

QUINA ÉS LA DISTÀNCIA MÍNIMA DE SEGURETAT ENTRE DOS VEHÍCLES?

Les carreteres tenen una capacitat màxima que oscil·la entre 1500 i 2000 vehicles per carril i hora. En aquestes circumstàncies, els vehicles circulen molt junts, una simple frenada es transmet com un efecte dominó fins acabar en una detenció brusca o, tal vegada, en un xoc en cadena. Per evitar-ho cal adequar la velocitat a la dels vehicles que ens precedeixen i mantenir la distància de seguretat que ens permeti detenir el cotxe dins d'un espai lliure.

En 1996 es van produir a prop de 1400 accidents per xoc en cadena en els que es van registrar 385 morts i 21.500 ferits de diferent consideració.

El temps de reacció d'un conductor oscil·la entre 0,5 s i 1 s. És a dir, des de que el sentit de la vista alerta d'un perill i l'encèfal envia l'ordre de frenar i es comença a petjar el fre passen, com a mitjana 1 s, en aquest temps el vehicle continua rodant a la mateixa velocitat. En aquesta situació a 120 km/h, el cotxe haurà recorregut 33 metres sense que el conductor hagi començat a frenar.

A més a més, cal detenir el cotxe en el menor espai possible, o en el disponible .

L'anàlisi exhaustiu de les proves de frenat confirma que a una velocitat de 120 km/h, la mitjana de la distància de frenat per a un cotxe dels més petits és de 67 metres, 65 metres pels de gamma mitjana i una mica menys, 63 metres pels cotxes grans.

Per tant la distància de detenció serà la suma de la distància de reacció i la distància de frenat. A 120 km/h en el millor dels casos, és a dir amb un vehicle de gamma alta, es necessitarien 96 metres per detenir el vehicle sense col·lisionar amb el de davant.

A partir de 140 km./h es perd nitidesa en la visió perifèrica i amb allò la possibilitat de fer una avaluació correcta de distàncies i velocitats, és el que s'anomena "efecte Túnel".

Una distracció d' 1 segon quan es circula a 100 km/h, suposa que el vehicle circuli sense control durant 28 m. A 150 km/h aquesta distància augmenta a 42 m. Xocar a 120 km/h contra un objecte rígid pot traduir-se en la caiguda d'aquest vehicle des de la Torre inclinada de Pisa amb 54 m d'alçada.

Per tant, mantenir en carretera una distància correcta entre el vehicle que circula davant i darrera és de vital importància per prevenir accidents. Aquesta distància dependrà de diversos factors com són, de la velocitat del dos vehicles, de l'estat dels frens, de l'estat de la carretera. La experiència que realitzaràs t'ajudarà a tenir una major idea d'aquest fets. La cinemàtica que has estudiat, el MRU i el MRUA podem ajudar-te a conèixer les distàncies mínimes de seguretat en funció de la velocitat dels vehicles.



SITUACIÓ ANALITZAR

En la següent experiència estudiarem un moviment similar al de frenat d'un cotxe: el moviment d'un carret que en el seu desplaçament per una pista es troba sotmès a una força de frenada. Caldrà que analitzis com varia la distància que necessita per frenar.



QUÈ HAUREU APRÉS

- A utilitzar els conceptes apresos sobre MRUA per fer prediccions de gràfiques posició-temps corresponent al moviment de frenada d'un cotxe.
- A ser capaços de seleccionar el tros de gràfica que interessa per fer l'estudi del moviment.
- A relacionar el tipus de moviment MRU o MRUA d'un objecte (carret) amb les seves representacions gràfiques posició-temps i velocitat-temps.
- A relacionar qualitativament força (de frenada) amb acceleració
- A fer càlculs amb les taules i les gràfiques de velocitat inicial, acceleració i desplaçament. Trobar les equacions del moviment a partir de la gràfica posició-temps.
- A extreure conseqüències relatives a la necessitat de portar una distància entre vehicles en funció de la velocitat del cotxe i de l'estat de la carretera.

COM PROCEDIREU?

En la següent experiència un carret (cotxe) es llança per un carril mitjançant un tirador, de manera que en el moment que deixa d'estar en contacte amb la goma del tirador, comença a actuar una força en sentit contrari al moviment que el frena fins parar-se. Aquesta força està produïda per una corda unida al carret i a una pesa a través d'una polijja. (El moviment posterior de retorn del carret no ens interessa en aquest estudi).

- En primer lloc fareu unes quantes proves de llançament del carret amb el tirador, de manera que sigui un moviment regular, sense salts.
- Fareu una predicció de les gràfiques Posició-temps i velocitat-temps per aquest moviment.
- Obtindreu aquestes gràfiques al llançar el carret i recollir les posicions del mòbil mitjançant un sistema de captació de dades anomenat Multilog. El sistema consisteix en un sensor de posició connectat a un ordinador i amb un software que transforma unes mesures elèctriques en mesures de posició del

mòbil. (Funciona aproximadament com un sonar tal com s'explica més endavant).

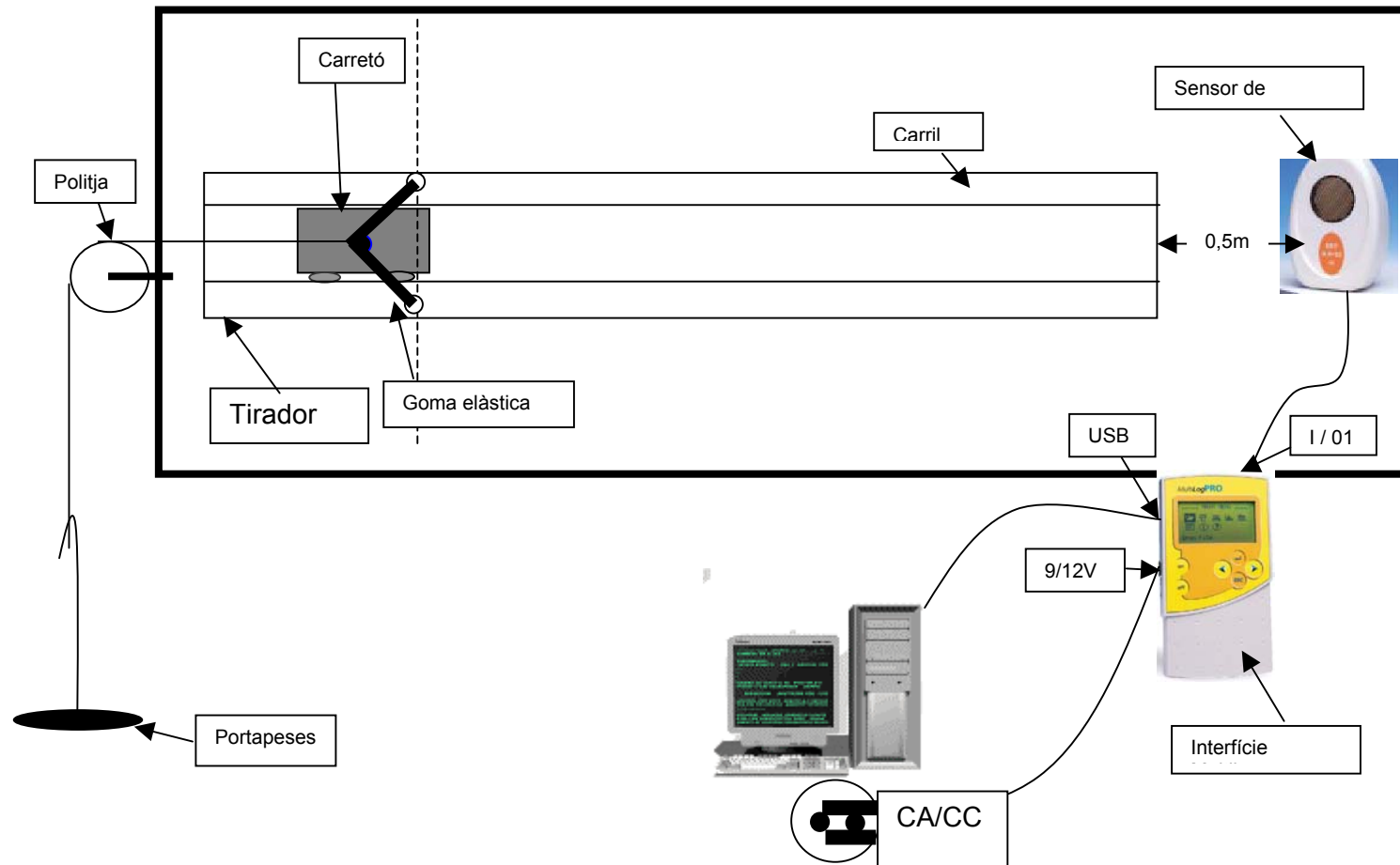
- Seleccionareu i retallareu el tros de gràfica adient per l'estudi del moviment de frenada
- Comparareu les gràfiques x-t, v-t obtingudes amb les vostres prediccions.
- Obtindreu valors de distància de frenat en funció de la velocitat inicial del cotxe i de la força de frenada. Amb aquests valors podrem comprovar la relació entre la velocitat que portava inicialment el carret i la distància que necessita per frenar.
- Per tal d'identificar el tipus de moviment, seleccionareu la funció que millor s'ajusta a les corbes obtingudes. Obtindreu així les equacions del moviment del vostre carret a partir de la gràfica posició-temps.
- Aplicareu els vostres coneixements a situacions reals i més complexes.

MUNTATGE

Utilitzareu un muntatge com el del dibuix. Mitjançant un tirador tensat, es llança un carret per un carril de tal manera que en el moment que deixa d'estar en contacte amb la goma elàstica se li aplica una força constant, en sentit contrari als seu moviment (fre). Aquesta força constant l'està fent un portapeses unit al carret a través d'una corda que llisca per una politja. Per fer l'experiència, llanceu el carret estirant la cinta de goma. Una tira de paper mil·limetrat enganxada en el costat del carril pot servir d'ajuda per tal de donar-li sempre la mateixa velocitat de sortida. **El portapeses just ha de tocar el terra quan la goma elàstica no està tensa.**

Practiqueu diversos llançaments de manera que el carret es desplaci al voltant de 0,5 m i ho faci sense salts.

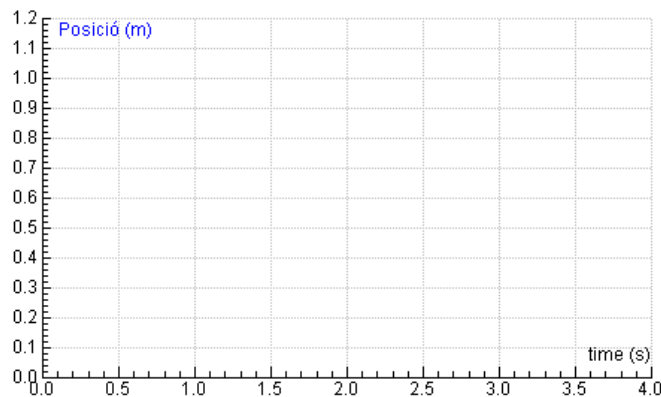
QUINA ÉS LA DISTÀNCIA MÍNIMA DE SEGURETAT ENTRE DOS VEHICLES? Batxillerat



PREDICCIONS

Recordeu com era el moviment del carret i sinó feu més llançaments. Ens interessa analitzar el moviment des de que deixa d'estar en contacte amb la goma, fins que es para. El moviment de retrocés no l'analitzarem.

Observa detingudament el moviment del carret i prediu de quin tipus deu ser: MRU?, MRUA?,?

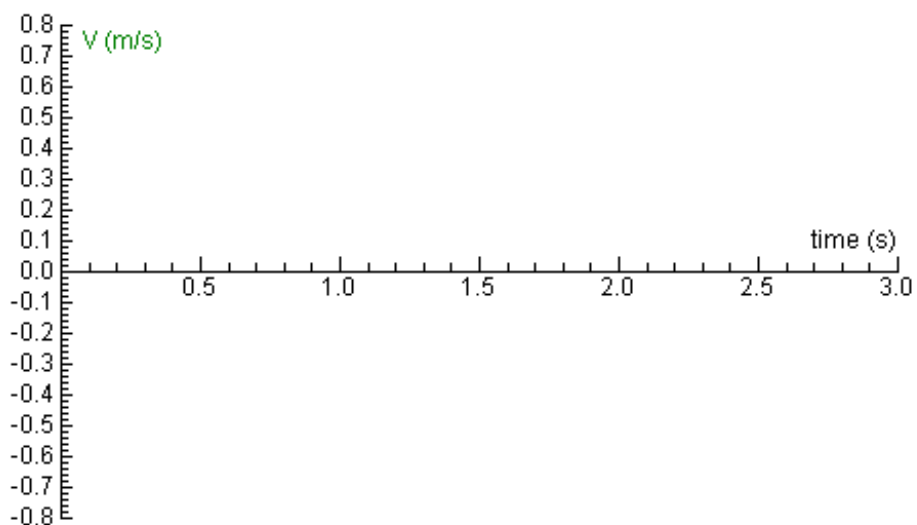


Dibuixeu a dalt la gràfica posició-temps que penseu que sortirà per aquest moviment.

Sistema de referència

L'origen del sistema de referència es troba en el sensor de posició. Tot el que hi ha davant del sensor és positiu, quan un objecte s'apropa al sensor la seva velocitat és negativa i quan s'allunya és positiva. Supposeu que el carret està situat a 1 m del sensor quan comença a frenar. Interessa la forma de la gràfica no els seus valors numèrics. Supposeu també que el moviment dura 2 s.

Dibuixeu a baix la gràfica Velocitat-temps que penseu que sortirà pel moviment del mateix carret, quan el carret s'allunya del sensor la velocitat és positiva i quan s'apropa negativa. Supposeu que la velocitat inicial és de $-0,5\text{m/s}$ i que el moviment dura 2 s.









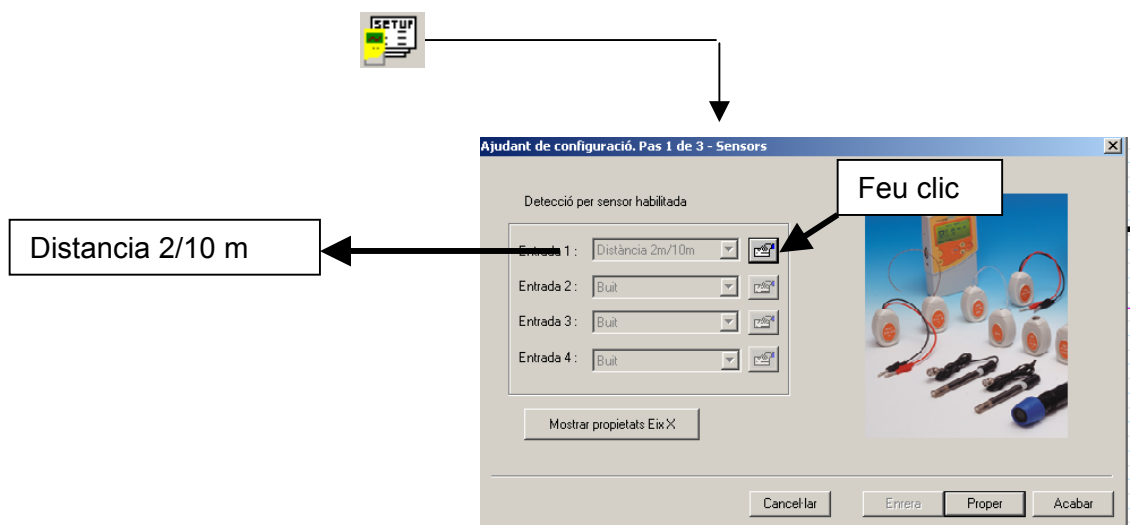
Abans de continuar cal que les gràfiques de la predicció hagin estat suficientment discutida entre vosaltres.

SISTEMA DE MESURA. CONFIGURACIÓ.

El sensor de distància que utilitzareu per recollir les dades utilitza el mateix principi que el Sonar. En el interior del sensor hi ha un emissor (altaveu) que emet ultrasons i un receptor (micròfon). Un condensador està connectat al emissor i constantment es carrega i es descarrega amb el ritme de la freqüència definida per l'usuari en el programa. Quan el condensador es descarrega (envia una senyal elèctrica al emissor) l'emissor emet un ultrasò de molt curta durada de temps, aquest so viatja a través de l'aire, es reflecteix en l'objecte i retorna com un eco. Quan el micròfon rep l'eco, el processador que es troba dins del sensor calcula la distància multiplicant la meitat del temps calculat entre anada i tornada per la velocitat del so.

Per tant sempre que vulgueu fer una mesura amb aquest tipus de sistema, s'ha de configurar. Anem a configurar el sistema de mesura:

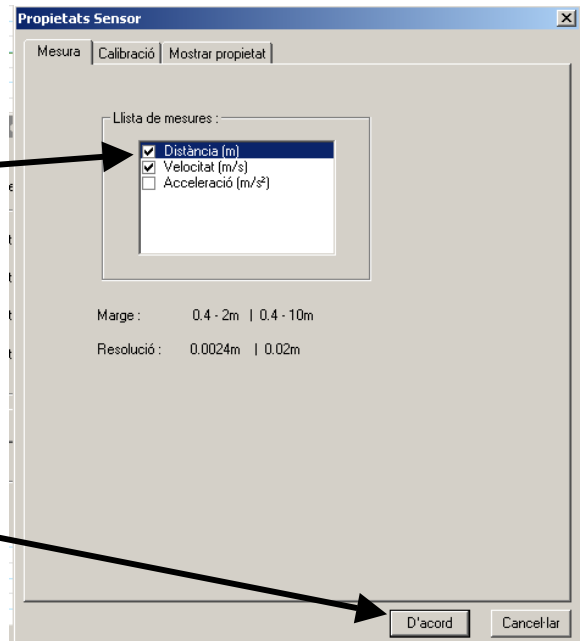
1. Obriu el recol·lector de dades  si s'havia apagat.
2. Comproveu que totes les connexions estan fetes tal i com es veia a la figura 1
3. Obriu el programa Multilab  . Tanqueu les finestres de vídeo  i de taula .
4. Aneu a configuració



QUINA ÉS LA DISTANCIA MÍNIMA DE SEGURETAT ENTRE DOS VEHÍCLES? Batxillerat

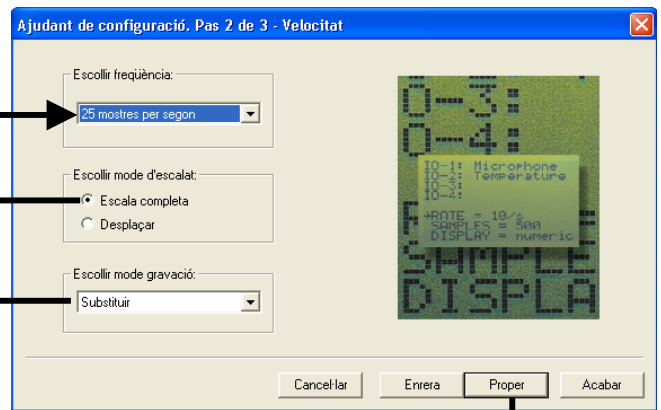
Marqueu Distància i velocitat

Feu clic en **D'acord** i en la següent pantalla en **Proper**

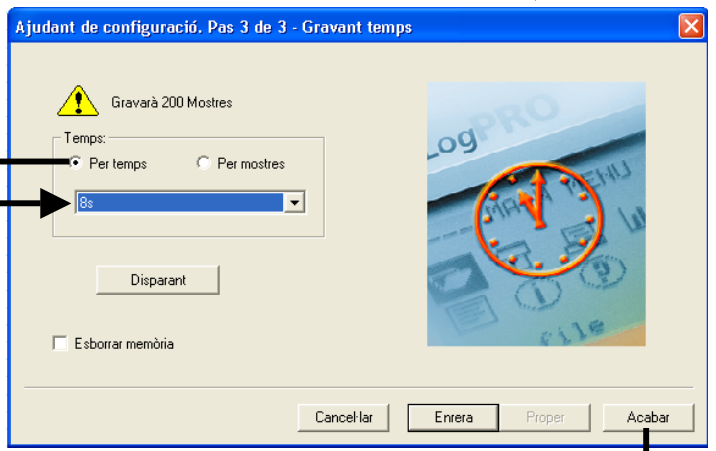


25 mostres per segon

Substituir




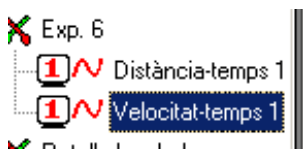
8 segons





MESURA

Fareu la mesura del moviment del carret per tres velocitats de llançament diferents. Una amb la goma elàstica molt poc estirada, una segona més estirada i una tercera força estirada. Marqueu les tres posicions de llançament en el paper mil·limetrat.


1. Poseu en marxa la recoll·lecció  i quan vegeu que comença a aparèixer la gràfica per la pantalla i **no abans**, estireu el carret amb la goma i deixeu-lo anar des de la primera posició. Si no us agrada el gràfic repetiu el procés.
2. En el mapa de dades per tal d'identificar be cada gràfica, feu doble clic amb 2 segons d'interval de temps, per tal de canviar el nom de les dues gràfiques i deixar-les com a la figura de sota (de la mateixa manera que canviu de nom a un arxiu)



3. Ara retallareu el tros de gràfica corresponent al moviment que fa el carret i que ens interessa estudiar i que va des de que deixa d'estar en contacte amb la goma elàstica fins que es para (sense contar el moviment de retrocés). Feu clic en  i després en , d'aquest manera apareixen dues fletxes en la gràfica. Si us col·loqueu en la punta de qualsevol d'elles i arrossegueu el ratolí, podreu desplaçar la fletxa. Seleccioneu amb les dues fletxes el tros de corba que hem dit anteriorment. En el menú seleccioneu **Gràfic |Retalla**. D'aquesta manera tindreu els trossos de gràfica que us interessa estudiar. Canviu el



nom de les gràfiques del retall.



4.  Guardeu l'experiència amb un nom adient en el directori **Experiència i en un disquet**.

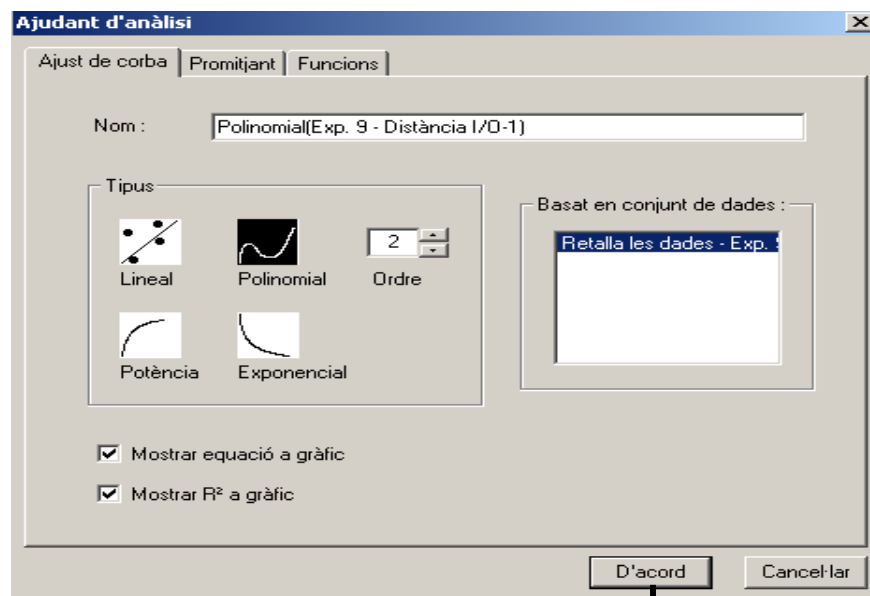
ANÀLISI DE LES DADES I CÀLCULS.

1. Compareu els retalls amb les gràfiques de la vostra predicció i feu una descripció d'analogies i diferències. **Feu una descripció per escrit de les diferències entre predicció i gràfica del moviment.** Pensa en el tipus de moviment que porta el carret. És MRU o MRUA? Per què?

Ara calcularàs la distància de frenat, el temps total de frenat, les equacions de la posició i de la velocitat del carret, la velocitat inicial del mòbil en el moment que frena i l'acceleració. L'objectiu del càlcul és poder relacionar aquestes magnituds posteriorment.

Tots aquest valors els anireu col·locant en la taula de més abaix.

2. Per calcular la distància i el temps de frenat, cal situar les dues fletxes  , en les posicions adjacents de la gràfica de posicions que hem obtingut en l'experiència, no en el retall. El valor de dY que apareix en la part de sota de la gràfica $dX = 1.28$ (s) $dY = -0.404$ (m) ens dona la distància de frenat. El temps de frenada be donat per dX.
3. El següent pas és calcular les equacions del moviment, la velocitat inicial, i l'acceleració del carret . Necessitareu recordar les equacions del Moviment rectilini i uniformement accelerat. Treballareu amb la gràfica del retall.
 - Per trobar les equacions del nostre moviment cal ajustar-li a la gràfica **x-t1** que es troba en **Retalla les dades** la corba que correspon al gràfic posició-temps, que més be s'hi ajusti (aquella que tingui un coeficient de R^2 més proper a 1, $R^2 = 1$ significa ajustament total). Activeu l'opció del menú **Anàlisi | Ajudant d'anàlisi** i seleccioneu el tipus de corba que us sembli més adequada al tipus de moviment (Lineal vol dir línia recta, polinomial d'ordre 2 vol dir una paràbola, etc).



Observareu que a sota de la gràfica apareix una equació, amb un format com ara el següent. $f(x) = +0.0039x^2 + 0.097x + 1.13$, $R^2 = 1.00$ Copia l'equació de la corba per poder analitzar-ne els seus components tenint en compte que **f(x)** és la posició i **x** és el temps. Transforma aquesta equació amb les variables que sols fer servir en Física: x i t. Compareu-la amb les equacions d'un moviment dels que coneixes. A partir d'aquesta equació pots indicar el valor corresponent a la velocitat inicial, a la posició inicial i l'acceleració del moviment.


QUINA ÉS LA DISTÀNCIA MÍNIMA DE SEGURETAT ENTRE DOS VEHÍCLES? Batxillerat

	Distància frenat (m)	Velocitat inicial(m/s)	Temps de frenada(s)	Acceleració (m/s ²)	Equació posició	Equació velocitat
Moviment 1						
Moviment 2						
Moviment 3						

4. Una vegada après el procediment, ara podreu analitzar com intervé la distància que necessita per frenar i quedar parat amb la velocitat de sortida del carret. Torneu a fer el mateix que en el moviment anterior pels dos llançaments que falten i ompliu els resultats en la taula anterior. Feu la captació de dades dels dos llançament un a continuació de l'altre per posteriorment fer l'anàlisi.



Heu de tenir tota la taula completa abans de continuar. Els tres llançaments han de tenir velocitats inicials sensiblement diferents, en cas contrari haureu de repetir algun d'ells.

5.  Guardeu l'experiència amb un nom adient en el directori **Experiència i en un disquet.**
6. Creeu un Fitxer Word . Posteriorment copieu tots els gràfics que heu creat. Per fer això cal que hi hagi en la pantalla del Multilab únicament el gràfic que voleu copiar. Posteriorment activeu l'opció del menú **Gràfic | Copiar Gràfic | Gràfic #1**, després no cal més que enganxar en el fitxer de Word cadascú dels gràfics. Guardeu el fitxer Word en el directori **Experiència i en un disquet amb un nom adient**
7. Fixeu-vos en la taula anterior com varia la distància de frenada amb la velocitat inicial.
Hi ha una relació de proporcionalitat directa?.

Dedueix la relació entre velocitat inicial i la distància recorreguda, elimina el temps entre les dues equacions del MRUA que temps més a baix; v final és 0:

$$\Delta x = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a t^2 \quad \text{i} \quad v = v_0 + a \cdot t ; \quad v = 0$$

S'observa que si la velocitat inicial en el moment de frenar es fa doble, el desplaçament fins que para serà quatre vegades més gran, si es fa triple la velocitat en el moment de frenada, la distància de frenada serà nou vegades més gran.

És a dir $\Delta x = \frac{1}{2} \frac{v_0^2}{a}$ el desplaçament fins que para és proporcional al quadrat de la velocitat inicial. Comprova amb la taula que això passa amb una aproximació raonable.

8. Digues quines modificacions podries fer en el disseny de l'experiència per tal de reduir o augmentar la distància de frenat sense variar la velocitat inicial de llançament.



Abans de continuar farem una petita discussió general sobre tot el que hem fet fins ara.

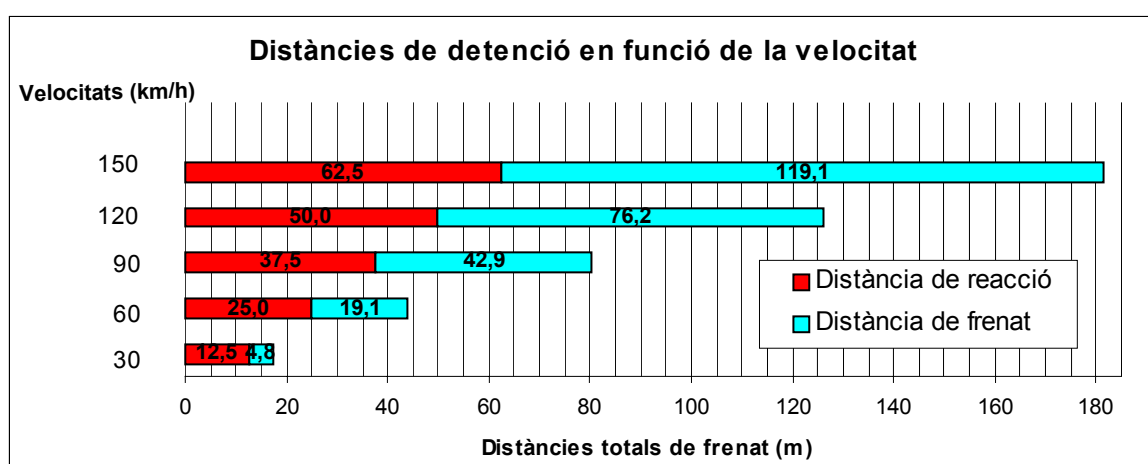
APLIQUEU ELS VOSTRES CONEIXEMENTS.

Quan un cotxe frena perquè te un obstacle davant, abans de prémer els frens després de veure l'obstacle, transcorre un temps anomenat **temps de reacció**, aquest temps va de 0,5 a 1 s. És una mica menys per gent jove, i més per gent gran, cansada, que ha begut, o que ha pres alguns tipus de medecina.

Problema 1.- Calcula la distància total en metres que recorrerà un cotxe que va a 100 km/h, des de que el conductor observa un obstacle davant seu fins que es para. El cotxe té una acceleració en sentit contrari a la velocitat de 6m/s^2 . El temps de reacció és d'1 s .

Problema 2.- En aquesta gràfica que correspon a dades reals, es troben en funció de la velocitat a que va el cotxe les distàncies recorregudes fins que es para (distància de detenció) En vermell es troben les distàncies corresponents al temps de reacció (distància de reacció). En blau la distància de frenat amb uns bons frens i una carretera en bon estat.

- Calcula el temps de reacció.
- Calcula l'acceleració de frenat del cotxe em m/s^2 .
- Calcula el temps total de frenat.

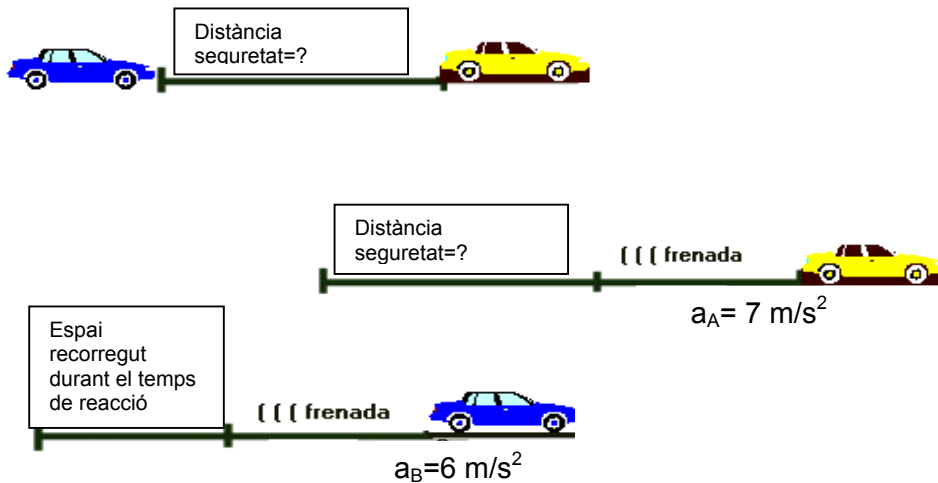


Problema 3.- Un cotxe groc va per una carretera a 108 km/h, darrera d'ell va un altre de color blau a la mateixa velocitat. L'acceleració de frenat del cotxe A (groc) és de $a_A=7\text{ m/s}^2$ s, i la del cotxe B (blau) és de $a_B=6\text{ m/s}^2$. Si el temps de reacció és d' 1s :

- a. A quina distància mínima ha de mantenir-se el cotxe de darrera per tal de no xocar amb el de davant, si aquest frena fins a parar-se.

QUINA ÉS LA DISTÀNCIA MÍNIMA DE SEGURETAT ENTRE DOS VEHICLES? Batxillerat

- Quina serà aquesta distància si les dues acceleracions de frenat són iguals?
- Quina serà aquesta distància si la velocitat del cotxe blau és de 144 km/h?
- Quines conclusions pots extraure per la conducció, de la relació entre les velocitats relatives dels dos cotxes, les acceleracions de frenat i la distància de seguretat.



- Una bona manera de saber si la distància entre el nostre vehicle i el de davant és correcta, és utilitzar la regla dels 3 s. S'escull un objecte a prop de la carretera, com un cartell o un post telefònic. Mentre el vehicle de davant ho passa, es compta lentament "mil ú, mil dos, mil tres". Si es passa l'objecte abans de terminar de comptar, vol dir que s'està massa a prop del vehicle de davant. Calcula aquesta distància pel vehicle blau de l'exercici i compara-la amb la distància calculada a l'apartat (c).

Feu un informe de la pràctica segons els criteris que t'ha donat el teu professorat.