



Recursos per a
l'aula (eso)

TUB DE BUIT

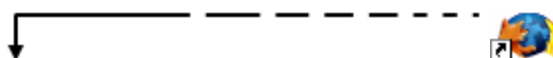
Josep Ametlla

Aquest article explica detalladament com construir un tub de buit de dimensions aptes per fer-hi experiències al seu interior i comenta algunes d'aquestes experiències.

Introducció

Quan expliquem el tema de la caiguda lliure, segur que gairebé tots hem dit alguna vegada allò de “mireu nens: resulta que en absència d'aire tots els objectes cauen amb la mateixa acceleració, vull dir que tots cauen igual, vaja...” i ens hem trobat amb les cares escèptiques i receloses dels nostres estudiants. Si els volem convèncer, per què no ho fem? Per què no deixem caure objectes ben diferents en el buit? En principi, la cosa és fàcil: només cal agafar un tub transparent i treure'n l'aire.

Construcció del tub



Es tracta de construir un tub de buit, que podrem utilitzar tant per fer experiments de caiguda lliure com per visualitzar els fenòmens típics relacionats amb la pressió de l'aire: inflar globus, laminadures o bombolles de sabó, fer bullir aigua a baixa temperatura, observar la (no) propagació del so...

Tot i que el muntatge demana unes quantes hores de feina i el material no és del tot barat, hem de pensar que, si el fem amb cura, el podrem utilitzar satisfactòriament durant molts anys amb diverses generacions d'alumnes.

Material		Subministrador	Preu (€)
Tub de policarbonat de 172/180 mm (int./ext.) i 1000 mm (de longitud)		Ferplast S.L.	150
Vacuòmetre amb rosca de 1/2"		Mida i Pressió, S.L.	12
Tub de coure de 12 mm (1 m aprox.)		VIRA, S.A. C/ Gran de Sant Andreu, 227	36
4 colzes, 2 tes i 1 adaptador de 12 mm-1/2"			
2 grapes			
2 claus de gas de 12 mm-1/2"			
Fil d'estany, pasta de soldar i cinta de tefló			
Base de fusta de melamina de			

60x25 cm			
Tapa melamina 22x22 cm			8
Goma de 20x100 cm		Servei Estació	7
3 tacs de fusta de 8x5x3 cm (poden ser retalls d'un llistó gruixut)			
Silicona i cola blanca			
2 cargols de 14 mm Ø			
Fil de bobinar 0,5 mm Ø (10 m aprox.)			
2 piles de petaca, 2 pinces de cocodrill i 2 m de cable paral·lel		Onda Ràdio (C/ Gran Via, 581)	

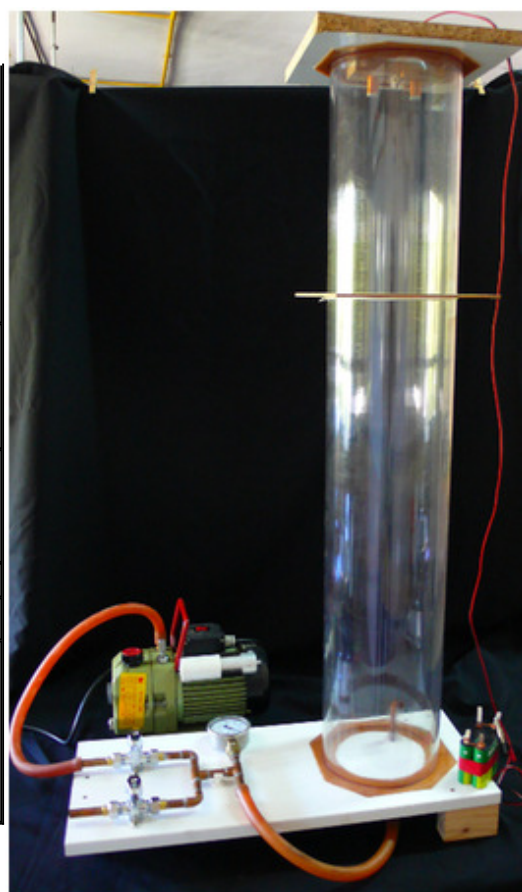


Fig.1:

Eines

- Soldador de lampista (el podeu demanar als companys de Tecno)
- Alicates, tornavisos, tisores, etc..
- Cargol de banc (amb un de petit en tindrem prou)
- Talla-tubs per a tubs de coure (7€ en un basar xinès); es pot substituir per una serra per metalls, però el talla-tubs va molt més bé.
- Trepant i broques per fusta
- Serjants; no són imprescindibles, però sempre ens ajuden.

A més, necessitarem una bomba de buit (vegeu  a la figura 1) que podem demanar en préstec al CDECT

Recomanacions sobre el muntatge de l'aparell:

Com en totes les coses, el muntatge és fàcil o difícil depenent de la manya de cada persona. Soldar tub de coure no és difícil, però us recomano que, si no ho heu fet mai, practiqueu una mica abans de començar el muntatge real. Convé fer bones soldadures perquè l'aparell ha de ser hermètic.

Si feu forats o rascades a la base o a la tapa de melamina els haureu de pintar o segellar (l'aire entra per qualsevol escletxa!)

El policarbonat és un material car. Jo ja havia fet aquest muntatge abans, en un altre institut, amb metacrilat de 3 mm (molt més barat) i havia funcionat perfectament durant molts anys. Aquest cop ho he provat amb tub de 20 cm de diàmetre, també de metacrilat de 3 mm de gruix (60 € a Servei Estació), però el tub ha patit una implosió i s'ha esmicolat, per tant...

Precaució! Si ho feu amb metacrilat, jo recomanaria un gruix no inferior a 5 mm i un diàmetre no superior a 12 cm.

Per estalviar, es pot comprar un tub més curt, de 50 o 60 cm. Potser l'efecte no és tant vistós, però també funciona. També pot ser que hi hagi fabricants de policarbonat més barats que l'indicat a la llista.

Muntatge:

1. Fixem els tres tacs de fusta a la base de melamina, de manera que serveixin de suport. Ho podem fer amb cola blanca i un parell de cargols a cada tac.

2. Tallem 9 trossos de tub de coure de 6 cm (aprox.) cada un. Si volem fer pràctiques de soldadura, en tallem més

3. Soldem la part principal de les conduccions, utilitzant 7 segments, dues tes i dos colzes. Hem de construir una cosa semblant al que es veu a la figura 2. Les mides no són determinants: només cal que el conjunt s'adapti a la base de fusta.

4. Als extrems A i B hi posarem les claus de pas. Cal, per tant, soldar-hi els adaptadors que porten les claus mateixes. A l'altra banda de les claus hi posarem dos segments de 6 cm de tub de coure que permetran l'entrada i la sortida de l'aire.

5. A l'extrem C hi posarem el vacuòmetre. Caldrà soldar-hi un adaptador per la rosca del vacuòmetre (segurament, el de 12 mm-1/2"). Enroscarem el vacuòmetre a l'adaptador amb cinta de tefló.

6. Un cop muntat aquest conjunt, fixem les claus de pas a la melamina i posem també una o dues grapes al tub per reforçar-ne la fixació

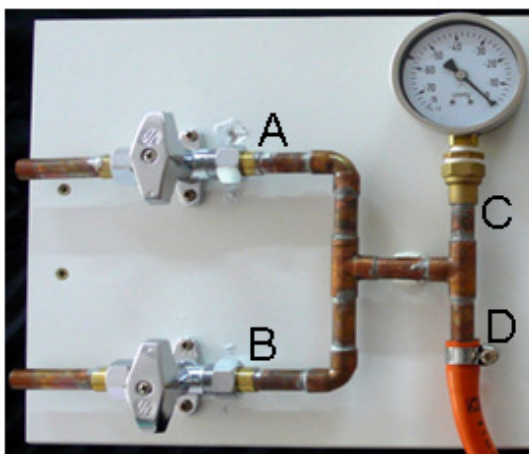


Fig. 2:

7. A l'extrem D hi posarem un tros de tub de goma (de butà) que anirà cap a sota la base de fusta (vegeu també la figura 3).

8. Fem la segona part del muntatge. Només cal un tros de tub de coure de 14 cm, un colze i un altre tros de 6 cm. L'adaptem a la base de melamina fixant-lo amb dues grapes a un retall de fusta que hem enganxat prèviament amb cola blanca, tal com es veu a la figura 3.

9. Caldrà fer un forat de 12 mm o més, per permetre el pas del tub de coure. El tub sobresurt uns 3 cm per la cara superior de la melamina. Cal segellar el forat amb silicona. Opcionalment podem posar el quart colze a l'extrem lliure del tub, sense soldar-lo.

10. Ara cal fer els electroimants situats a la part superior del tub de metacrilat (vegeu



a la figura 1). Els electroimants permetran deixar caure objectes quan hi hagi el buit.

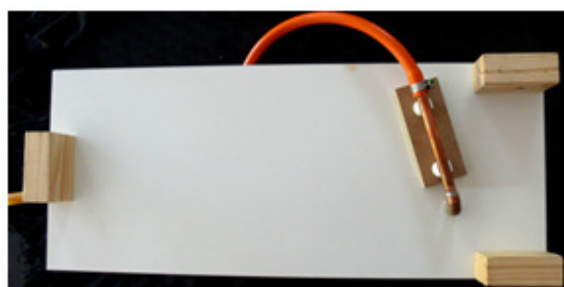


Fig. 3:

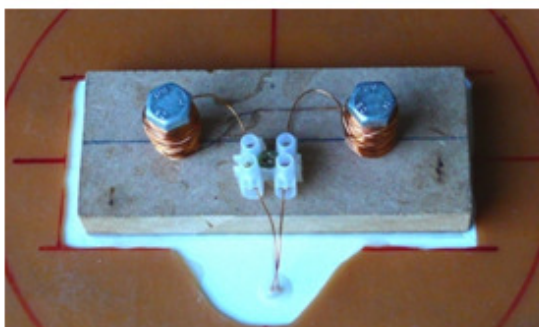


Fig. 4:

Preparem una fusta de 5X12 cm i l'enganxem a la tapa de melamina. Hi fem dos forats, amb una separació d'uns 6 cm, i hi enrosquem els dos cargols de 14 mm. Seguidament, donem 200 voltes (com a mínim) a cada un dels cargols amb fil de bobinar de 0,5 mm. Finalment, unim els dos bobinats en sèrie. Els dos extrems lliures els fixem a un tros de regleta (vegeu la figura 4)

11. Finalment, fem un forat de 4 mm per passar-hi els fils cap a una altra regleta situada a l'altra cara de la tapa (exterior). Els cables de connexió a la pila (2 m) els endollarem en aquesta regleta exterior. Convé soldar dues pinces de cocodril als extrems dels cables, perquè la connexió a la pila sigui pràctica.

12. Només falta fer les juntes de goma per al tub principal. Regle, compàs i tisores, i a retallar!

13. El muntatge ja està acabat. Ara només cal connectar una de les sortides a la bomba de buit, i ja podem fer les primeres proves de buit per comprovar que no hi ha entrades d'aire. Fem un buit parcial, per exemple fins a -50 cm. Amb les dues claus tancades, el vacuòmetre ha de mantenir la indicació. Si al cap d'una estona continua marcant -50 cm, felicitats! Ho heu fet molt bé. Si no és així...

14. Si l'agulla baixa, el muntatge no és hermètic. Amb aigua sabonosa i un pinzell podem localitzar on són les escletxes que ens amarguen la vida.

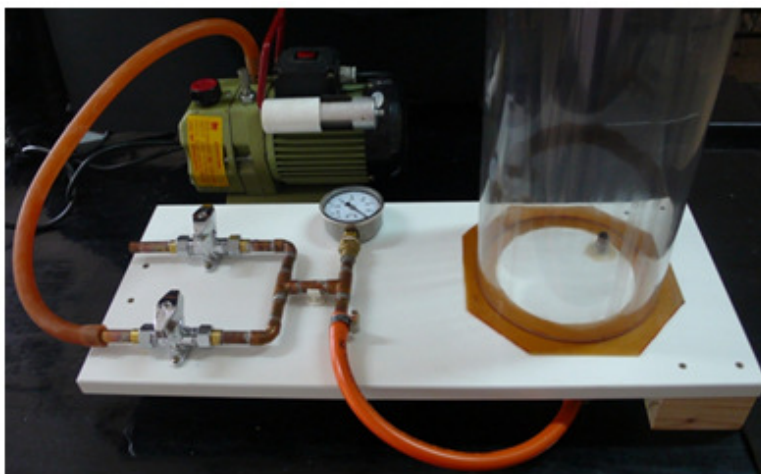


Fig.5:

Guia del professorat

Experiments amb el tub de buit

1. Caiguda lliure

Es tracta de deixar caure dos objectes en principi ben diferents, com ara una ploma (o un paper de fumar, o qualsevol objecte lleuger amb molta superfície) i un cargol metàl·lic. La ploma la subjectarem posant-la entre un cargol metàl·lic i l'electroimant.

Farem en primer lloc una caiguda a la pressió atmosfèrica normal i veurem que el metall i la ploma tenen temps de caiguda ben diferents. Després repetim la caiguda a l'interior del tub, un cop n'hem tret l'aire. Observarem que el temps de caiguda de la ploma és gairebé igual al del cargol metàl·lic (tot dependrà de

l'eficàcia de la bomba de buit que haguem aconseguit).

2. Inflar globus

Experiment típic que consisteix a posar dins del tub un globus desinflat, però amb una mica d'aire al seu interior. Quan traiem l'aire del tub, el globus augmenta considerablement el seu volum.

Podem fer el mateix experiment amb "xuxes". Prenem dues "xuxes" de la mateixa mida. En posem una dins el tub i l'altra a fora. En treure l'aire la "xuxe" (que està plena d'aire a la pressió atmosfèrica) s'infla espectacularment

També ho podem fer amb bombolles de sabó.

3. Ebullició de l'aigua a baixa temperatura

Si tenim una bona bomba de buit i el nostre muntatge és hermètic, podem fer bullir aigua tal com raja de l'aixeta. Amb un buit de -70 cm haurem d'escalfar prèviament l'aigua fins a uns 40 °C.

Podem fer el següent:

QUALITATIU (ESO): Omplim un vas de precipitats fins a la meitat amb aigua a 40 °C. Fem que els alumnes toquin l'aigua perquè puguin comprovar que no està gaire calenta. A continuació hi posem un termòmetre i posem el conjunt dins del tub de buit. Quan la pressió baixa prou, comença l'ebullició de l'aigua. El termòmetre serveix per desmentir les idees d'alguns alumnes que opinen que l'aigua s'escalfa dins del tub. Observant el termòmetre veurem que la temperatura no puja, sinó que baixa una mica (se'ls pot explicar que la vaporització és un procés endotèrmic).

QUANTITATIU (Batxillerat): Si preparem mostres d'aigua a diferents temperatures (40 °C - 90 °C), amb l'ajuda del vacuòmetre podem mesurar a quina pressió comença a bullir cada mostra. Amb això podem dibuixar la corba d'equilibri líquid-vapor per a l'aigua

4. Propagació del so

Posem un despertador dins del tub (abans haurem demostrat que sona). Haurem de posar-lo damunt d'uns quants trossos de suro o porexpan per amortir la propagació a través dels sòlids. Traiem l'aire del tub un parell de minuts abans de l'hora de l'alarma. Arribada l'hora, si tot va bé, no sentirem el soroll. Deixem entrar aire lentament i, a mesura que la pressió va pujant, el so comença a sentir-se.

5. Solubilitat del gasos

Prenem un vas mig ple d'aigua de Vichy (saturada de gas carbònic) i el posem dins del tub. Quan la pressió baixa, comencen a sortir bombolles de gas. Així podem comprovar que la solubilitat del gas disminueix quan baixa la pressió.



Si feu aquests experiments, tindreu els alumnes entretinguts una bona estona i veureu que la despesa de material i les hores (que cap superior jeràrquic ens agrairà) invertides en la construcció han estat, d'alguna manera, justificades.

March de Barcelona.
Adreça electrònica: jametlla@xtec.cat