

Molts experiment que us proposarem impliquen mesurar l'acceleració. Aquestes mesures les podem fer de dues formes:

- amb el telèfon mòbil.
- amb un accelerador de molla.

La primera opció és la més interessant, doncs podem obtenir una gràfica de l'acceleració en funció del temps en els tres eixos. A més, el mòbil el podem guardar en una funda i pujar a les atraccions amb moviment violents. Per tot això preferim que utilitzeu el telèfon al Fisidabo. Però per entendre com mesurar amb el mòbil és molt important llegir curosament les instruccions que trobareu en aquesta pàgina i que feu al menys un dels experiments que us proposem.



Abans de començar però un advertiment:

Per pujar a l'atracció és obligatori portar el telèfon mòbil dins una funda lligada al coll. Ha d'estar també lligat al cos, per exemple portant el mòbil per sota del jersei. No us deixaran pujar si no el teniu ben lligat. Podeu comprar una funda a qualsevol botiga d'esports.

Mesura d'acceleracions amb el mòbil

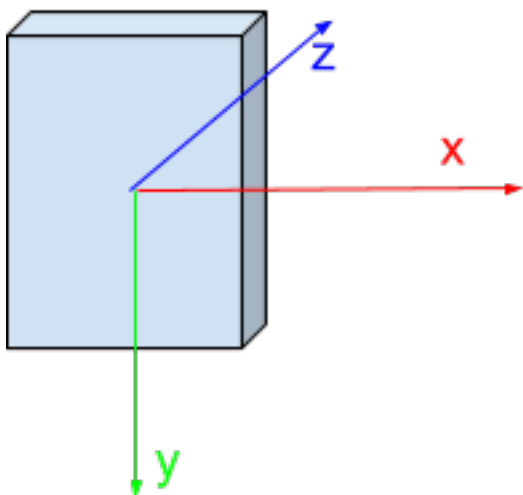
Aplicació: utilitzarem l'acceleròmetre de Vieyra.

Els nostres telèfons mòbils tenen incorporat un acceleròmetre que s'utilitza bàsicament per dues coses: primer per tal de saber quina és la direcció en l'espai en la que es troba. Això ho fa mesurant contínuament la direcció de l'acceleració de la gravetat. D'aquesta manera el dispositiu pot saber si la pantalla es troba vertical o horitzontal respecte al terra. Per altra banda, en detectar acceleracions, pot detectar canvis en el moviment de l'usuari, de forma que és possible saber, per exemple, si la persona que porta el mòbil es posa en moviment.

Nosaltres utilitzarem aquest acceleròmetre per tal de mesurar l'acceleració que patim a les atraccions del TIBIDABO. Però per mesurar correctament l'acceleració cal tenir dues coses en compte:

Unitats

Donat que els acceleròmetres del telèfon estan calibrats per treballar al planeta Terra, quan el mòbil està quiet detecta una acceleració de $9,81\text{m/s}^2$. És a dir $a=g$ en algun dels eixos. Però per complicar una mica les coses, les aplicacions donen l'acceleració "en unitats de g". Això vol dir que si l'acceleració que es mesura és $a=1g$, l'acceleració serà un cop la de la gravetat: és a dir $a=9,81\text{m/s}^2$. Si $a=2g$ l'acceleració serà el doble que la de la gravetat... i així amb qualsevol valor. Per tant, per obtenir l'acceleració en sistema internacional caldrà dividir el valor de l'acceleració que ens dona el telèfon per $9,81\text{m/s}^2$.



Direcció

El nostre dispositiu té, de fet, tres acceleròmetres, cadascun orientat al llarg de cadascuna de les tres arestes del dispositiu. Quin dels tres eixos està orientat en cada direcció dependrà de com estigui definit a l'aplicació.

Al software de Vieyra que utilitzarem com a acceleròmetre, els eixos estan definits de la següent forma (veure dibuix de l'esquerra):

Per tant, si teniu el telèfon orientat com s'indica la figura hauríeu d'obtenir la següent lectura: $a_x=0g$ $a_y=1g$ $a_z=0g$

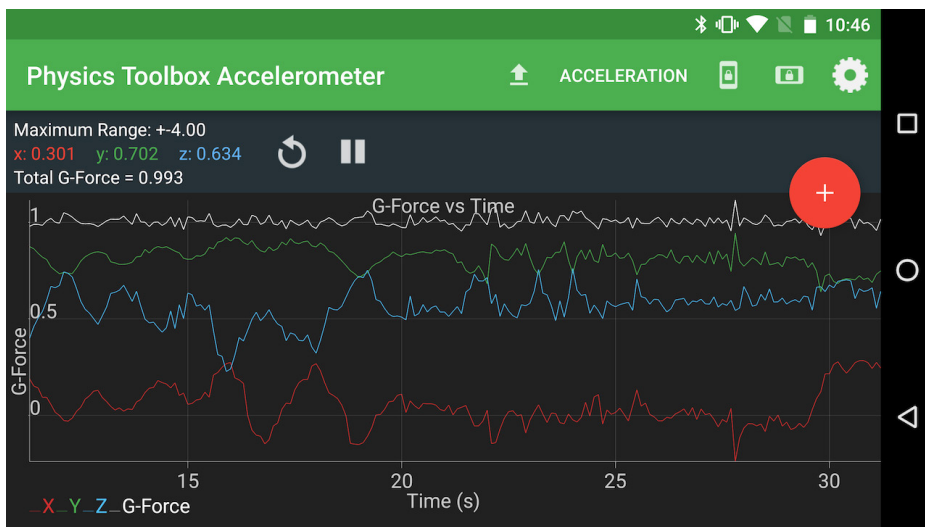
(Per cert, si esteu interessats en aprendre com mesura el vostre telèfon acceleracions podeu mirar un vídeo a la web).

Descripció de l'aplicació

L'aplicació amb la que treballarem ens permet fer tres coses:

- Obtenir una lectura de l'acceleració en temps real.
- Fer una gràfica de l'acceleració en els tres eixos en funció del temps.
- Gravar les dades que hem obtingut en un experiment.

Per utilitzar-la, en primer lloc descarregarem l'aplicació al nostre dispositiu. Això ho podem fer des del "google store" buscant "vieyra software" i buscarem l'aplicació: "Physics toolbox accelerometer". En executar-la hauríem de veure la següent pantalla, on es va dibuixant quatre corbes que ara descriurem:



Exemple del que veiem en obrir l'aplicació de l'acceleròmetre de vieyra

Fixem-nos primer en que l'aplicació ens mostra quatre gràfiques: tres corresponen a les acceleracions en els tres eixos **x**, **y** i **z** en colors vermell, verd i blau respectivament. A la primera figura hem dibuixat els eixos amb els mateixos colors que ho fa l'aplicació. Tenim també una quarta gràfica de traç blanc que correspon a l'acceleració total. Fixem-nos també que, com deiem, les unitats de la mesura són "g-force", és a dir, l'acceleració la mesurem en "unitats de g". Tan bon punt obrim l'aplicació estem mesurant, però encara no estem gravant dades!

Per tal de mesurar **sense gravar dades** tenim les següents opcions:

- Amb la opció || podem fer una pausa de la mesura. Això ens permetrà analitzar els experiments.
- Amb la opció ► podem continuar la mesura.
- Amb la opció ⌂ esborrem la mesura que tenim i tornem a començar una altra mesura.

Per tal de **gravar les dades** que obtenim:

- La opció + és la que ens permet gravar les dades per tal de poder analitzar-les més tard.
- Un cop hem començat a gravar dades, per aturar l'adquisició cal tornar a pitjar el mateix botó que al principi, que ara ha canviat d'icona ■
- Un cop hem pitjat aquest botó ens demanarà el nom de l'arxiu per gravar les dades: l'escrivim.
- Per últim ens demana si ho volem compartir a la xarxa.

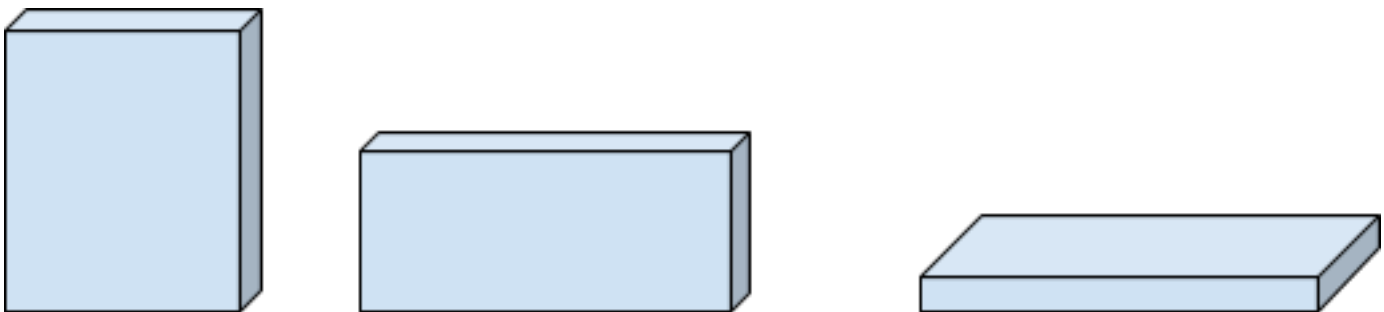
Molt important: l'adquisició de dades s'atura si apaguem el telèfon mòbil!

També tenim la opció de recuperar dades que ja hem mesurat si pitgem a la petita carpeta que ens apareix a dalt de l'aplicació.

Experiments proposats

Determinació dels eixos

El primer exercici és molt senzill i ens permetrà determinar com estan definits els eixos en el nostre telèfon. Deixarem el mòbil sobre una superfície horitzontal com una taula amb l'aplicació de l'acceleròmetre oberta. Hauríem de mesurar en aquest cas una acceleració igual a $1g$ en l'eix de les z. Ara podem posar el telèfon mòbil amb cadascuna de les cares recolzada a terra i mirar quina és la lectura que obtenim de la gravetat al telèfon mòbil.



Hauríem d'obtenir un lectura $a=1g$ en cadascun dels tres eixos.

És molt interessant donar un cop a la taula o a la superfície i observar el que passa: veureu que hi ha un canvi en l'acceleració en l'eix paral·lel al terra. De fet, el que acabeu de construir és una versió molt simple d'un sismògraf... el podeu utilitzar, per exemple, per mirar com es propaguen les ones acústiques en l'edifici del vostre col·legi!

Qüestions proposades

- Què passa si ara deixem caure el telèfon mòbil (sobre una superfície tova!!!). Quin valor de l'acceleració obtenim?
- Si donem un cop a la taula, podem calcular aproximadament la força amb la que hem donat el cop... Donat que $F=ma$, i aproximant la massa del puny per uns 50 grams, és possible calcular la força màxima en el moment de donar el cop. Quina és aquesta força?
- (per BTX) Donat que teniu una mesura de l'acceleració, és possible calcular la velocitat a partir de la integral de la corba anterior. Per fer això podeu utilitzar un programa de càlcul com l'excel. Com que sabem que la velocitat final del puny és nul·la, és possible calcular la velocitat inicial que portava el puny en donar el cop. Calcula aquesta velocitat.

Pujant i baixant

Podem fer aquest experiment en un ascensor qualsevol. Per fer-lo engegarem l'aplicació i deixarem el telèfon mòbil recolzat al terra de l'ascensor. Per tal que no es faci malbé, i evitar enregistrar les vibracions en pujar i baixar, el deixarem a sobre una tovallola o un troç d'escuma. Ara començarem a mesurar pitjant la tecla ■, i posarem l'ascensor en marxa. Quan s'aturi l'ascensor pitjarem la tecla ■. Escrivim un nom al fitxer i, si volem, ens l'enviem per la xarxa. Ara podem analitzar el resultat a la pantalla, o ens podem baixar el fitxer i treballar amb un programa de càlcul com l'excel.

Qüestions proposades

- Quina és l'acceleració màxima i mínima que patim en pujar en ascensor. Es correspon la mesura amb la sensació a l'ascensor?
- Si l'ascensor té una massa aproximada de 500kg, calcula quina força màxima i mínima han de resistir els cables que l'aguanten.
- Analitza amb cura la corba de l'acceleració en funció del temps: quan para l'ascensor senzillament s'atura, és a dir, disminueix la seva velocitat fins a que està aturat? O fa un moviment més complicat. Comenteu-ho a classe.
- (2 BTX) Com en l'exemple anterior podem calcular la gràfica de la velocitat i l'acceleració integrant la corba de l'acceleració en funció del temps. Feu-ho i comenteu-ne els resultats.

Acceleració normal (2BTX)

L'objectiu d'aquest experiment és mesurar l'acceleració normal quan un objecte descriu un moviment circular uniforme. Per tal de fer aquest experiment necessitem una funda de mòbil amb una corda lligada al seu extrem. Posarem en marxa l'aplicació de l'acceleròmetre i començarem a fer donar voltes al telèfon mòbil amb una corda de mig metre aproximadament, intentant que ho faci horitzontalment. Quan estem donant voltes amb celeritat constant demanarem a un company que mesuri el temps que triguem en fer cinc voltes. D'aquesta forma, en dividir aquest temps per cinc tenim el temps que es triga en fer una volta (veure mesura del temps). Ara parem de fer voltes, aturem la mesura i mirem el resultat.

En aquest experiment hem mesurat, d'una banda l'acceleració del mòbil (a_x, a_y, a_z) i per altra banda el temps que triga en donar una volta T . També sabem el radi de gir R doncs sabem la longitud de la corda.

En l'experiment el mòbil està afectat per dues acceleracions:

- L'acceleració deguda a la gravetat.
- L'acceleració normal deguda a les voltes que fem donar al telèfon.

El que volem saber és si, efectivament, la fórmula que ens dona l'acceleració normal $a_n = v^2/R$ funciona en el nostre cas.

L'acceleració la podem llegir directament del nostre dispositiu. I a més la podem calcular a partir del radi R que descriu el telèfon, i la velocitat amb que dona voltes. Per obtenir aquesta velocitat només cal dividir la longitud de la circumferència que descriu, pel temps que triga en donar una volta: $v = 2\pi R/T$.

Qüestions proposades

- Coincideix el valor de l'acceleració normal mesurat amb el telèfon mòbil amb el que heu calculat a partir de la fórmula $a_n = v^2/R$? Si no és així, quin creieu que és l'origen de l'error?
- En teoria, les acceleracions que heu mesurat haurien de ser en un eix $a=g$, en l'altre l'acceleració normal i en l'altre eix l'acceleració hauria de ser nul·la. És això cert? En cas contrari, com afecta això a la mesura?
- (2BTX) Quan encara el mòbil no està girant horitzontal, el mòbil gira amb un cert angle respecte a l'horitzontal. Amb una fotografia podeu mesurar aquest angle. En aquest cas l'acceleració normal no es pot llegir només en l'eix horitzontal, doncs està projectada en l'eix horitzontal i vertical. A més en l'eix vertical cal tenir en compte que actua la gravetat. En aquest cas, com relacionaríeu l'acceleració mesurada amb el mòbil amb la que podeu calcular vosaltres a partir de la velocitat de gir, el radi i l'angle que forma el dispositiu amb l'horitzontal?

Mesurar la grandària d'un objecte petit és fàcil: podem utilitzar una cinta mètrica. La cosa es complica quan les distàncies que volem mesurar són més grans. Com podem mesurar l'alçada del nostre col·legi? amb una cinta mètrica és bastant difícil. Us explicarem com mesurar distàncies grans de dues formes:

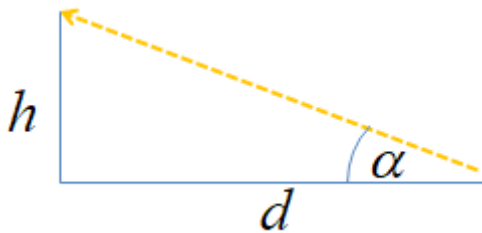
- Utilitzant un inclinòmetre (i una mica de trigonometria).
- Utilitzant l'aplicació ImageMeter del mòbil.

Cal dominar les dues tècniques abans de pujar al Tibidabo, doncs són complementàries: en alguns casos utilitzarem la primera, en d'altres la segona. Evidentment, si coneixeu qualsevol altra aplicació també la podeu utilitzar.

Inclinòmetre i trigonometria

Els mètodes que us proposem en aquest apartat són els que s'utilitzen des de fa més de dos mil anys. Més o menys modificats, amb més o menys matemàtiques. Podríeu pensar que avui en dia amb el GPS aquests mètodes ja no s'utilitzen... doncs aneu equivocats: són molt més precisos que el GPS. A més... com creieu que es construeixen els túnels on no arriba el senyal dels satèl·lits? **Mesura de distàncies!**

Suposem que volem mesurar l'alçada de l'edifici del nostre col·legi... sense utilitzar una cinta mètrica gegant. El que podem fer és demanar ajuda a la trigonometria. Imaginem que ens separem una distància d de la paret de l'edifici. Ara mesurem l'angle α que forma la horitzontal amb el punt més alt de l'edifici. El que tenim, d'una forma esquemàtica, és el següent:



La distància d és molt fàcil i còmoda d'utilitzar. Per mesurar l'angle α farem servir un inclinòmetre. Tranquils, que us expliquem què és! Agafarem un semicercle graduat, o utilitzarem la plantilla que podeu descarregar a la web. Del centre del semicercle penjarem un pes amb un fil, de forma que en inclinar el nostre inclinòmetre el pes quedi vertical i ens marqui l'angle així:



Ara només cal fer una mica de trigonometria per tal de calcular l'alçada h . Si la tangent de l'angle α en aquest cas és: $\tan \alpha = h/d$, aïllant l'alçada, que és la distància que volem mesurar, obtenim: $h = d \cdot \tan \alpha$

Tingueu en compte, però, que aquesta mesura seria certa si esteu mesurant amb el cap tocant el terra. Postura força incòmoda. Normalment, però, estareu drets fent la mesura. Per tant a l'alçada h que mesureu caldrà afegir l'alçada fins als vostres ulls. Podeu agafar aquesta alçada com a metre i mig si no esteu segurs. No us preocupeu, l'error en l'angle serà més gran!

Experiments proposats

L'alçada de la teva escola

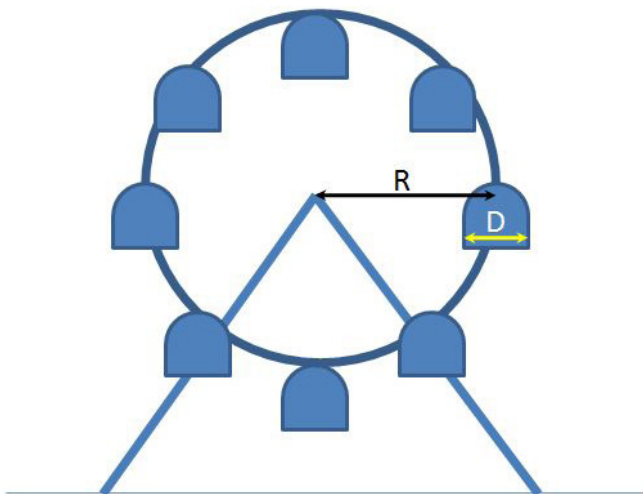
El primer experiment que us proposem no podia ser altre que mesurar l'alçada de la vostra escola. Per fer això només cal construir l'inclinòmetre, separar-se de l'edifici i mesurar l'angle...

... i l'alçada d'una muntanya?

No necessitareu mesurar coses tan complicades al FISIDABO, però... com mesurar l'alçada d'una muntanya si no tenim accés a la seva base? Us donem una pista: cal mesurar dos angles en comptes d'un! (podeu mirar una proposta de solució a la web!)

L'aplicació ImageMeter

Una altra forma de mesurar distàncies molt senzilla és a partir d'una fotografia. El principal problema d'aquest mètode té un nom: perspectiva. Això fa que els objectes llunyans semblin més petits, i els proper més grans. La forma més senzilla per tenir aquest efecte en compte és que a la fotografia apareixi alguna referència el més propera possible a l'objecte del que volem mesurar la grandària. Siguem pràctics. Suposem que volem mesurar el radi d'una roda de fira com aquesta:



Per fer-ho podem utilitzar una cinta mètrica molt llarga i algunes habilitats d'escalada... o més fàcil. Mesurem còmodament el diàmetre d'una de les cistelles. Fem una foto en que es vegi tota l'atracció, i utilitzant una senzilla regla de tres podem saber la mesura del radi. La bona notícia és que hi ha moltes aplicacions de mòbil que fan aquesta regla de tres per nosaltres, directament a partir de la fotografia. La que utilitzarem nosaltres és ImageMeter, però podeu utilitzar qualsevol altra. A la web trobareu un vídeo (en anglés) que explica com funciona aquesta aplicació. Aquí us expliquem el bàsic que cal saber per utilitzar-la.

- En primer lloc cal que obrim la foto amb la icona de la fotografia. Un cop fet podeu clicar a la icona ✓
- Ara ja la teniu al menú principal de l'aplicació. Si feu clic a sobre l'obrireu.
- Ara necessitem donar a l'app la mesura d'algún objecte, com podria ser el diàmetre de la cistella de la roda de fira. Per fer això feu clic sobre la icona + per afegir una referència. S'obrirà un menú:
- Seleccioneu "reference scale", poseu el dit sobre un dels extrems del vostre objecte de referència i desplaceu-lo fins a l'altre costat. En el nostre cas ho hauríem de fer de banda a banda de la cistella. No us preocupeu si no heu tingut punteria... l'app us deixarà canviar els punts i fer un zoom de la fotografia després!
- L'app ens preguntarà llavors quina és la distància de l'objecte de referència. Afegiu-la.
- Ara amb la icona ↔ podeu clicar i arrossegar el dit entre dos punts qualsevol de la foto que vulgueu mesurar. En el nostre cas el radi de la fira de roda.

I ja teniu la distància que volieu! Si us atreviu, també podem tenir en compte la perspectiva si l'objecte no està just davant de nosaltres. Per fer això només cal afegir una "perspective reference"...

Experiments proposats

L'alçada de la teva escola. Un altre cop

Torna a mesurar un altre cop l'alçada de la teva escola, aquest cop amb l'aplicació ImageMeter. Poc més cal afegir.

Mesura les dimensions d'un quadre

Si voleu utilitzeu l'opció per mesurar en perspectiva, podeu fer la fotografia d'un quadre que tingueu a casa. Ara intenteu amb l'app determinar les seves dimensions.

Mesurar el temps pot semblar una tasca senzilla. El problema apareix quan el temps que volem mesurar és molt petit o el necessitem mesurar amb molta precisió. A sobre, en alguns experiments necessitarem mesurar més d'un temps en un mateix experiment. Aquí us explicarem com **mesurar el temps amb una precisió raonable**, i com aconseguir amb el cronòmetre del mòbil **mesurar més d'un temps**.

Material que utilitzarem: aplicació del cronòmetre del telèfon mòbil (versió Android).

Mesurar el temps amb precisió

El cronòmetre del nostre telèfon mòbil té una gran precisió... però és evident que el nostre cervell no en té tanta. Necessitem un mètode per tal d'eliminar al màxim possible la manca de reflexos en pitjar els botons d'arrencada i aturada del cronòmetre. I això ho aconseguirem amb estadística!

Per tal de mesurar acuradament un temps, el que farem serà mesurar-lo uns quant cops i fer la mitjana dels temps. Per tant si mesurem, per exemple, cinc temps T1, T2, T3, T4 i T5 la mitjana la podem calcular sumant tots els temps i dividint entre cinc: $T=(T1+T2+T3+T4+T5)/5$

Una altra forma de fer aquesta mitjana, si esteu mesurant un moviment periòdic, és mesurar cinc períodes de cop. Amb una sola mesura. D'aquesta forma es fa una mitjana d'una forma implícita... i si encara voleu més precisió podeu comptar cinc períodes en cada mesura, i repetir la mesura tants cops com vulgueu!

Experiments proposats

Mesura del període d'un pèndol

El que volem amb aquesta activitat és mesurar el període d'un pèndol. Aquesta mena de mesures son molt important per fer molts experiments, com determinar el període d'oscil·lació del vaixell Piratta i el període de rotació de les cadiretes voladores o el vaixells Vikings.

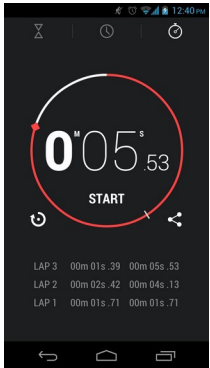
- Pengeu una massa d'un fil d'una determinada longitud L.
- Deixeu anar la massa i deixeu que s'estabilitzi l'oscil·lació.
- Poseu en marxa el cronòmetre.
- Compteu cinc oscil·lacions. Recordeu que una oscil·lació és el recorregut sencer del pèndol fins que torna al lloc de sortida (anar i tornar!).
- Dividiu el resultat entre cinc per tenir una mesura del període.

Ara podeu completar l'activitat mesurant el període per diferents longituds... fins i tot podeu determinar el valor de la gravetat amb aquest experiment! doncs el període, la longitud de la corda i la gravetat es relacionen amb la fórmula:



$$T=2\pi \sqrt{L/g}$$

Mesurar més d'un temps

La majoria dels cronòmetres pel mòbil permeten fer una mesura del temps sense que el cronòmetre s'aturi. Nosaltres



posarem l'exemple pel cronòmetre pel sistema Android. Això és molt interessant quan tenim un objecte que es mou (en línia recta o en moviment circular), doncs podem contar els temps parcials quan passa per alguns punts de referència. Fem una ullada a l'aplicació d'Android:

Com podeu observar, a la part esquerra a baix teniu aquest símbol:  heu de prémer aquí per tal que a la pantalla ens aparegui el temps parcial que hem mesurat. Podeu pitjar la tecla fins a 99 vegades i obtindreu 99 temps parcials del vostre experiment. Si ara premeu la tecla pausa " parareu de comptar el temps. Fixeu-vos que ara el símbol  ha canviat i és circular però no és una fletxa. Si el premeu ara el contador es posarà a zero.

Experiments proposats

EXPERIMENT 1

Podeu aprofitar l'experiment anterior i mesurar el període cinc cops fent aturades parcials cada cop que el pèndol arribi a un extrem... o millor encara. Mesureu el període quan el pèndol s'està aturant: veieu alguna diferència en el període quan l'amplitud d'oscil·lació disminueix?

EXPERIMENT 2

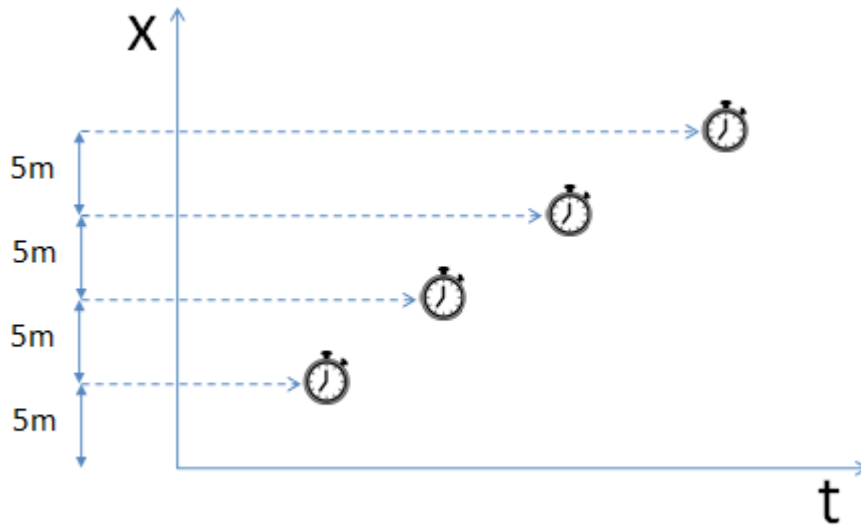
Aquest experiment requereix una mica més de preparació. L'objectiu és obtenir la gràfica de la posició en funció del temps d'un alumne corrents. Per fer això:

- Escolliu al pati una pista d'esports que tingui una línia recta llarga (per exemple el costat llarg d'un camp de futbol).
- Poseu cons (o alguna altra mena de senyal) cada cinc metres: aquesta serà la nostra pista de proves!
- Un estudiant (el corredor) es posa al primer con i un altre a una certa distància de forma que pugui veure tots els cons. Aquest segon estudiant serà el mesurador i tindrà el cronòmetre del mòbil a la mà.
- L'estudiant mesurador donarà un senyal, activarà el cronòmetre, i el corredor sortirà corrents, intentant passar el més a prop dels cons (sense tirar-los a terra!).
- Cada cop que el corredor passi per davant d'un con el mesurador farà una parada parcial del cronòmetre.

Podem llavors fer una taula com aquesta:

	$x(m)$	5m	10m	15m	20m
$t(s)$	t_1	t_2	t_3	t_4	

- El que obtindrem seran els valors $x(t)$ per tal de reconstruir la gràfica utilitzant algun full de càlcul com l'excel. Si el moviment és rectilini ens hauria de quedar una gràfica semblant a aquesta:



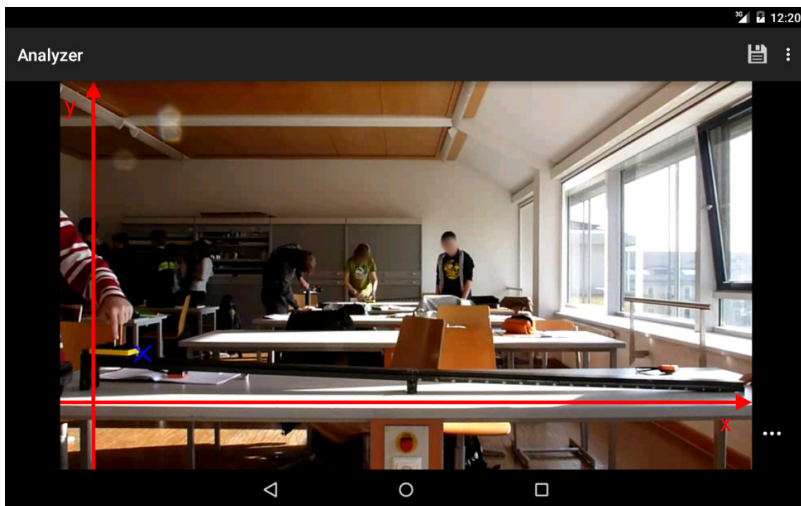
Un cop fet l'experiment ja podeu començar a investigar: quant es triga en accelerar? anem a velocitat constant en una carrera? canvia el resultat si no respirem durant la carrera? canvia el resultat si competim amb algú altre? si fem dues carreres seguides: anem a la mateixa velocitat? Si escalfem i si no escalfem... anem a la mateixa velocitat?

I moltes més preguntes que us plantejareu...

El nostre telèfon mòbil és una càmera de vídeo excel·lent... i també tot un laboratori per analitzar la trajectòria que hem gravat. Per tal de fer-ho existeixen nombroses aplicacions. Nosaltres utilitzarem VidAnalysis free (que, com el seu nom indica, és gratuïta!). Evidentment, a part de al Fisidabo, podeu fer servir l'aplicació per fer nombrosos experiments de física a classe: la vostra imaginació és l'únic límit!

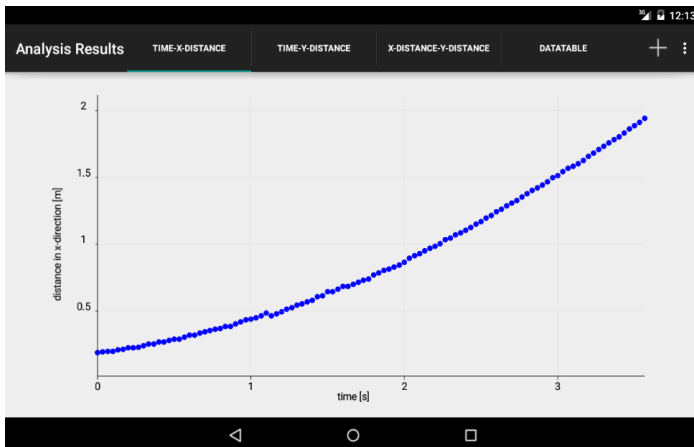
Trajectòries amb VidAnalys

El primer que cal fer, evidentment, és filmar el procés que vulgueu estudiar. Suposarem que es senzillament el moviment parabòlic que descriu un objecte en llençar-lo amb una velocitat horitzontal. Un cop heu fet la filmació podem obrir l'aplicació i afegir el vídeo amb pitjant la icona + del cantó superior dret de l'app.



Normalment el vídeo el comencem abans que l'objecte es comenci a moure. Per aquesta raó els primers fotogrames no els voldrem analitzar. Per tal de fer avançar (o si us passeu, retrocedir) al punt on comença la part interessant del moviment utilitzeu les fletxes > per anar endavant i < per anar enrere. Ara ja hauríem de tenir en pantalla el primer fotograma que volem analitzar.

- Un cop al punt de partida clica a "start analysis" per començar.
- Et demanarà que escullis dos punts qualsevol del fotograma i diguis quina és la seva distància en la realitat.
- Un cop definits aquests dos punts podràs moure l'origen del sistema de coordenades al punt que més et convingui.
- Comença l'anàlisi!!!
- Clica a sobre de l'objecte del que vols esbrinar la trajectòria, i espera. L'app automàticament anirà al següent fotograma.
- Torna a clicar i espera al següent fotograma, torna a clicar i espera al següent fotograma, torna a clicar i espera al següent fotograma...
- Arribat un moment voldràs acabar amb l'anàlisi... clica llavors al disc del marge superior dret, i l'app et demanarà un nom per l'anàlisi
- Un cop li donis el nom ja pots analitzar els teus resultats: pots fer una gràfica de la trajectòria, de l'eix x en funció del temps, de l'eix y en funció del temps, de la velocitat... I per últim tens la taula amb els valors.
- Clicant als tres punts verticals pots gravar les teves dades per analitzar-les posteriorment en un full de càlcul.



Ara cal que investiguis totes les opcions que té aquesta aplicació. Nosaltres només t'hem ensenyat el necessari per fer els experiments que us proposem al FISIDABO...

Important:

- Els vídeos filmats en horitzontal han de ser analitzats en horitzontal (i els filmats en vertical analitzats en vertical!) en cas contrari no es farà correctament l'assignació de distàncies entre el vídeo i la realitat.
- Si us equivoqueu en algun pas sempre podeu tirar enrere amb la icona dels tres punts horitzontals...

Experiments

Caiguda lliure

El primer experiment que us proposem és filmar i analitzar un moviment de caiguda lliure d'una barra subjectada en sentit vertical. Aquest experiment té el mateix objectiu que el fet en l'apartat mesura de velocitats: feu els dos i compareu els resultats!

La referència en el nostre cas serà el mateix objecte que cau: la barra, o el pal, que hem escollit, i del que sabem la seva longitud.

Ara només cal fer grups de dues persones: un filma i un altre deixa caure la barra. Tingueu en compte que el que filma ha de començar a gravar abans de donar el senyal perquè el company deixi caure la barra!

Analitzant les gràfiques hauríeu d'obtenir per $y(t)$ una paràbola perfecta... però segur que no serà el cas. Discutiu el perquè. En qualsevol cas el pendent de la gràfica de la velocitat en funció del temps hauria de ser l'acceleració. Que en el nostre cas hauria de ser propera a la de la gravetat.

Caiguda lliure no tan lliure

És molt interessant el moviment d'un paracaigudista... al principi baixa acceleradament. Però quant més ràpid avança, més gran és el fregament amb l'aire... fins que arriba un moment en que fregament i gravetat es compensen perfectament. Llavors comença a caure a velocitat constant.

El que us proposem, més que un experiment, és gairebé un projecte:

Feu un paracaigudes de forma cònica amb cartolina, i pengeu quatre fils de cadascun dels seus extrems. Ara lligueu tots quatre fils i pengeu un ganxo.

Un cop amb el vostre paracaigudes, el podeu deixar anar penjant del ganxo pesos cada cop més grans. Filmant la trajectòria podeu obtenir l'equació del moviment per pesos cada cop més grans... Compareu les gràfiques que obteniu. A quina conclusió arribeu?

Ara podeu fer el mateix amb paracaigudes de diferents grandàries... i fins i tot de diferents formes!

Tir parabòlic

El darrer experiment que us proposem és un altre clàssic: el tir parabòlic.

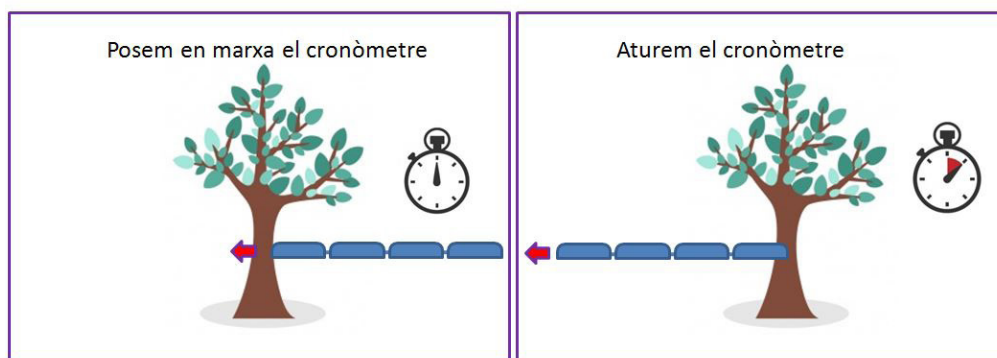
Per fer l'experiment no cal res més que una pilota (de la que mesurarem el seu diàmetre). Ara només cal llençar la pilota més o menys horitzontalment tot filmant el seu moviment. La vostra distància de referència pot ser el diàmetre de la pilota (o qualsevol altre objecte proper a la seva trajectòria!). Un cop filmat el moviment, només cal que analitzeu els resultat amb VidAnalysis... i us feu preguntes:

- Podeu determinar a quina velocitat va ser llençada?
- Si teniu en compte aquestes velocitats, la trajectòria que obteniu teòricament es semblant a la real?
- Si no s'assemblen, a què creieu que és degut?
- Si llenceu pilotes amb diferents angles, i amb una velocitat semblant: quina arribarà més lluny?
- I si sou valents i no us fan por els reptes, podeu llençar el paracaigudes de l'experiment anterior amb una component horitzontal!

El cuc de vagonetes de la Muntanya Russa del Tibidabo passa a tota velocitat, i hem de calcular la seva velocitat: com ho fem? Una opció podria ser filmar en vídeo el cuc movent-se, i després analitzar el vídeo amb una aplicació com VidAnalysis. Fer això té dos problemes. El primer és que necessitem analitzar molts fotogrames per tenir una mesura amb poc error de la velocitat. Per altra banda, en necessitar molts fotogrames el procés pot ser massa llarg. Aquí us explicarem com mesurar velocitats d'una forma ràpida i fiable.

Mesura de velocitats

Suposem que volem mesurar la velocitat d'un cuc de la Muntanya Russa. El que farem és prendre un punt de referència (pot ser un arbre o algun element arquitectònic com una paret o un tub d'alguna estructura. Quan passi la part de davant del cuc comencem a comptar el temps amb un cronòmetre, i en passar la cua el parem. Si coneixem la longitud del cuc L , la velocitat es pot calcular d'una forma molt senzilla a partir de $v=L/t$.



Imatges del web www.freepik.es

Mesura d'acceleracions

I si l'objecte està accelerant? Doncs en aquest cas podrem calcular l'acceleració, només si el nostre cuc de vagonetes parteix del repòs, és a dir si $v_0=0$. Si escrivim l'equació de la posició d'un moviment rectilini uniformement accelerat:

$$x=x_0+v_0t+1/2at^2$$

Donat que quan tot el tren de longitud L passa davant del nostre objecte de referència sabem que, per tant, ha avançat una distància L . Si a l'equació anterior tenim en compte que $v_0=0$ i $x-x_0=L$ obtenim: $L=1/2at^2$

I per tant aïllant l'acceleració $a=2L/t^2$

Experiments proposats

Mesura de l'acceleració d'una barra en caiguda lliure

Preneu una barra d'un metre aproximadament (podeu utilitzar un pal d'escombra, per exemple). Pugeu a una cadira tot agafant el pal per un extrem, intentant estar a prop d'una paret o algun element on pugueu prendre una referència.

Un segon estudiant tindrà un cronòmetre. En comptar tres, l'estudiant que agafa el pal el deixarà caure, i l'estudiant que mesura posarà el cronòmetre en marxa. El parará quan l'extrem superior del pal passi per davant de la marca que heu escollit com a referència.

Ara ja podeu calcular l'acceleració a partir de la relació anterior. Hauria de sortir un número proper al de la gravetat $g=9,81\text{m/s}^2$... però l'experiment té un error molt gran. Per tal de reduir-lo feu l'experiment tota la classe i feu la mitjana de totes les vostres mesures.