

Avaluació de l'aprenentatge amb *physlets*. Entre la necessitat i la dificultat

Àngel Torres, angeltorres203@hotmail.com
Vicent Soler, vicent@medtelecom.net

IES Sixto Marco – Elx

1. Introducció

El professional de l'ensenyament viu el repte permanent d'aconseguir que el nombre d'alumnes que fan un aprenentatge significatiu s'apropi el més possible a la totalitat, o, en altres paraules, que promocionen de curs havent après el màxim possible. No és infreqüent, entre aquests docents, fer servir noves metodologies o assajar diversos recursos de tecnologia educativa amb el propòsit de millorar el resultat acadèmic.

Una conducta que no sempre —o potser mai— afavoreix el progrés en la millora de l'ensenyament, consisteix a dipositar en els nous recursos educatius unes expectatives de canvi positiu desmesuradament elevades. Els detractors, per altra banda, hi exigirien el cent per cent d'èxit per començar a plantejar-se canvis. Un parany, aquest de posar fites tan altes, que pot abocar al desencís als primers i a la justificació de l'immobilisme els altres.

En qualsevol cas tota innovació cal que estigui inserida en un marc teòric perfectament definit a fi de què prengui significat l'eina didàctica i pugui avaluar-se l'aportació al procés d'ensenyament i aprenentatge. L'ús de *physlets* no implica l'exclusió d'altres activitats usuales com la resolució de problemes de “llapis i paper”, ans al contrari considerem que es complementen. Sí que hem d'exigir a les ferramentes didàctiques que explorem —i a les tradicionals— que siguin motivadores per a l'alumnat.

L'ús de *physlets*, per les característiques singulars que presenta, també pot influir en l'orientació metodològica escollida (Christian i Belloni, 2001). En efecte, la simplicitat del disseny dels *physlets* exigirà una comprensió en profunditat del concepte físic involucrat i de l'ensenyament i aprenentatge, imposant, a més, una forma concreta d'assolir aquests. Per altra banda, per a elaborar els materials informàtics, o per a escollir els més adequats, cal comprendre com pensa l'alumnat i les seues formes d'aprenentatge.

Les noves tecnologies de la comunicació i de la informació (TIC) han envaït l'entorn de l'alumnat i del professorat. La *Internet* en particular fa possible la transmissió de documents interactius multimèdia. D'aquests materials, els *physlets*¹ són aquells que estem fent servir² en les nostres classes de batxillerat. A més, l'ordinador ha esdevingut un equipament quotidià per a l'alumnat, de mica en mica més acceptat pel professorat.

¹ Un *physlet*, —*Physics applets*— és una aplicació informàtica multimèdia senzilla. Cada *physlet* està dissenyat per a tractar només un aspecte d'un fenomen determinat.

El present treball és continuació d'una tasca iniciada en l'IES Sixto Marco durant el curs acadèmic 2002/03. Si en aquell curs es començà a utilitzar els *physlets*² en el present s'ha pretès avaluar la influència que, en l'aprenentatge de conceptes de Física i Química, podem atribuir a l'ús de determinats *physlets*. També s'ha volgut saber el grau d'acceptació, per part de l'alumnat, que té l'ús d'aquests programes multimèdia.

2. L'experiència didàctica

L'objectiu de l'experiència és avaluar si influeix, i en quina mesura, en l'aprenentatge de conceptes de Física i Química l'ús de *physlets* amb alumnat de primer de batxillerat. Així mateix, calia conèixer la valoració que fa l'alumnat d'aquesta eina didàctica.

En l'experiència didàctica han participat setanta dos alumnes en el primer *physlet* i vuitanta-un en el segon. Aquests estan distribuïts en quatre grups i són tres els professors diferents que imparteixen l'àrea. Cada grup té una hora setmanal en què la classe del professor titular es reforçada amb un altre col·lega del departament —hora de desdoblament—, en aquesta hora s'han treballat les activitats associades a dos *physlets*.

El centre disposa d'aules d'informàtica connectades a la Internet. Cada alumne treballa un qüestionari relacionat amb el *physlet* corresponent (veure annex III) en un ordinador personal, el treball, en aquesta primera experiència, era, doncs, individual, tot i que es deixava total llibertat perquè l'alumnat es consultara entre ells.

L'última activitat programada per a les unitats didàctiques “Energia” i “Lleis dels gasos ideals” era la realització dels *physlets*. Durant la sessió a l'aula d'informàtica l'alumnat prenia les notes que calgueren i, passats tres dies, havien de lliurar l'informe definitiu al professorat de l'assignatura.

L'objectiu que es perseguia assolir amb la realització del primer *physlet* era:

Estudiar la variació de l'energia cinètica i l'energia potencial gravitatòria i la relació entre aquests dos valors, per a un cos en caiguda vertical amb $v_0=0$ i en dues situacions diferents: sense aire (sense fricció) i amb aire (amb fricció).

Quant al segon, el propòsit era:

Estudiar la relació que hi ha entre la pressió i la temperatura d'un gas ideal.
Justificar la resposta mitjançant el model cinètic-corporcular.
Deduir la relació que hi ha entre l'escala de temperatura centígrada (°C) i l'absoluta (°K).

El professorat acordà no respondre a cap pregunta de l'alumnat que no estiguera relacionada directament amb problemes informàtics. D'aquesta manera es pretenia evitar donar facilitats en alguns casos i en altres no, la qual cosa impediria comparar els resultats obtinguts per alumnat de diferents grups. Aquesta mesura, i el propiciar el treball individual de l'alumnat, tenia, pel contrari, el desavantatge de no poder aprofitar l'oportunitat que ofereixen els *physlets* de generar una interacció entre el professor i l'estudiant i entre aquests.

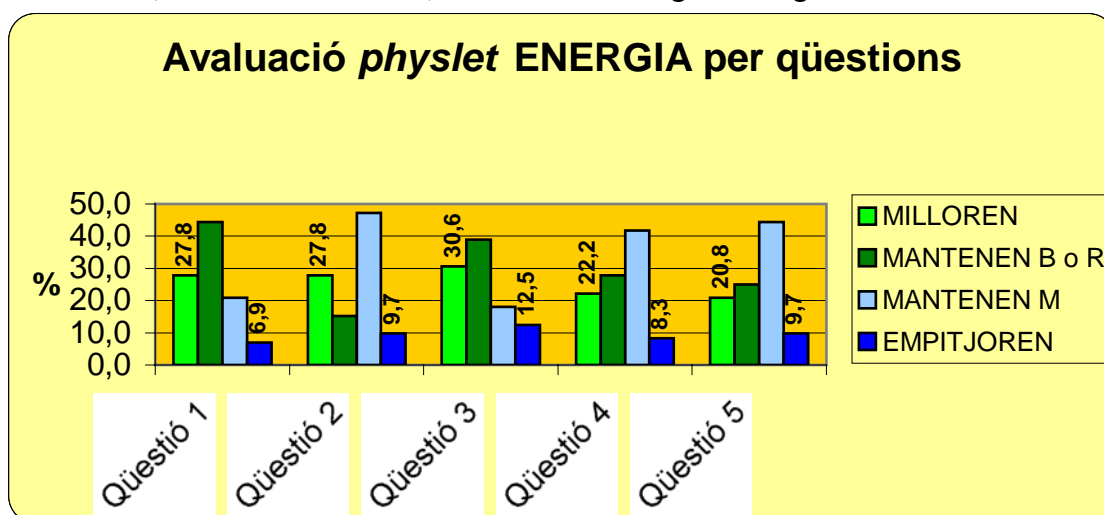
² VII Jornades de l'AEFQ-Curie (2003).

3. Avaluació

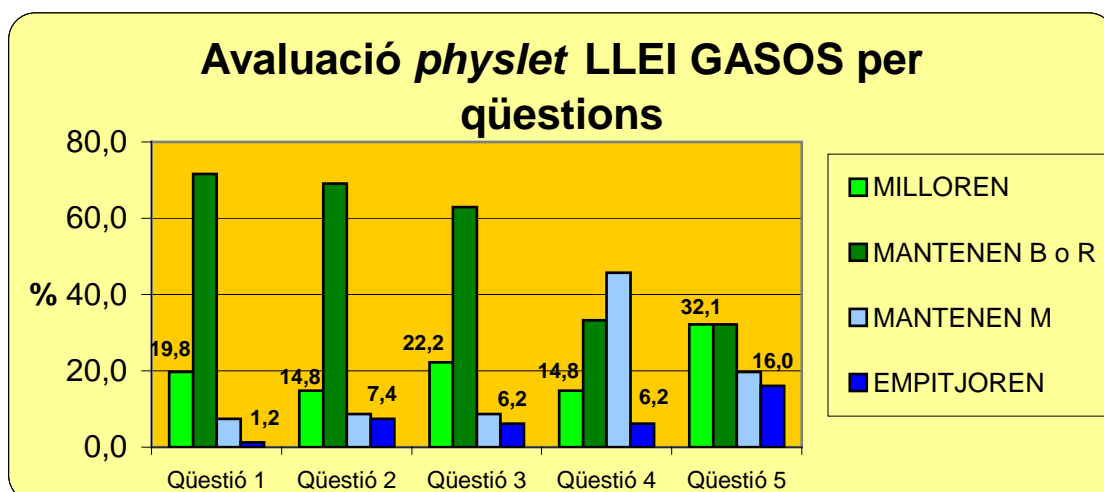
Esbrinar la responsabilitat que correspon a la intervenció d'una determinada eina didàctica en el procés d'ensenyament i aprenentatge és tasca difícil, si més no, per als autors en aquesta experiència educativa, al mateix temps, però, necessària (Alambique, 1995). El que passem a exposar és una primera fase d'una avaluació que s'albira complexa i s'espera ampliar en el futur. Amb el ben entès que, d'haver obtingut resultats negatius en aquesta primera aproximació a l'avaluació d l'ús de *physlets* en batxillerat, ja no haguera tingut tant de sentit, al nostre parer, plantejar-se la continuïtat, si bé, en les mateixes condicions inicials.

Abans de complir la fitxa que incloïa tot un seguit d'activitats relacionades amb el fenomen simulat en el *physlet* corresponent, l'alumnat contestava un qüestionari (Annex I i II). Després de treballar el *physlet* tornà a donar resposta al mateix qüestionari d'avaluació.

Els resultats, de manera resumida, es mostren en els gràfics següents:

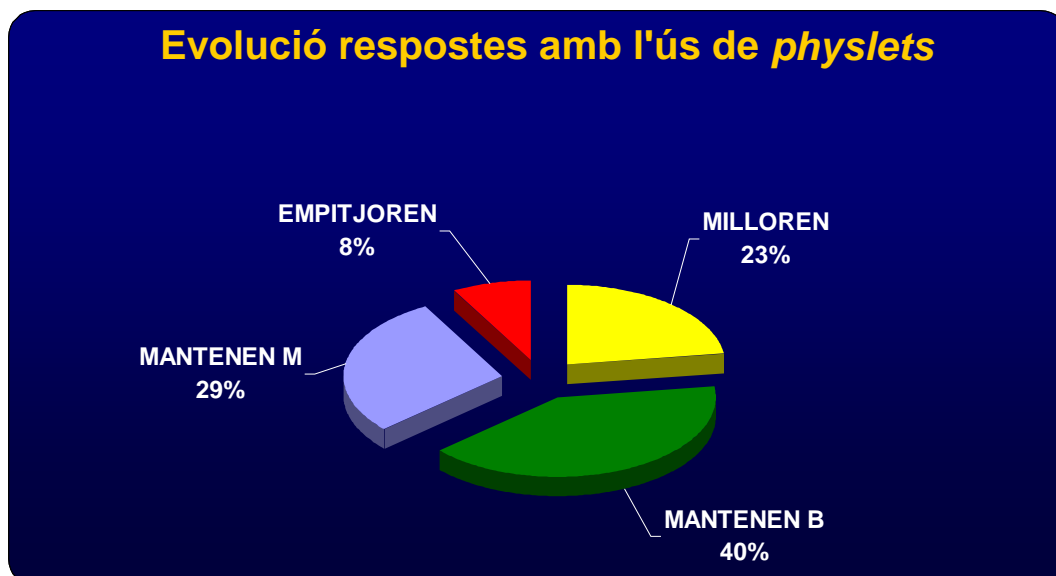


Gràfic 1. Si ens referim a la totalitat de respostes donades a les cinc qüestions, s'ha constatat que, per a aquest *physlet*, millora el 26%, mantenen la resposta bé el 30,2%, mantenen la resposta errònia un 34,4% i empitjora el 9,4%.

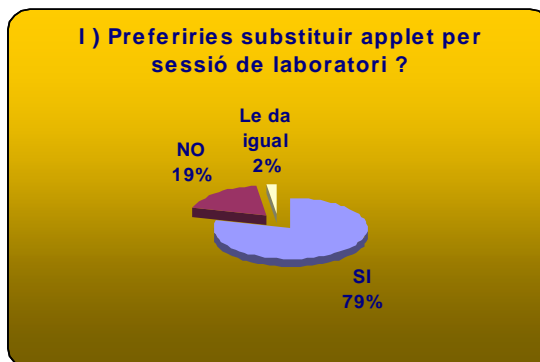
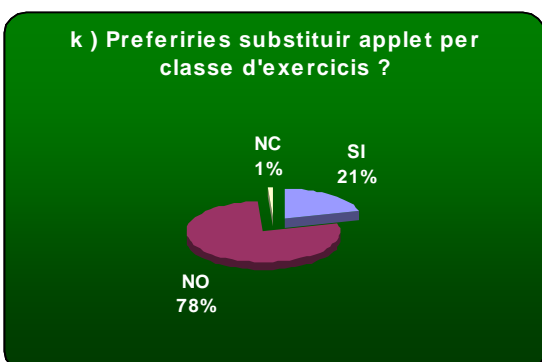
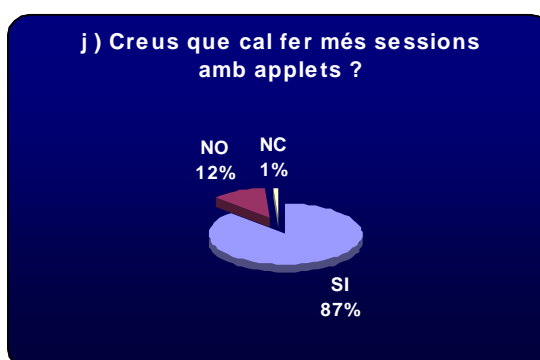
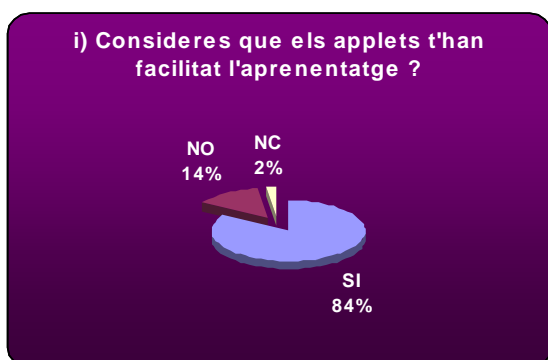


Gràfic 2. Si ens referim a la totalitat de respostes donades a les cinc qüestions, s'ha constatat que, per a aquest *physlet*, millora el 20%, mantenen la resposta bé el 50 %, mantenen la resposta errònia un 23% i empitjora el 7%.

Les dades del gràfic següent resumeixen els resultats en l'aplicació dels dos *physlets*:



Calia conèixer, finalment, quina és la valoració que ha fet l'alumnat de l'ús dels *physlets* en l'aprenentatge de la Física i Química. Els gràfics següents arrepleguen les respostes de l'alumnat que havia participat en l'experiència.



Gràfic 3. L'alumnat considera que aprèn manejant applets (84%), de fet voldria fer més sessions (87%) i les prefereix a les classes ordinàries d'exercicis (78%), tot i que manté una valoració més positiva de les sessions de laboratori (79%). Cal afegir que el 92% manifestà no tenir cap problema en manejar-se amb l'ordinador i el *physlet* corresponent.

L'avaluació que s'ha fet, en ser vàlida, no és suficient. La conclusió que s'extrau és positiva, però caldria estendre-la en el temps: fer un seguiment durant diversos cursos; i, òbviament, aplicar-la en altres centres amb alumnat i per professorat diferent. Els *physlets* i la Internet, dins la AEFiQ-Curie reuneixen les condicions adequades per a la creació d'una comunitat d'usuaris d'aquests programes informàtics i l'avaluació de l'ús que se'n fa.

Però, no només això. L'avaluació hauria d'estimar si l'aplicació dels *physlets* afavoreixen determinats objectius de l'aprenentatge de les ciències, com per exemple ¿els *physlets* ajuden l'estudiant a construir models de sistemes físics? ¿Afavoreixen l'autoaprenentatge? ¿Faciliten el treball en equip (l'intercanvi i contrast d'informació entre companys)? ¿Els *physlets* contribueixen a superar concepcions alternatives? ¿Poden ajudar l'alumne a la comprensió del control de variables? Etc.

4. A l'inici de conclusions

Fer aquests *physlets* ha millorat, en un 26% en un cas i en un 20 % en l'altre, les respostes a un mateix qüestionari passat a més de setanta alumnes de primer curs de batxillerat. No sabem quin hauria estat el resultat si haguérem fet una sessió tradicional de problemes de "llapis i paper". Sí coneixem la resposta de l'alumnat sobre les seues preferències, al 78% de l'alumnat enquestat li agrada fer sessions de *physlet* i un 21 % prefereix les classes tradicionals d'exercicis.

Front a les sessions de laboratori tradicional presenten diversos avantatges per al professorat i un, indubtable, és el temps que cal per a la realització per part de l'alumnat. Però els *physlets* no els hem plantejat per a substituir totes les pràctiques tradicionals de laboratori, sinó per a complementar el treball pràctic en un entorn on el temps per abastir tots els continguts és manifestament insuficient.

Després de dos anys d'experiència podem fer els suggeriments següents per aplicar l'experiència: a) cal assegurar-se'n de quants alumnes tenen accés a la Internet a casa i quants ordinador personal, així mateix, saber si tenen els coneixements mínims per manejar-se (OVIS, 2004; AUI, 2004), b) en general, fer circular còpies dels *physlets* en disc, c) el professorat triarà aquells *physlets* més adequats per a assolir l'objectiu didàctic guiats per criteris enunciats en aquest treball i altres com el de Bohigas i col. (2003), d) les fitxes que el professorat facilita a l'alumnat han de ser clares per a aquests, e) en primer de batxillerat dona bons resultats treballar a l'aula d'informàtica del centre; en segon curs es troben molts avantatges en el treball a casa, f) l'elaboració d'un informe amb les respostes finals, afavoreix la reflexió i l'arribada a conclusions per part de l'alumnat, g) una posada en comú, al final, es convenient.

Sens dubte estem en els inicis de l'experiència didàctica, però els resultats provisionals són positius i compta amb l'aprovació de l'alumnat. El compromís de continuïtat en el futur està justificat.

5. Bibliografía

AA. VV. (1995), “La evaluación de los aprendizajes”, *Alambique*, núm 4, abril.

AUI, Asociación de usuarios de Internet, (2004), <http://www.aui.es>

BOHIGAS, X., JAÉN, X. I NOVELL, M. (2003), “Applets en la enseñanza de las Física”, *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (3), 463-472.

CRISTIAN, W., BELLONI, M., (2001), *Physlets: Teaching Physics with Interactive Curricular Material*, Prentice Hall, New Jersey.

OVIS, Oficina valenciana para la sociedad de la Información (2004). “En 2001 hi havia al País Valencià un 23,7% d’usuaris i en 2002 un 30,9%”.

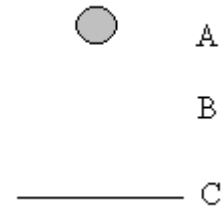
Annex I

a) Qüestionari previ al *physlet* ENERGIA

NOM: _____ GRUP: _____ DATA: _____

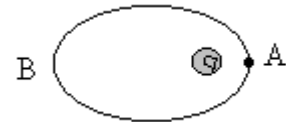
1. Si alliberem una pilota des de la posició A i negligim el fregament amb l'aire, assenyalala la resposta o respostes correctes :

- a) $E_{cA} = E_{cB} = E_{cC}$
- b) $E_{pA} = E_{pB} = E_{pC}$
- c) $E_{cA} + E_{pA} = E_{cB} + E_{pB} = E_{cC} + E_{pC}$
- d) $E_{cA} - E_{pA} = E_{cB} - E_{pB} = E_{cC} - E_{pC}$



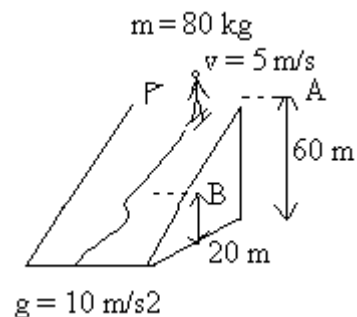
2. A l'òrbita d'un satèl·lit pot considerar-se absència total de fregament ja que a tal altura no hi ha pràcticament atmosfera. Sabent que la velocitat del satèl·lit en la posició A és major que en la posició B, assenyalala la resposta o respostes correctes:

- a) L'energia cinètica no és constant al llarg de la trajectòria, però l'energia potencial sí.
- b) L'energia potencial no és constant al llarg de la trajectòria, però l'energia cinètica sí.
- c) Ni l'energia cinètica ni l'energia potencial són constants al llarg de la trajectòria.
- d) La diferència entre l'energia cinètica i energia potencial sí que és constant al llarg de la trajectòria.



3. Un esquiador descendeix per un vessant, on considerem negligible el fregament ; completa la taula adjunta:

E_{cA} (J)	E_{pA} (J)	E_{cB} (J)	E_{pB} (J)
1000	48000		



4. Suposada la pista sense fregament, explica detalladament que li ocorre a l'energia del sistema cos-Terra al passar de l'estat A al B (si es manté constant, si es transforma, si es transfereix etc ...):



5. Un " skate " deixa caure des del punt A ; sabent que en una oscil·lació completa , transfereix com a treball de fregament un 20 % de la seua energia, després de 2 oscil·lacions completes:

- a) Arribarà fins a 0,8 m
- b) Arribarà fins a 0,16 m
- c) Arribarà fins a 0,64 m
- d) Arribarà fins a 0,2 m



Annex II

b) Qüestionari previ al *physlet* LLEI GASOS

NOM: _____ GRUP: _____ DATA: _____

(No es tenen en compte les respostes per a avaluar)

1. Es disposa d'una botella metàl·lica de submarinista, amb aire comprimit. Si s'introduïa la botella un llarg temps en aigua freda, indica la resposta/es correcta/es:

- a) La grandària de cada molècula disminueix.
- b) La velocitat de les molècules d'aire contingut en la botella no canvia.
- c) La pressió de l'aire contingut en la botella disminueix.
- d) La distància mitjana entre les molècules d'aire augmenta.

2. Un gas que es troba en un recipient tancat de parets fixes de volum V a una pressió p i temperatura T , s'escalfa fins a una temperatura $2T$, indica la resposta/s correcta/s:

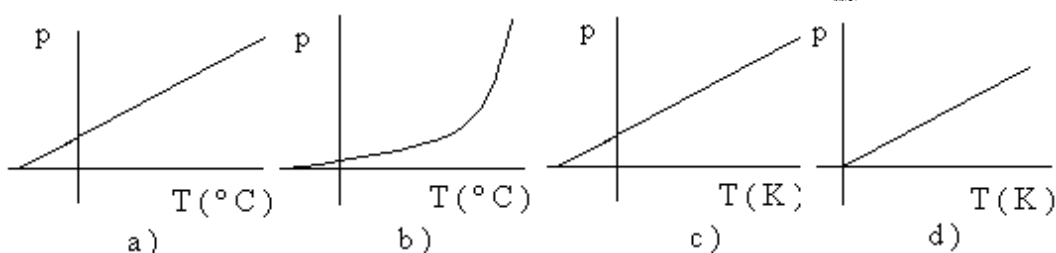
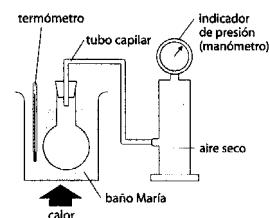
- a) El volum passa a ser $2V$.
- b) La pressió passa a ser $2p$.
- c) La pressió passa a ser $p/2$.
- d) El volum passa a ser $2V$ i la pressió $2p$.

3. Explica breument els següents fets, segons el model cinèticocorpuscular:

a) La pressió dins dels pneumàtics d'un automòbil augmenta després de circular durant un llarg temps.

b) Els gasos es poden comprimir i expandir.

4. Per a comprovar la relació, a volum constant, entre la pressió d'un gas i la seua temperatura muntem el dispositiu de la figura i arpleguem les dades de pressió enfront de temperatura en una taula. Assenyala l'opció/ns que reproduïska/quen les dades obtingudes:



5. Respecte a la temperatura, assenyala la resposta/es correcta/es:

- a) Hi ha límit superior i límit inferior per a la temperatura.
- b) Hi ha límit inferior de temperatura però no límit superior.
- c) Hi ha límit superior de temperatura però no límit inferior.
- d) No hi ha límit ni superior ni inferior per a la temperatura.

Annex III

ENERGIA

Objectiu

Estudiar la variació de l'energia cinètica i l'energia potencial gravitatòria i la relació entre aquests dos valors, per a un cos en caiguda vertical amb $v_0=0$ i en dues situacions diferents: sense aire (sense fricció) i amb aire (amb fricció).

Emissió d'hipòtesis

Abans de contestar les preguntes amb l'*applet*, avança respostes a les preguntes:

- A) 1a, 1b, 1d; 3 (gràfiques aproximades); 4a, 4b, 4c, 4d, 4e;
- B) 1a, 1b, 1c; 2a, 2b; 3a, 3b, 3c, 3d, 3e.

Applet

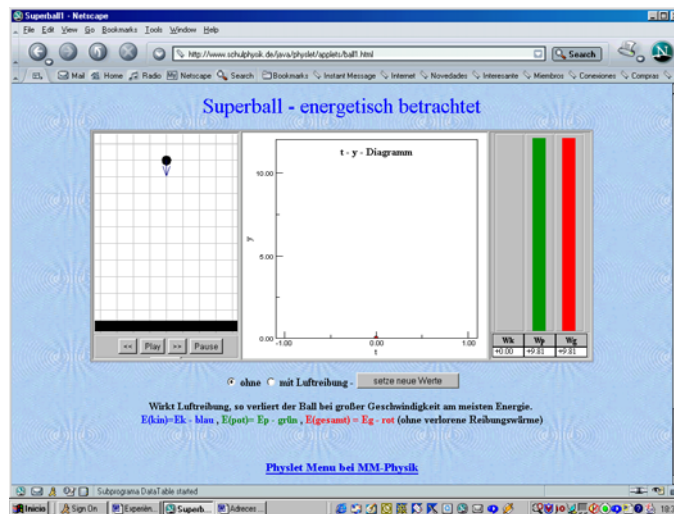
L'experiència la realitzarem amb un *applet*, és a dir, una aplicació informàtica senzilla, obtinguda a través de la Internet, que simula el comportament real de caiguda del cos i els rebots en el sòl, a més l'aplicació ens dona informació sobre l'evolució de diverses variables.

Consideracions prèvies

Abans de fer l'experiència és important que et familiaritzes amb l'*applet* i t'assegures que entens el seu fonament. Fixa't en particular en la diferent acció dels botons *Reset* i el que està més avall *setze neue Werte* (reiniciar).

Localització de l'*applet*

<http://www.schulphysik.de/java/physlet/applets/ball1.html>



ohne = sense
mit = con
Luft = aire
setze neue Werte =
reiniciar
gesamt = total
 $W_K = E_C$
 $W_P = E_P$
 $W_g = E_M$

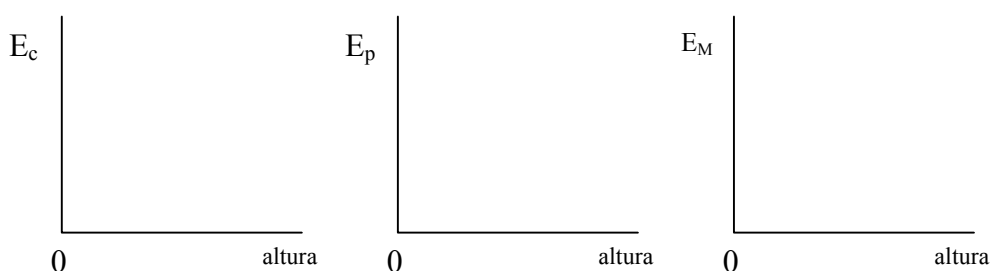
A) Sense fricció (selecciona *ohne*³)

³ <http://www.yourvirtualworld.de/woerterbuch/frame.php>

1.-Deixa caure el cos des de 10 m d'altura. a) ¿Quina altura assoleix després del primer bot? b) ¿I després del segon? c) Copia la gràfica que dona l'*applet* després d'un rebot i digues quina informació aporta sobre el moviment del cos. d) Fixa un sistema de referència i dibuixa la trajectòria real de la bola fins el primer bot.

2.-a) Mesura els valors de l' E_c , l' E_p i l'energia mecànica, E_M , per a quatre altures diferents (recomanació: fes servir el botó "pas a pas" >>). b) ¿A quina conclusió arribaríem?

3.-Utilitza les dades de l'apartat anterior per fer les representacions gràfiques següents:



¿A quina conclusió s'arriba a partir de les gràfiques?

4.-a) ¿Quant val l' E_c en el punt més alt i quin és el valor d'aquesta altura, h ? b) ¿Quant val l' E_p en aquest punt? c) ¿En quin punt l' E_c és màxima i quant val? d) ¿Podries determinar la rapidesa en aquest punt, si saps que la massa del cos és d'0,1 kg? e) ¿És pot determinar aquesta rapidesa sense conèixer la massa?

B) Amb fricció (*mit Luftreibung*)

1.-Deixa caure un cos des d'una altura determinada. a) ¿Quina altura assolirà després del primer bot, major, igual o menor que l'anterior? b) ¿Per què? c) ¿I després del segon?

2.-a) ¿Quant val l' E_p en el punt més alt i quin és el valor d'aquesta altura, h , per al llançament inicial? b) ¿Quant val l' E_p a assolir la pilota l'altura màxima, després del primer rebot? c) ¿Quant val la diferència d' E_p entre la primera altura màxima i l' E_p màxima del primer rebot? d) Tenint en compte els valors de l'apartat anterior, digues en que % ha disminuït l' E_p ?

3.-a) ¿És constant ara la suma $E_c + E_p$, és a dir, l'energia mecànica de la bola, E_M , pren sempre el mateix valor? b) ¿A qui es transfereix la diferència d'energia mecànica? c) ¿Com? d) ¿En quina forma està la diferència d'energia mecànica que hem mesurat? e) ¿Es conserva l'energia total en aquest procés?

LLEI DEL GAS IDEAL

Objectius

Estudiar la relació que hi ha entre la pressió i la temperatura d'un gas ideal. Justificar la resposta mitjançant el model cinèticocorpuscular.

Deduir la relació que hi ha entre l'escala de temperatura centígrada ($^{\circ}\text{C}$) i l'absoluta ($^{\circ}\text{K}$)

Emissió d'hipòtesis

Abans de contestar les preguntes amb l'*applet*, avança respostes a les preguntes següents:

- ¿Què entenem per gas ideal?
- ¿Quina relació esperes que hi haja entre la pressió i la temperatura? (fes una estimació de la gràfica $p - T$)
- Dissenya, aproximadament, una experiència per a comprovar en el laboratori la teua hipòtesi
- ¿Quina equació ens permet passar de $^{\circ}\text{C}$ a $^{\circ}\text{K}$?

Applet

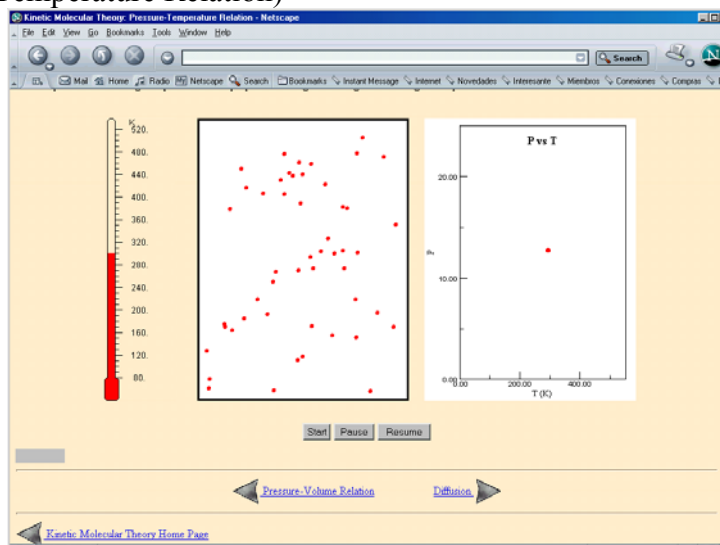
L'experiència la realitzes amb un *applet*, és a dir, una aplicació informàtica senzilla, obtinguda a través de la Internet, que simula el comportament d'un gas ideal.

Consideracions prèvies

Abans de fer l'experiència és important que et familiaritzes amb l'*applet* i t'assegures que entens com funciona. Fixa't en particular en la diferent acció dels botons *Start* (inicia) *Pause* (atura) i *Resume* (representa en la gràfica els valors de p i T). Si col·loques el punter sobre l'extrem superior del líquid roig del termòmetre i l'arrossegues cap amunt o cap avall pots variar la temperatura.

Localització de l'applet

<http://www.chm.davidson.edu/ChemistryApplets/index.html#KineticMolecularTheory>
(Tria Pressure-Temperature Relation)



QÜESTIONS

1. ¿Quina diferència observes en el comportament de les partícules del gas quan es passa d'una temperatura molt baixa a una altra molt alta?
2. a) ¿Què hi ha entre les partícules del gas? b) ¿Per què diem que es mouen a l'atzar?
3. a) ¿Quan serà major l'energia cinètica de les partícules d'un gas, a major o a menor temperatura? b) ¿Tenen totes les partícules la mateixa energia cinètica?
4. Posem en contacte dos recipient iguals del mateix gas, el primer a temperatura superior a la del segon a) ¿Què li ocurrerà a la temperatura? b) ¿Què li ocurrerà a la velocitat de les partícules?
5. Suposem un recipient de parets flexibles. ¿Si augmentem la temperatura que li ocurreria al volum?
6. Suposem que el recipient no canvia, és a dir, té les parets rígides (situació representada en l'*applet*). En disminuir la temperatura quin dels canvis següents observes: varia (no varia) la pressió (augmenta/disminueix), varia (no varia) la quantitat de partícules en el recipient (augmenta/disminueix), varia (no varia) el volum (augmenta/disminueix). Justifica la resposta triada.
7. Fes una gràfica p-T, seguint la seqüència següent:
Pause → (triar temperatura) *Resume* → *Pause* → (triar temperatura) *Resume*...
Les temperatures triades seran les de l'interval 100- 400 °K, augmentant en 50 °K.
 - a) Reprodueix la gràfica de la pantalla en el paper.
 - b) ¿Quina relació hi ha entre p i T segons la gràfica que acabes d'obtenir?
 - c) ¿La línia que uneix els punts anteriors passa pel punt (0,0)? ¿Quin significat físic té aquest punt?
 - d) ¿Quina seria la funció que es correspondria amb aquesta gràfica?
 - e) ¿Podries indicar com deduir la funció anterior a partir de la gràfica?
8. Fes una altra gràfica pressió-temperatura però ara la temperatura l'expressaràs en °C. Has de llegir almenys cinc parelles de valors de pressió i temperatura (en *Pause*, col·loca el punter sobre el punt roig de la gràfica i pulsa el botó de l'esquerre, et mostrarà en pantalla els valors p-T, encara que T està en °K, hauràs de passar aquests a °C).

En col·locar el punter en la forma indicada et mostra, per exemple, +2e002 +12.88. El primer ens dona la temperatura: 200 °K, el segon número 12,88 mm de Hg.

INSTRUCCIONS:

- Abans de començar a treballar amb l'*applet* hauràs lliurat al professorat les respostes a l'apartat **emissió d'hipòtesis**.
- No has de fer un informe a la manera tradicional. Presentaràs les respostes a les preguntes formulades més amunt **tres dies després** de treballar a l'aula d'informàtica.