con tus conocimientos de física podrás asegurar que :

a) B VERÁ PASAR EL BALÓN POR DELANTE DE SUS NARICES
b) EL BALÓN LLEGARÁ A E
c) C RECIBIRÁ EL BALON
d) EL BALÓN PASARÁ POR DETRAS DE B
e) EL BALÓN LLEGARÁ SIN DESVIARSE A D



SOL:

Si centramos en el punto A, un sistema de coordenadas XYZ, siendo el Z, perpendicular al plano del dibujo y hacia arriba, tomando como plano el sistema tridimensional. La velocidad angular $\vec{\omega} = \omega\vec{k}$, y la de lanzamiento del balón desde A a B $\vec{v}' = v'\vec{j}$. La fuerza de Coriolis, desviará al balón con una aceleración $\vec{a}_{cor} = -2(\omega\vec{k} \wedge v'\vec{j}) = 2\omega v'\vec{i}$ m/s^2, por lo tanto, B vería pasar aquél por detrás suyo, si está orientado en el sentido de giro. Ahora bien, C,D y E, están fuera del sistema giratorio, encontrándose en uno inercial, y por lo tanto para ellos el balón no experimentará ninguna desviación, llegando a D . En consecuencia sólo serán válidas, las propuestas d y e.