

3. Laboratori virtual de gasos (ideals).

Nivell: Batxillerat.

3.1. Descripció

Aquest model intenta ser un autèntic model matemàtic que no només representi l'estat gasós segons la teoria cinètica, sinó que permeti fer una experimentació virtual. Les dades de pressió, volum i temperatura que s'extreuen del model compleixen amb les lleis dels gasos ideals, dins del marge d'error experimental, que depèn del temps que es marqui per obtenir cada mesura.

El model s'ha construït tenint en compte els següents aspectes de la teoria cinètica dels gasos ideals:

El gas està constituït per partícules que es mouen lliurement, xocant entre elles i amb les parets del recipient que les conté. Les partícules no s'han fet puntuals, sinó que tenen un diàmetre que es pot variar. En els càlculs de volum es té en compte el volum de les partícules i es considera només el volum disponible, per compensar el fet que no siguin puntuals.

La temperatura depèn de la velocitat quadràtica mitjana de les partícules, segons l'expressió:

$$T = \frac{m}{3 \cdot k} \cdot \overline{v^2}$$

m , massa d'una partícula

k , constant de Boltzmann

$\overline{v^2}$, velocitat quadràtica mitjana

L'expressió $\frac{m}{3 \cdot k}$ és constant. El vector velocitat de cada partícula es calcula dividint el vector desplaçament per l'increment de temps de refresc de pantalla i la $\overline{v^2}$ a partir de la velocitat de totes les partícules.

La pressió es calcula com resultat de la variació de la quantitat de moviment que es produeix en els xocs contra les parets:

$$P = \frac{\sum F_i}{S} = \frac{m}{S \cdot \Delta t} \cdot \sum (\Delta v_{ix} + \Delta v_{iy} + \Delta v_{iz})$$

S , superfície interior del recipient

Δt , interval de temps de refresc de pantalla

L'expressió $\frac{m}{S \cdot \Delta t}$ és constant. En cada xoc d'una partícula contra les parets, ja que el xoc és el·làstic, resulta:

$$\text{Parets yz : } \Delta v_{ix} = 2 \cdot |v_{ix}|$$

$$\text{Parets xz : } \Delta v_{iy} = 2 \cdot |v_{iy}|$$

$$\text{Parets xy : } \Delta v_{iz} = 2 \cdot |v_{iz}|$$

i v_{ix} , v_{iy} , v_{iz} es calculen dividint les components del vector desplaçament per l'increment de temps de refresc de pantalla.

Les partícules de gas es troben inicialment en unes posicions aleatòries, repartides per tot el recipient, tenen una distribució normal de velocitats en mòduls, i una orientació aleatòria.

Variant la freqüència de refresc de pantalla varia la velocitat de les partícules i, per tant, la temperatura. També varia la freqüència de xocs entre les partícules i amb les parets, amb el que varia la pressió del gas.

El volum del recipient es pot variar entre el valor inicial, màxim i un valor mínim.

El menú "Finestra" conté:

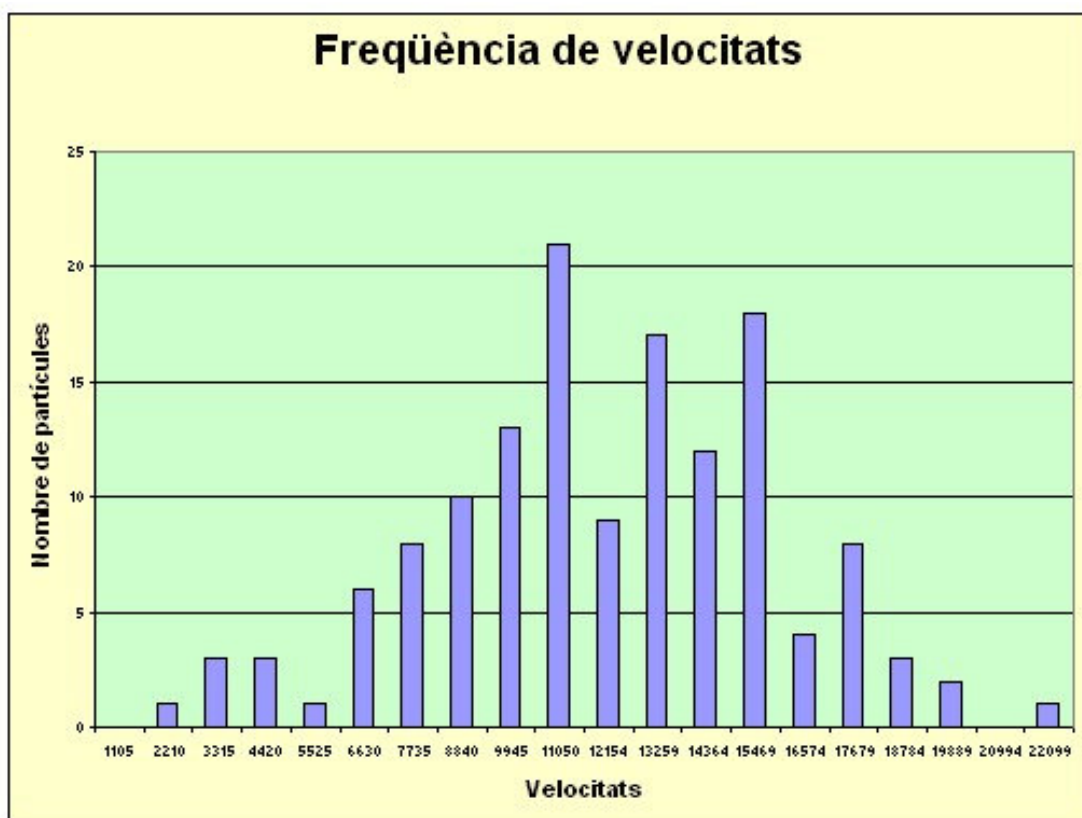
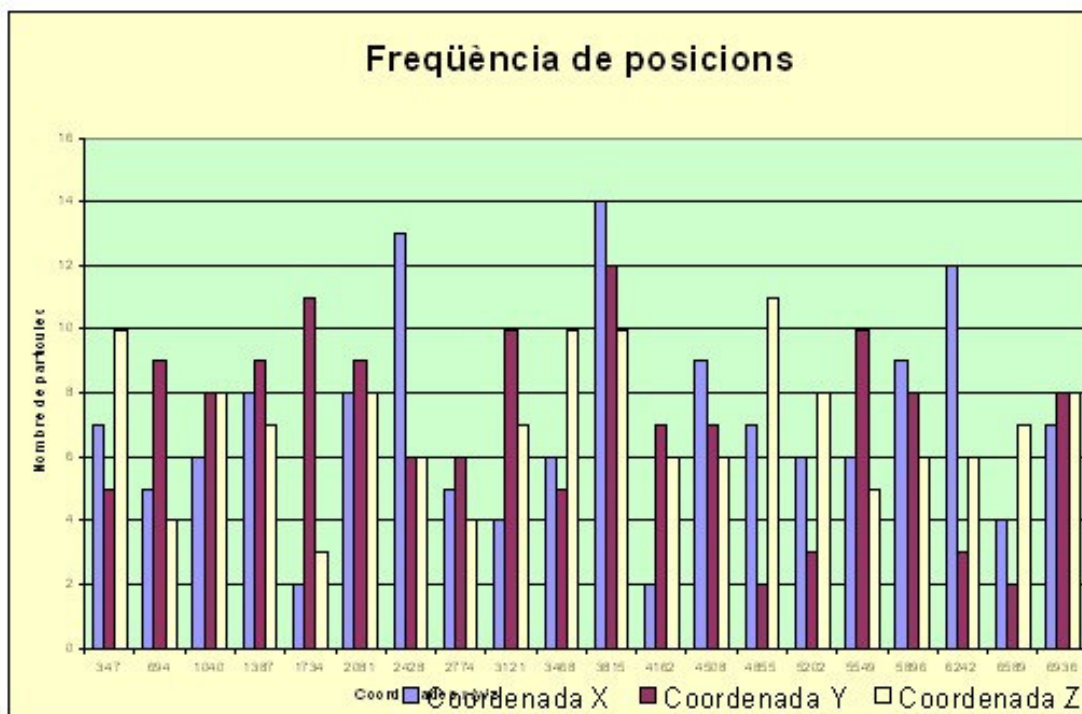
- una presentació en PowerPoint i
- una introducció teòrica del tema que es tracta,
- propostes de treball, en forma de preguntes o experiències virtuals i
- la guia didàctica en la que s'expliquen particularitats de la construcció del model i es fan consideracions per treballar amb ell.

Al menú "Arxiu", l'opció "Document de text" permet obrir un document per anotar dades mentre s'està utilitzant el model. L'opció "Elaboració d'informe (Word)" conté un exemple de com es poden contestar les preguntes o fer l'informe de les experiències de les "Propostes de treball" i una fitxa en blanc que es pot utilitzar pel mateix fi. En la fitxa es pot copiar (amb el procediment de Windows de Copiar/Enganxar) el text de la pregunta feta en la proposta de treball. Aquests arxius són "Només de lectura" per tenir-los sempre disponibles i, per tant, s'han de renomenar per poder-los guardar. En aquest menú hi ha opcions que permeten construir les gràfiques de distribució de posicions i velocitats de les partícules i les gràfiques pressió, temperatura i pressió, volum.

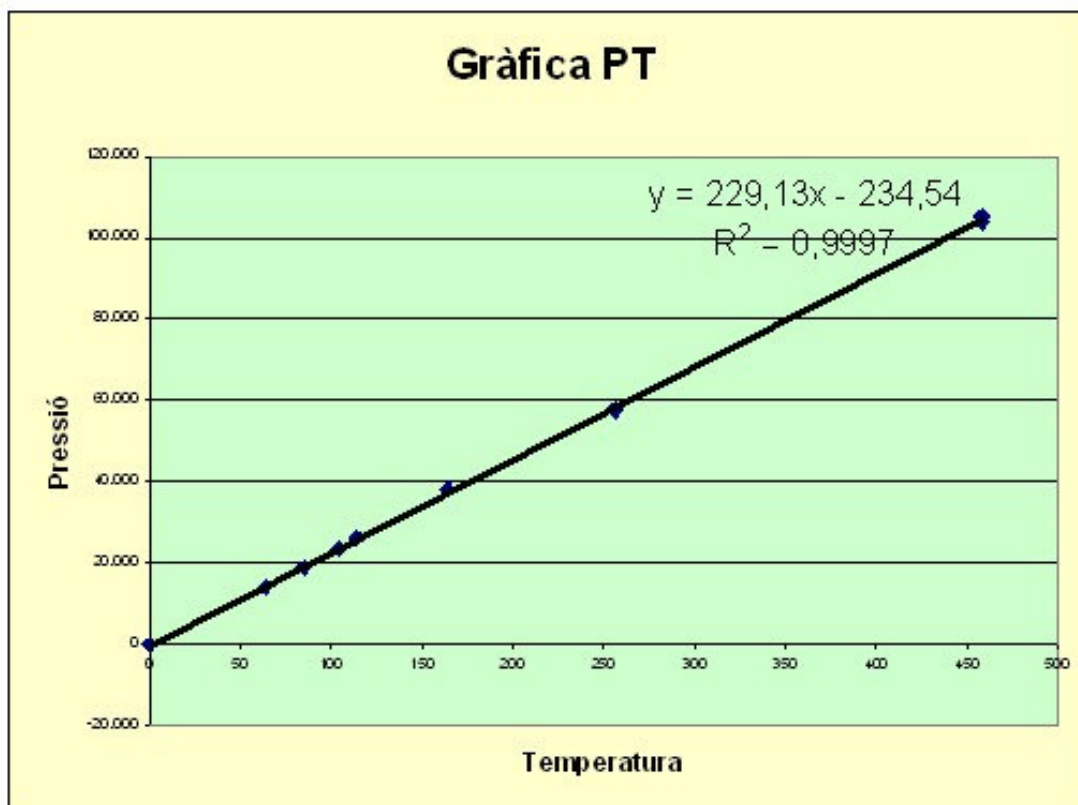
3.2. Consideracions didàctiques

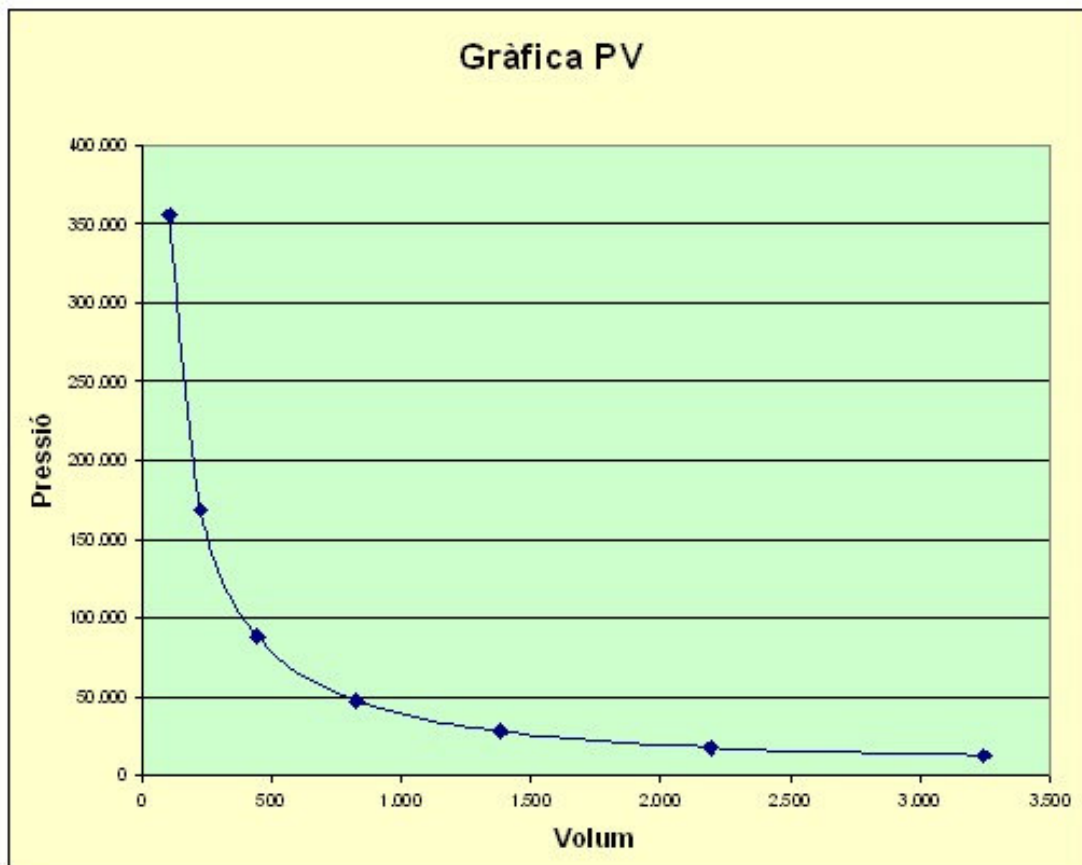
- Les partícules de gas haurien de ser puntuals, en comparació amb el recorregut lliure mitjà. No obstant, s'ha estimat més convenient fer-les d'un cert diàmetre per poder seguir millor el seu moviment i els xocs.
- L'opció de marcar una o més partícules, (Accions / Marcar-Desmarcar partícules), permet seguir millor la seva evolució. En el líquid es pot veure com unes partícules s'amaguen darrera les altres i tornen a aparèixer al cap d'una estona. En el gas, els xocs es veuen millor marcant algunes partícules, sobretot en els diàmetres més petits.

- L'opció de variar el diàmetre de les partícules (Eines / Diàmetre) permet observar millor els moviments i els xocs. Cal tenir en compte que, en el gas, quan augmenta el diàmetre disminueix el volum disponible del recipient i, per tant, augmenta la freqüència dels xocs, presentant de fet un gas més comprimit.
- Es pot variar també el nombre de partícules. Pot anar bé disminuir-lo quan l'ordinador va massa lent, per millorar l'aspecte visual del moviment, o simplement, per observar els moviments millor, amb un diàmetre gran i poques partícules.
- Les mesures de pressió i temperatura no es fan en cada instant (temps de refresc de pantalla) sinó que es fa la mitjana en un interval de temps més gran, per assegurar la precisió dels resultats. Aquest interval és de 10 segons, predeterminat, però es pot augmentar si es vol millorar la precisió (Eines / Temps per mesurar pressió i temp.).
- Els valors de pressió, volum i temperatura estan calculats en unitats arbitràries. En la pantalla i en les gràfiques es posen però en unitats de Pa, cm^3 i K, per acostumar l'alumne a la utilització de les unitats. En realitat, els valors que s'obtenen són proporcionals als expressats en aquestes unitats.
- L'opció de "Congelar imatge" (Accions / Congelar imatge) permet marcar partícules o fer mesures de posició o velocitat de partícules concretes amb més comoditat, o simplement observar l'aspecte de la distribució de posicions.
- Les dades de velocitat i posició d'una o de totes les partícules (Operacions / Determinar posició / velocitat) permeten comprovar l'evolució de la distribució de velocitats, inicialment normal (campana de Gauss) o de la distribució de cada coordenada de posició, inicialment aleatòria. Les taules obtingudes es poden passar a una gràfica en un full Excel (Arxiu / Excel(posicions)) o (Arxiu / Excel(velocitats)), de forma que queden disponibles per la seva manipulació i utilització posterior. Les figures mostren les gràfiques que es poden obtenir.



- Les lleis dels gasos ideals es poden comprovar amb les taules i gràfiques de pressió, temperatura o pressió, volum. Per veure la relació entre les variables d'estat pressió i temperatura a volum constant s'escull l'opció (Operacions / Calcular P en funció de T a V constant), fixant prèviament el volum al que es vol treballar, ja que s'inhabilita la variació de volum. Variant la temperatura, el model va donant dades de pressió i temperatura, obtingudes en l'interval de temps predeterminat o fixat (Eines / Temps per mesurar pressions i temp.). Les dades es poden passar a un full Excel (Arxiu / Excel (gràfica PT)) en el que es copien i es representen en una gràfica. S'obté també el coeficient de la recta de regressió obtinguda, amb el que es pot valorar la validesa de l'experiència. Quan major sigui l'interval de temps fixat per mesurar pressions i temperatures, millor serà l'ajust dels punts obtinguts a la recta.
- La relació entre les variables d'estat pressió i volum, a temperatura constant es pot comprovar fixant la temperatura a la que es vol treballar i escollint l'opció (Operacions / Calcular P en funció de V a T constant), que inhabilita la variació de temperatura. Variant el volum, el model va donant dades de pressió i volum mesurats en l'interval de temps predeterminat o fixat (Eines / Temps per mesurar pressions i temp.). Les dades es poden passar a un full Excel (Arxiu / Excel (gràfica PV)) en el que es copien i es representen en una gràfica. Les figures mostren les gràfiques que es poden obtenir. Cal notar que, quan per raons de funcionament de l'ordinador varia la temperatura fixada, els valors de la pressió s'ajusten a aquesta temperatura.





- Cada vegada que es varien les condicions del sistema, el model espera doble temps que el fixat per donar la primera mesura de pressió i temperatura, ja que cal que el gas sigui el més uniforme possible. Els següents valors que es vulguin obtenir, sense variar les condicions, surten en l'interval de temps fixat.
- Els arxius Excel obtinguts es poden modificar i guardar canviant-los el nom, ja que els originals són de "Només lectura" per tal que siguin de nou disponibles en posteriors utilitzacions del model.