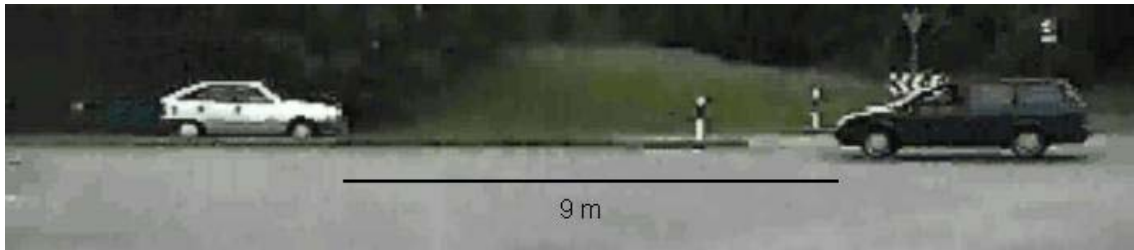


## Com és el moviment dels dos cotxes?

### Introducció

Es tracta de fer l'estudi del moviment dels dos cotxes que es veuen a la foto, utilitzant la funció d'Anàlisi de Vídeo del programa Multilab. En principi no coneixem quin tipus de moviment porten els dos cotxes. Se sap que el cotxe blanc porta una velocitat inicial, i que el cotxe negre en l'instant inicial està parat, i es troba a uns 9 m del cotxe blanc.



### Objectius

A partir d'un vídeo gravat del moviment de dos cotxes que es creuen, determinar:

- El tipus de moviment de cada cotxe, i les equacions que representen el seu moviment.
- La posició i la velocitat de cada cotxe a l'instant de creuar-se.
- El moviment dels cotxes canviant el sistema de referència.







### Material

- Ordinador
- Programa **Multilab**
- L'arxiu anomenat ***creuament de dos cotxes.avi***

### Passos a seguir

- ✓ Observar el moviment dels cotxes en el vídeo
- ✓ Dibuixar els gràfics de la predicció del moviment dels cotxes
- ✓ Configurar el sistema de mesura
- ✓ Enregistrar dades: això vol dir marcar les posicions de cada cotxe en el vídeo
- ✓ Analitzar les gràfiques i fer càlculs: equacions del moviment, velocitat, acceleració...
- ✓ Comparar les gràfiques obtingudes amb les de les prediccions
- ✓ Aplicar les resultats a altres situacions

### Observeu el moviment de cada cotxe en el vídeo

- Obriu el programa **Multilab**. Si el MultiLog no està connectat, us sortirà el missatge que indica que no pot connectar amb l'enregistrador. Digueu **D'acord**, i feu clic sobre la icona que activa l'opció d'**Anàlisi de Vídeo** .
- Obriu el vídeo **creuament de dos cotxes.avi** amb el botó **Obrir arxiu de vídeo** .
- Un cop obert el vídeo, cliqueu el botó **Play**  per observar el moviment dels cotxes. Amb el botó **Començar**  el torneu a situar a l'inici.
- Per veure amb més detall el moviment, podeu utilitzar els botons **Fotograma anterior** , i **Fotograma següent** .

### Feu la predicció dels gràfics del moviment

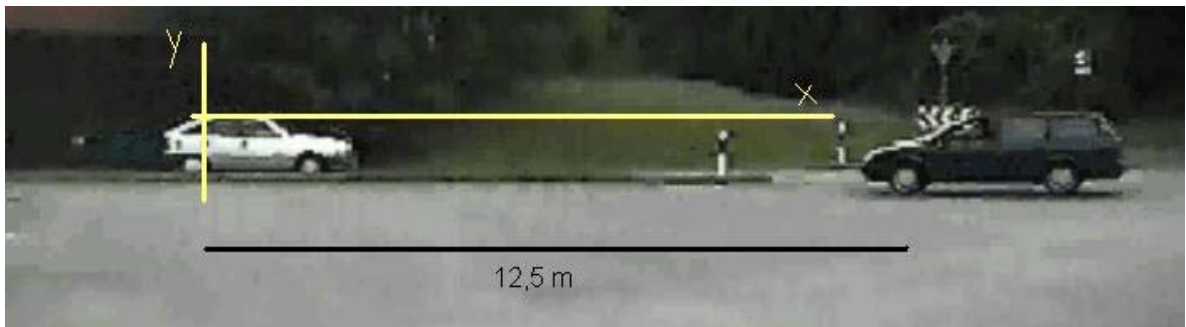
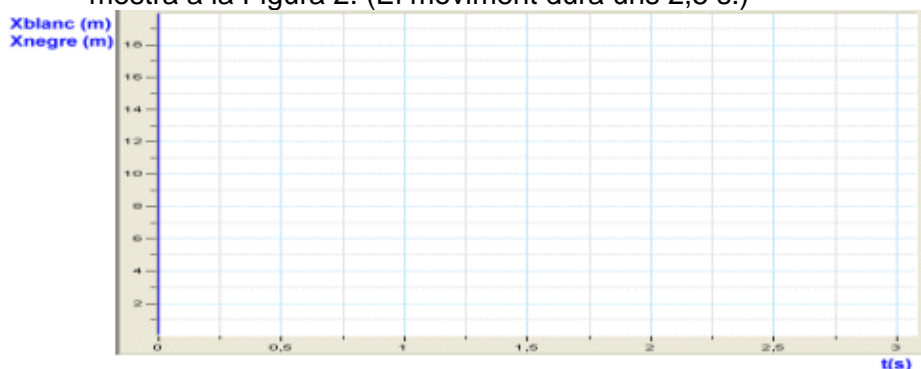
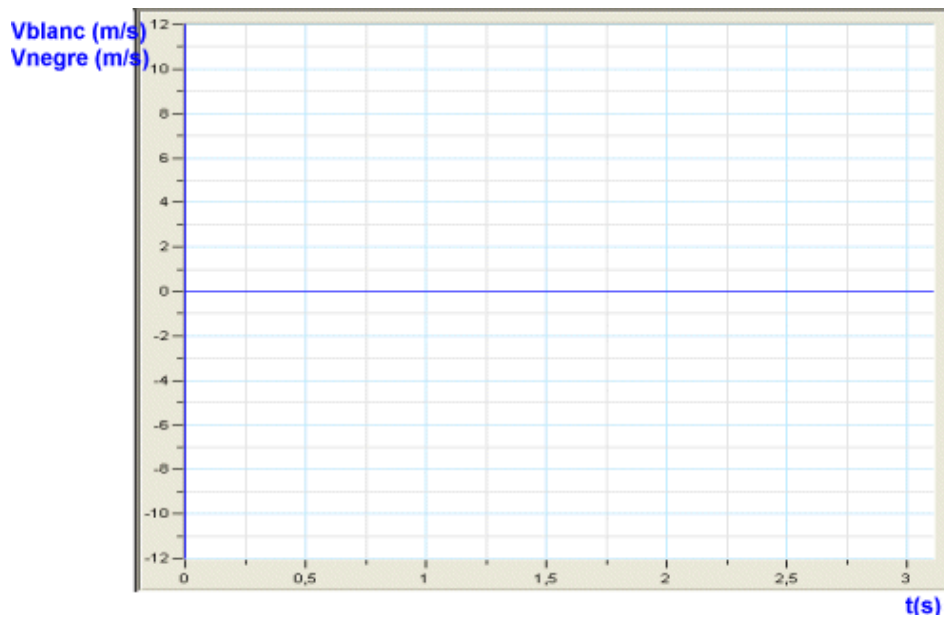


Figura 2




- Dibuixeu en la mateixa quadrícula els gràfics  $x-t$  del moviment dels dos cotxes. El sistema de referència el podeu situar en un punt del cotxe blanc, tal com es mostra a la Figura 2. (El moviment dura uns 2,5 s.)




- Dibuixeu en la mateixa quadrícula els gràfics  $v-t$  del moviment dels dos cotxes.



### Configureu el sistema de mesura.

- Deixeu el vídeo en el primer fotograma clicant el botó **Començar** .
- Utilitzeu el botó **Mostrar color**  de la barra d'eines de sota la finestra del vídeo, per seleccionar els colors amb què marcareu la posició de cada cotxe (Cos 1 i Cos 2), dels eixos, i de l'escala. Escolliu els colors a cada casella (és important que els colors triats destaquin del fons).
- Per poder mesurar la posició de cada cotxe, cal abans calibrar el video. Els passos a seguir són:
  - Cliqueu la icona **Escala** . A la finestra que s'obre, escriviu a la casella **dimensió actual (cm)** el valor de la longitud del cotxe negre, que és de **460 cm**.
  - Abans de clicar **D'acord**, marqueu, clicant amb el ratolí, un punt a cada un dels extrems del cotxe negre. Veureu que els dos punts quedaran units formant-ne un amb ratlla discontinua (tal com es mostra a la figura). Si el segment no ha quedat ben horitzontal, el podeu ajustar movent-lo des dels extrems amb el ratolí.



- Per situar l'origen de coordenades, cliqueu la icona  **Situar l'origen de coordenades**. Assenyaleu amb el ratolí el punt on vulgueu establir l'origen (L'origen el podeu situar en un punt del cotxe blanc, com per exemple el que es mostra a la figura 2). Per acabar cliqueu **D'acord**.
- És convenient poder marcar la posició de cada cotxe simultàniament. Per això cal tenir activada l'opció **Simultani**, que es troba a **Anàlisis de vídeo| Moviment de dos cossos**. A cada fotograma, és a dir, a cada instant, per marcar la posició d'un dels cotxes (p.e. el blanc), haureu de fer clic amb el botó dret del ratolí, i a continuació, per marcar la de l'altre cotxe (p.e. el negre), haureu de fer clic amb el botó esquerre.

### Enregistreu dades.



- Heu d'escollir quins punts de cada cotxe triareu per marcar les seves posicions. Tingueu en compte que, quan es creuen, el cotxe blanc queda tapat pel cotxe negre i quasi no es veu. Així, els punts poden ser:

o Pel cotxe negre, el centre d'una de les rodes, com la davantera.



o Pel cotxe blanc un punt del sostre, el de dalt a l'esquerra...



- Per marcar les posicions inicials de cada cotxe, cliqueu amb el botó **dret** del ratolí en el punt que heu triat del cotxe **blanc**. Fixeu-vos que a la taula apareixen els valors  $x$ ,  $y$ ,  $t$  d'aquest punt. Ara cal marcar la posició inicial del cotxe **negre**, clicant amb el botó **esquerre** del ratolí, i el vídeo passa a fotograma següent.
- Torneu a marcar amb el ratolí les noves posicions de cada cotxe repetint el procediment anterior, fins arribar a l'últim fotograma del vídeo. (Mentre els dos cotxes es creuen, en 4 o 5 fotogrames el cotxe blanc queda tapat pel negre; marqueu de forma aproximada la seva posició.)
- Podeu eliminar en el mapa de dades les **Posicions y** de cada cotxe (**Objecte 1 i 2**), ja que no tenen cap significat físic.
- Una vegada obtinguts els gràfics  $x-t$  dels moviments de cada cotxe, per tal d'explorar les diferents parts dels gràfics i relacionar-les amb el vídeo, podeu situar una fletxa en un punt d'un d'ells, fent clic a la icona , i moure-la amb el ratolí, o amb les tecles de cursor del teclat. Veureu que al mateix temps es mouran els cotxes en el vídeo. A la part baixa del gràfic apareixen la posició i el temps corresponents. Feu el mateix amb el gràfic de l'altre cotxe. Fixeu-vos si els punts, que assenyalen a cada fotograma les posicions de cada cotxe, estan ben situats.
- Si hi ha algun punt que heu marcat erròniament, podeu corregir-lo de la manera següent:
  - o En el gràfic corresponent, situeu una fletxa fent clic a la icona .
  - o Desplaceu la fletxa fins a col·locar-la en el punt erroni, amb les tecles de cursor del teclat, o amb els botons **Fotograma anterior** o **següent**.

- A continuació moveu el punt marcat, arrossegant-lo amb el ratolí, fins a situar-lo en la posició adequada. Veureu que tant el gràfic com la taula queden actualitzats.
- Guardeu l'arxiu amb les dades al mateix directori en què tingueu el vídeo **creuament de cotxes.avi**. Així, quan el torneu a obrir, s'obrirà juntament amb el vídeo.

## Anàlisi i tractament de les dades

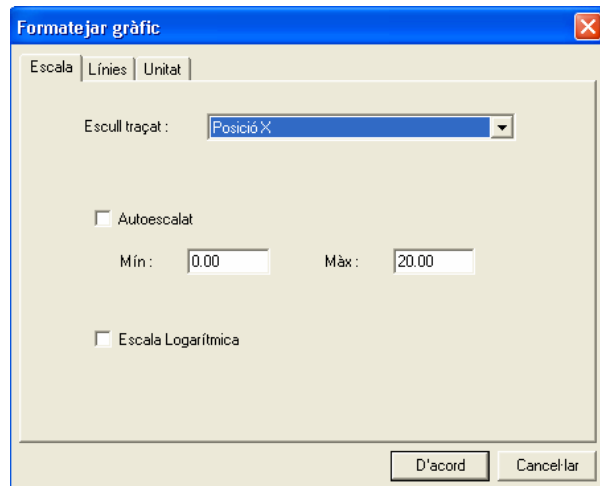
### Gràfics x-t


- Per treballar millor els gràfics, podeu fer que aquests apareguin més grans i al centre de la pantalla. Per fer el canvi de lloc de les finestres, cliqueu el botó



**Taula**; veureu que el gràfic queda al centre i la taula no hi és. Per fer que torni a aparèixer feu clic a **Taula**.



- Per comparar millor els gràfics, és convenient que les escales siguin iguals. Per això, cal eliminar l'Autoescalat dels dos gràfics: Activeu l'opció del menú **Gràfic | Propietats | Gràfic 1** i, a la pantalla que surt, desmarqueu l'autoescalat i poseu, per exemple, Mín: 0; Màx: 20,00, tal com es mostra a la figura:

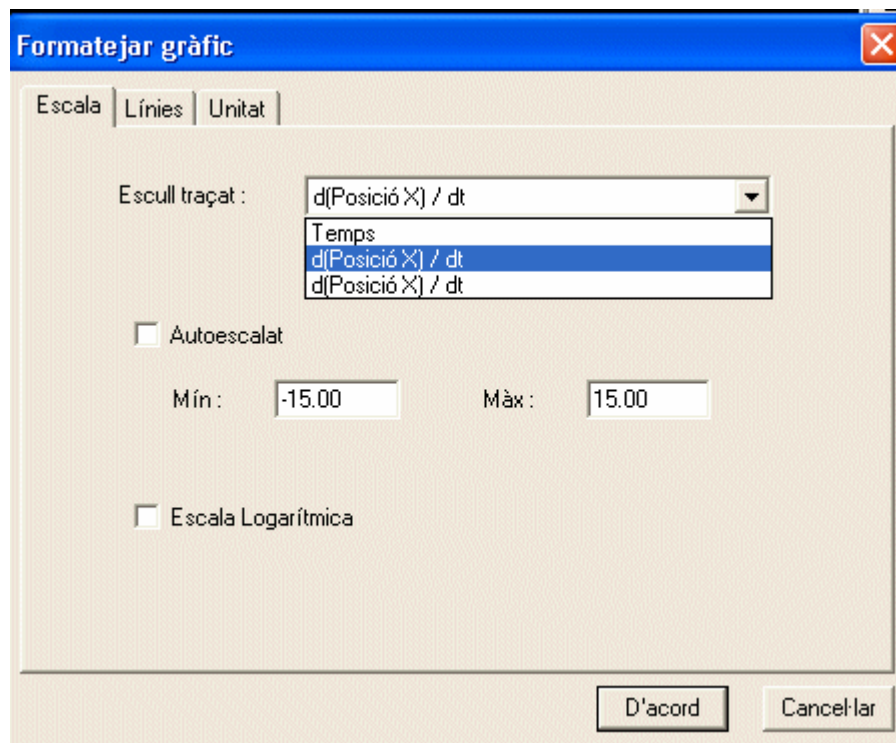


- En els gràfics x-t obtinguts, feu els càlculs següents:
  - El temps que han estat en moviment els dos cotxes.
  - El desplaçament total realitzat per cada cotxe.
  - La posició i l'instant en què els cotxes es creuen..
  - Quin és l'interval de temps entre dues posicions dels cotxes? Expressau també aquest valor com a fracció de segon, per exemple; 1/3, 1/25...
  - El gràfic x-t obtingut per a cada cotxe, a quin tipus de moviment correspon?
  - En el gràfic que correspon a un moviment uniforme, determineu la velocitat. Escriviu l'equació x-t corresponent.
- El programa permet determinar les equacions dels moviments de cada cotxe. Per obtenir-les:
  - Seleccionau amb els cursors el gràfic x-t del cotxe negre.
  - Cliqueu sobre la icona **Ajudant d'anàlisi**  del menú principal. Escolliu el tipus de funció que s'ajusti millor, una recta o un polinomi de segon grau.
  - Una vegada seleccionada la funció, us apareixerà l'equació posició-temps.
  - Identifiqueu a l'equació la posició inicial, la velocitat inicial i l'acceleració, si s'escau, del cotxe negre.

- Podeu repetir el mateix procediment per obtenir la del cotxe blanc, i comparar-la amb l'obtinguda anteriorment. Quin procediment creieu que és millor?

### Gràfics v-t

- Per obtenir els gràfics de velocitat, heu de situar la fletxa de cursor  a cadascun dels dos gràfics de posició del cotxe blanc, i del cotxe negre, i fer clic a la icona **Derivada** . Amagueu posteriorment els gràfics de posició i deixeu únicament els de velocitat.
- Elimineu l'autoescalat dels dos gràfics, activeu l'opció del menú **Gràfic | Propietats | Gràfic 1**. A la pantalla que surt, desmarqueu l'autoescalat en els traçats de les dues velocitats, de manera que l'escala fixa sigui la de la imatge següent:



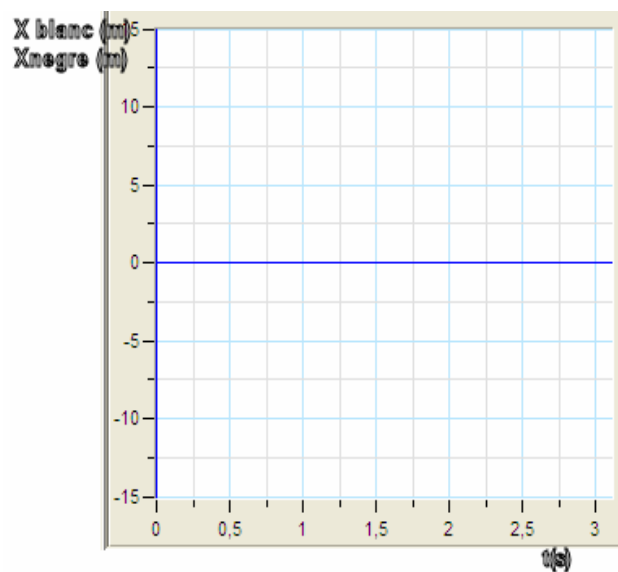
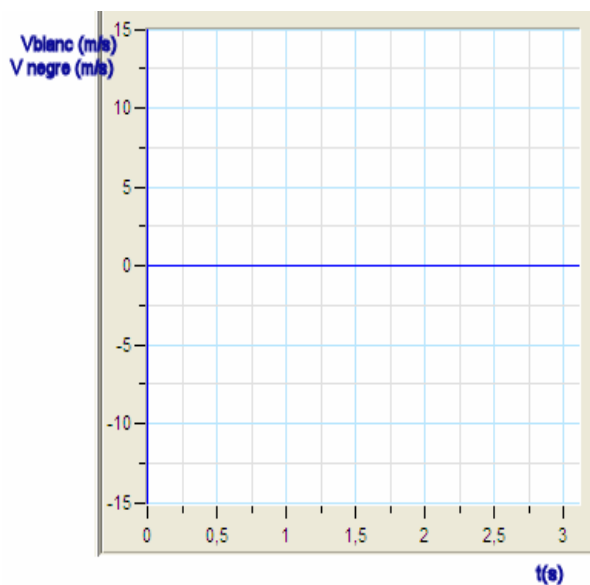
- Determineu la velocitat del cotxe blanc a partir de la gràfica v-t. Marqueu amb les fletxes de cursor els punts inicials i finals del gràfic v-t del cotxe blanc, activeu l'opció del menú **Anàlisi | Estadística**. La mitjana serà la velocitat, ja que se suposa que és constant, i per tant velocitat instantània i mitjana coincideixen. Compareu els valors obtinguts de les dues maneres i indiqueu de quina manera es comet menys error.
- Determineu l'acceleració del cotxe negre, i la seva equació de velocitat.
- Determineu la velocitat de cada cotxe a l'instant de creuar-se. Quin dels dos cotxes va més ràpid?

## Canvi de l'origen del sistema de coordenades

Imagineu que l'origen del sistema de coordenades se situa en el cotxe negre, tal i com apareix en la imatge següent.



- Digueu què canviaria i què no canviaria a les equacions determinades anteriorment del moviment dels dos cotxes.
- Torneu a escriure les equacions en aquest nou sistema de referència.
- A les quadrícules de sota dibuixeu com penseu que seran ara els gràfics.



## **Compareu els gràfics obtinguts amb els de la vostra predicció**

---

Podeu comprovar la vostra predicció, canviant l'origen del sistema de referència. Quan canvieu el sistema de referència, les gràfiques de posició canvien. No cal tornar a marcar els punts. Els gràfics de velocitat no s'adapten correctament (de fet no haurien de canviar). Per obtenir de nou els gràfics de velocitat, s'ha de tornar a derivar les gràfiques amb l'origen del sistema de referència canviat, i observareu que no canvien respecte la situació anterior.

Per poder comparar millor les gràfiques convé eliminar l'autoescalat, i situar en totes les gràfiques, per exemple l'escala en Mín: -15; Màx: 15, tant en posició com en velocitat.

Els gràfics obtinguts, s'assemblen als que heu dibuixat en totes les prediccions? Quines similituds i quines diferències observeu? Si hi ha diferències, quina podria ser la raó?

## **Conclusions**

---

A partir dels resultats obtinguts, què podeu concloure en relació als moviments de cada cotxe? Feu una descripció tan detallada com pugueu dels moviments.

## **Qüestionari**

---

1. Si canvieu l'origen de coordenades, la velocitat de cada cotxe a l'instant de creuar-se seria la mateixa?
2. Dibuixeu els gràfics  $x-t$  de cada cotxe en la mateixa quadrícula, suposant que tots dos cotxes estan inicialment parats i que arranquen dirigint-se un cap a l'altre, amb una acceleració constant de 5 m/s. Quant de temps triguen a creuar-se?

## **Informe**

---

Redacteu un informe de l'estudi realitzat dels moviments dels cotxes. En aquest informe s'han de distingir clarament les parts següents: objectius, predicció, procediment, anàlisi i tractament de les dades, resultats i conclusions. Juntament amb l'informe heu d'afegir les respostes al qüestionari.