

**Problemes**

- 1** Un cotxe d'aire comprimit emmagatzema l'aire a  $2.0 \times 10^6$  Pa. Si a l'eixida del motor la pressió de l'aire ha disminuït fins  $3.0 \times 10^5$  Pa, calculeu:
- (a) La temperatura mínima a què deu entrar l'aire en el motor perquè no es produisca gel en l'eixida ( $T > 0^\circ\text{C}$ ), si l'expansió és adiabàtica.
  - (b) El treball que fa 1L d'aire comprimit, inicialment a  $200^\circ\text{C}$ .
- Suposeu que l'aire es comporta com un gas ideal i que té una capacitat calorífica a pressió constant  $C_p = 29.1$  J/ mol K i  $\gamma = 1.4$ .

- 2** El potencial d'atracció entre un protó i un electró es pot escriure com:

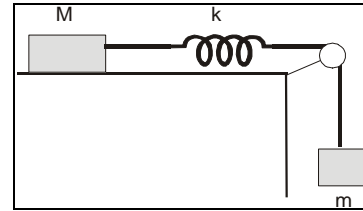
$$V(r) = -K \frac{q^2}{r}$$

on  $k$  i  $q$  són constants positives i  $r$  és la distància de l'electró al protó. Aquest darrer es suposa estacionari.

- (a) Trobeu la força que efectua el protó sobre l'electró.
- (b) Escriviu i dibuixeu el potencial efectiu i discutiu el moviment de l'electró, de massa  $m$ , movent-se sota la influència d'eixa força. Indiqueu el caràcter de les òrbites en funció de l'energia mecànica total.
- (c) Calculeu l'energia i el moment angular d'eixa partícula si es mou en un cercle de radi  $r_0$ .
- (d) Calculeu el període del moviment circular.

**Questions**

- 1 Un bloc de massa  $M=2$  kg és accelerat cap a la dreta, com mostra la figura. El coeficient de fregament dinàmic és  $\mu = 0.30$ . El moll sense massa té  $k = 200$  N/m i una corda sense massa connecta el bloc de 2 Kg a un bloc de massa  $m=3$  kg suspès lliurement. Quan els dos blocs duen la mateixa acceleració, quina és la separació del moll respecte de la seua longitud de equilibri?

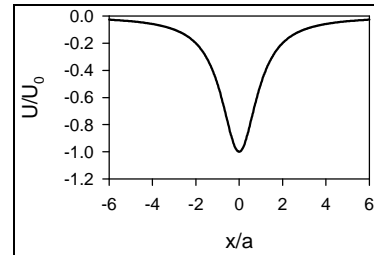


- 2 (a) Un neutró de massa  $m_1$  (1 uma) movent-se a velocitat  $v$  col·lisiona amb un nucli atòmic de massa  $m_2$  que està en repòs. Calculeu la màxima pèrdua d'energia cinètica del neutró si l'àtom és (a) hidrògen (1), (b) carbó (12), (c) ferro (55), (d) plom (207).  
 (b) Si es tracta d'un feix de neutrons que impacta sobre les substàncies indicades i només s'hi absorbeixen un 10% dels neutrons per la reacció nuclear, calcula la fracció d'energia cinètica total perduda en les col·lisions en cada un dels casos indicats.

- 3 Una partícula de massa  $m = 4 \cdot 10^{-26}$  kg es mou al llarg d'un eix (posició  $x$ ) baix la influència del potencial

$$U(x) = -\frac{U_0 a^2}{a^2 + x^2}$$

on  $U_0 = 5 \cdot 10^{-20}$  J i  $a = 2 \cdot 10^{-10}$  m. Aquest potencial es representa en la figura.



- (a) Calcula l'expressió de la força, la posició del punt d'equilibri, i l'energia de lligadura per a la partícula en repòs.  
 (b) Calcula la constant equivalent del moll,  $k$ , quan la partícula efectua oscil·lacions menudes al voltant del punt d'equilibri, per a  $x < a$ .  
 (c) Calcula la freqüència de les oscil·lacions.
- 4 A partir d'una expressió per a  $\Delta S_{\text{tot}}$  argumenta i demostra per què les reaccions exotèrmiques són afavorides a temperatures baixes.

PRIMER CURS DE LA LLICENCIATURA EN QUÍMICA. CURS 2002-03

Nom:

Grup:

DNI:

**Nota**

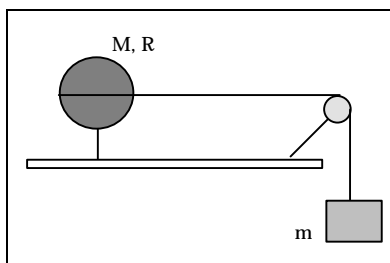
Temps màxim: 2 hores.

No es poden consultar cap tipus d'apunts ni llibres de teoria i problemes. Només es poden usar manuals de taules matemàtiques.

**Els estudiants que fan l'examen final sols han de resoldre les qüestions 1.1, 1.2, 2.2, 2.4.**

**Qüestió 1.1.- (2.5 punts) Final**

Una corfa esfèrica de massa  $M$ , radi  $R$  i moment d'inèrcia  $I=(2/5)MR^2$  gira al voltant d'un eix vertical sense fricció. Una corda lleugera passa per l'equador de la corfa, per una corriola lleugera, sense fricció, i finalment està nuada a un objecte de massa  $m$  que cau, des del repòs sota la influència de la gravetat. ¿Quina és la velocitat de l'objecte quan ha davallat una distància  $h$ ?



**Qüestió 1.2.- (2.5 punts) Final**

Una màquina de Carnot opera entre dos dipòsits de calor a 450 K i 300 K.

- (a) Si el motor rep 5000 J de calor del dipòsit a 450 K en cada cicle, ¿quants joules per cicle cedeix al dipòsit a 300 K?  
(b) ¿Quant de treball mecànic realitza la màquina en cada cicle?

**Qüestió 1.3.- (2.5 punts)**

Es munta una molla horitzontalment, amb l'extrem esquerre sostingut estacionari. Per mitjà d'una balança unida a l'extrem lliure s'estableix que la força d'estirament és proporcional al desplaçament i que una força de 6.0 N causa un desplaçament de 0.030 m. Es lleva la balança i es fixa un cos de 0.50 kg a l'extrem de la molla, s'estira una distància 0.020 m, i es solta, de manera que oscil·la amb moviment harmònic simple.

- (a) Trobeu la constant de força de la molla.  
(b) Trobeu la freqüència angular, la freqüència i el període de l'oscil·lació.

**Qüestió 1.4.- (2.5 punts)**

Una partícula descriu una el·lipse d'equació

$$x = a \cos q$$

$$y = b \sin q$$

La dependència de l'angle amb el temps és  $q - e \sin q = kt$ , sent  $e$  l'excentricitat de l'el·lipse. Calculeu els vectors velocitat  $\mathbf{v}$  i l'acceleració  $\mathbf{a}$  de la partícula en coordenades rectangulars, en funció de  $q$ .

**Qüestió 1.- (2.5 punts)**

Calculeu l'energia electrostàtica associada a un sistema fix de càrregues puntuals format per vuit protons que es troben situats en els vèrtexs d'un cub d'aresta  $a$ . Es considera  $e$  la càrrega del protó.

**Qüestió 2.- (2.5 punts) Final**

Una molècula de fluorur de liti ( $LiF$ ), degut al fet que està formada per àtoms amb afinitats electròniques molt diferents, posseeix un moment dipolar elèctric permanent de magnitud  $p_0$ . La molècula se situa en un camp elèctric uniforme d'intensitat  $10^4$  N/C, i la diferència entre el màxim i el mínim d'energia potencial elèctrica és de  $4.4 \times 10^{-25}$  J. Determineu el valor de  $p_0$  per a la molècula de  $LiF$ . Suposant que el moment dipolar és degut al fet que un electró de l'escorça electrònica de l'àtom de liti es transfereix completament a l'àtom de fluor, donant lloc a un ió  $Li^+$  i un altre  $F^-$ ; determineu la separació existent entre ambdós ions.

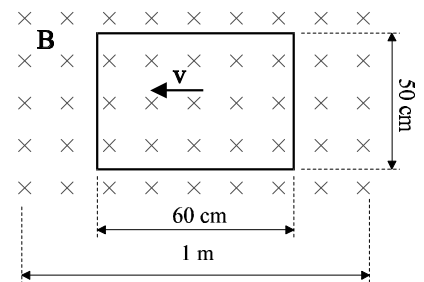
**Qüestió 3.- (2.5 punts)**

Entre dues plaques metàl·liques paral·leles de gran superfície, separades 1 cm, s'aplica una diferència de potencial de 12V, i s'aconsegueix així un camp electrostàtic uniforme entre aquestes. En la regió compresa entre les plaques hi ha en el moment d'aplicar la diferència de potencial  $2 \times 10^{10}$  ions  $A^{+5}$  per  $cm^3$  i  $10^{11}$  ions  $B^{-1}$  per  $cm^3$ . Les velocitats mitjanes adquirides pels ions són  $V_{A^{+5}} = 10^5$  m/s i  $V_{B^{-1}} = 10^6$  m/s. Quin és la densitat del corrent entre plaques? Quina és la resistivitat del medi que hi ha entre les plaques?.

**Dades.-** Càrrega elèctrica de l'electró,  $-e = -1.602 \times 10^{-19}$  C.

**Qüestió 4.- (2.5 punts) Final**

Una espira conductora rectangular de dimensions 60x50 cm és empesa a través d'un camp magnètic uniforme de 0.5 T, que ocupa un espai d'1 m de llarg, com es mostra en la figura. La velocitat de l'espira és d'1 m/s i la resistència d'1  $\Omega$ . Representeu-ho gràficament, indicant el seu sentit, el corrent induït en l'espira en funció del temps, des de  $t=0$  fins a  $t=2$  s. En l'instant  $t=0$  el costat esquerre de l'espira comença a entrar dins del camp magnètic.



PRIMER CURS DE LA LLICENCIATURA EN QUÍMICA. CURS 2002-03

Nom:	Grup:	DNI:
------	-------	------

**Nota**

Temps màxim: 2 hores.

No es poden consultar cap tipus d'apunts ni llibres de teoria i problemes. Només es poden usar manuals de taules matemàtiques.

**Els estudiants que fan l'examen final sols han de resoldre els problemes 1.1, 2.1.**

**Problema 1.1 (5 punts) Final**

Una aproximació a l'energia potencial d'una molècula de KCl és

$$U = A \left[ \frac{R_0^7}{8r^8} - \frac{1}{r} \right]$$

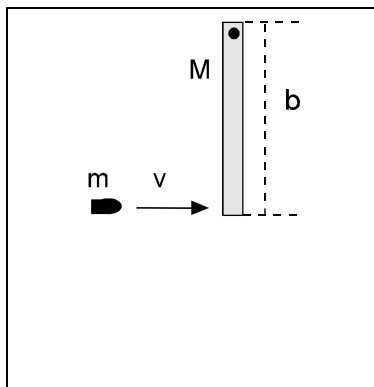
on  $R_0 = 2.67 \times 10^{-10}$  m i  $A = 2.31 \times 10^{-28}$  J·m. Utilitzeu esta expressió per a:

- Calcular el component radial de la força sobre cada àtom.
- Calcular la separació d'equilibri entre els àtoms.
- Calcular l'energia potencial màxima (energia de dissociació).
- Utilitzant  $r = R_0 + x$ , i els dos primers termes del teorema del binomi  $[(1 + u)^n = 1 + nu + n(n - 1)u^2/2! + \dots]$ , trobar  $k$  en l'expressió aproximada  $F = -kx$ , vàlida per a petites oscil·lacions.
- Amb els àtoms de K i Cl vibrant en direccions oposades als costats oposats del centre de massa de la molècula, la massa reduïda és  $\mu = 3.06 \times 10^{-26}$  kg. Trobeu la freqüència de les vibracions de petita amplitud.

**Problema 1.2 (5 punts)**

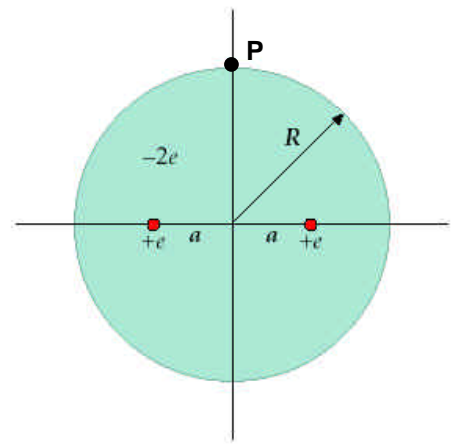
Una barra de fusta, de massa  $M$  i longitud  $b$ , està suspesa del seu extrem superior al voltant del qual pot girar lliurement. Inicialment la barra està penjant vertical en repòs. Es dispara una bala de massa  $m$  a l'extrem inferior de la barra, que entra en la barra a velocitat  $v$  i s'hi queda insertada.

- ¿Quina és la velocitat angular immediatament després?
- Suposa que la barra té 1.0 m de llarg i té una massa de  $M = 0.600$  kg. ¿Quin és el valor numèric de la velocitat angular si la bala té massa  $m = 0.015$  kg i entra en la barra a velocitat  $v = 300$  m/s?



### Problema 2.1 (5 punts) Final

Considerem el següent model senzill d'una molècula d'hidrogen, l'esquema de la qual es mostra en la figura adjunta: un núvol amb càrrega electrònica  $-2e$  distribuïda uniformement en una esfera de radi  $R$ . Dins d'aquesta es posicionen els dos protons (cada un d'ells amb una càrrega  $+e$ ) que constitueixen els nuclis dels àtoms d'hidrogen, i que es troben situats simètricament dins del núvol electrònic, i a una distància  $a$  de el centre de l'esfera.

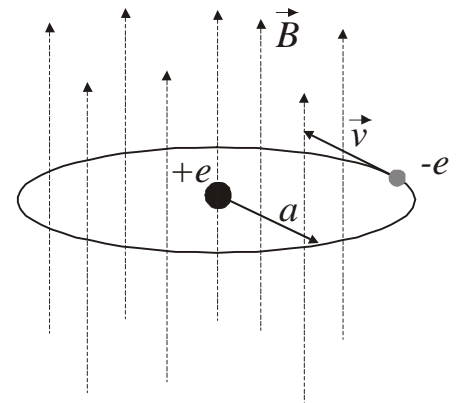


- Quina ha de ser la distància  $a$ , per a la qual els dos protons es troben en equilibri electrostàtic?
- Determineu, en la situació d'equilibri anterior, el mòdul del camp elèctric en el punt P, que es troba sobre la superfície de l'esfera electrònica i és equidistant als dos protons.
- Quin treball caldria realitzar per a dur un electró des del punt P al centre de la distribució?

**Dades.** - Radi de la molècula,  $R = 0.8 \text{ \AA}$ . Càrrega elèctrica de l'electró,  $-e = -1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$ . Permittivitat elèctrica del buit,  $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N}\cdot\text{m}^2)$

### Problema 2.2 (5 punts)

D'acord amb el model atòmic de Bohr, per a l'àtom d'hidrogen en el seu estat fonamental, l'electró es troba descrivint una òrbita circular de radi  $a$  voltant del nucli, que es considera estàtic. Si sobre l'àtom d'hidrogen s'aplica un camp magnètic uniforme de mòdul  $B$ , la direcció i sentit del qual s'indiquen en la figura adjunta, i fem la suposició que l'electró no modifica la seua òrbita:



- Determineu quin és l'increment (o decrement) de la velocitat de l'electró.
- Quina és la variació del camp magnètic produïda pel corrent electrònic en el punt on es troba el nucli de l'àtom d'hidrogen, en passar de la situació en la qual el camp magnètic extern és nul, a la situació en la qual el seu valor és  $B$ , i la seua direcció i sentit els indicats en la figura?

**Dades.** Radi de l'òrbita,  $a = 0.529 \text{ \AA}$ . Camp magnètic aplicat,  $B = 1 \text{ T}$ . Càrrega elèctrica de l'electró,  $-e = -1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$ . Massa de l'electró,  $m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ . Permittivitat elèctrica del buit  $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N}\cdot\text{m}^2)$ . Permeabilitat magnètica del buit,  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2$ .

Nom:

Grup:

DNI:

Opció d'examen:

**Nota**

Temps màxim: 1 hora 45 minuts.

Només es poden consultar manuals de taules matemàtiques.

**Els estudiants que fan l'examen final sols han de resoldre les qüestions 1.2, 1.3, 2.2, 2.4.**

**Mecànica i termodinàmica**

**Qüestió 1.1 (2.5 punts)**

Controleu un accelerador de partícules que envia un feix de protons (massa  $m$ ) a  $5.00 \times 10^7$  m/s contra un objectiu gasós d'un element desconegut. El detector indica que alguns protons reboten en la mateixa línia després de xocar amb un nucli de l'element desconegut, i tenen una velocitat de  $-3.00 \times 10^7$  m/s. Suposa que el nucli objectiu està en repòs i la col·lisió és elàstica.

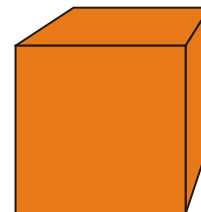
- (a) Calcula la massa de l'element desconegut. Expressa la resposta en termes de  $m$ .
- (b) ¿Quina velocitat té el nucli desconegut després d'aquesta col·lisió?

**Qüestió 1.2 (2.5 punts)**

Un bloc cúbic de coure massís, amb mòdul de volum  $B = 14 \times 10^{10}$  Pa, té un volum  $V_0 = 1 \text{ cm}^3$  a pressió ambiental ( $1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ ).

- (a) Determina el canvi de volum quan es troba immers en un fluid a pressió 11 atm.
- (b) Determina la relació entre l'àrea externa, i el volum del cos,  $A(V)$ .

Diferenciant l'expressió  $A(V)$ , troba el canvi de superfície que correspon a un canvi de volum menut,  $\Delta V$ . Calcula  $\Delta A$  quan passem el cub d'1 atm a 11 atm.



**Qüestió 1.3 (2.5 punts)**

(a) En un cert procés, un sistema lliura  $8.48 \times 10^5$  J de calor, al mateix temps que es contrau sota una pressió externa constant de  $11.3 \times 10^5$  Pa. L'energia interna del sistema és la mateixa al principi i al final del procés. Calcula el canvi de volum del sistema (que *no* és un gas ideal).

(b) En el mateix sistema, en un altre procés, un tècnic subministra  $7.30 \times 10^4$  J de calor al sistema, al mateix temps que l'entorn realitza  $9.20 \times 10^3$  J de treball sobre el sistema. Calcula el canvi d'energia interna del sistema.

**Qüestió 1.4 (2.5 punts)**

L'energia potencial entre un parell d'àtoms està donada per

$$U(x) = \frac{C_1}{x^4} - \frac{C_2}{x^2}$$

on  $C_1$  i  $C_2$  són constants positives.

- a) ¿Quina és la força que un àtom exerceix sobre l'altre?
- b) Doneu els punts d'equilibri d'aquest potencial.
- c) Digueu quan aquesta força és atractiva, quan repulsiva.

## Electricitat i òptica

### Qüestió 2.1 (2.5 punts)

Un electró amb una energia cinètica de  $127.6 \times 10^{-17}$  J entra en una regió on hi ha un camp elèctric uniform. Quina ha d'ésser la magnitud, la direcció i el sentit d'eix de camp per què l'electró s'ature després d'haver recorregut una distància de 1 m des del punt d'entrada?

**Dades:** Càrrega elèctrica de l'electró,  $-e = -1.602 \times 10^{-19}$  C.

### Qüestió 2.2- (2.5 punts)

Volem escalfar una tassa d'aigua ( $200 \text{ cm}^3$ ), des de  $20^\circ\text{C}$  fins a  $90^\circ\text{C}$ , en 5 minuts, fent servir un escalfador d'immersió connectat a una font de voltatge de 110 V. Quina potència es necessita? Quina és la resistència de l'escalfador? S'ha de saber que la quantitat de calor que es necessita per a elevar la temperatura d'una substància és directament proporcional a la massa de la substància i a la variació de la temperatura, sent el coeficient de proporcionalitat l'anomenat calor específica de la substància.

**Dades:** Per a elevar en  $1^\circ\text{C}$  la temperatura d'1 g d'aigua es necessiten 1 caloria (s'anomena *calor específica de l'aigua*  $c=1\text{cal}/(\text{g}\cdot^\circ\text{C})$ ). Conversió,  $1\text{cal}=4.184\text{J}$ . Densitat de l'aigua,  $\rho=1\text{g}/\text{cm}^3$ .

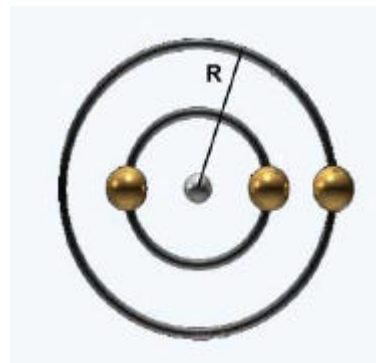
### Qüestió 2.3.- (2.5 punts)

Una partícula de massa  $m$  i càrrega  $q$  s'accelera des del repòs a través d'una diferència de potència  $V$ . Després, la partícula entra perpendicularment en un camp magnètic  $B$ , i descriu una semicircumferència de radi  $R$ . Una altra partícula de càrrega  $3q$  i de massa  $m'$  és accelerada des del repòs a través de la mateixa diferència de potencial  $V$  i desviada després pel mateix camp magnètic  $B$ , descrivint una semicircumferència de radi  $3R$ . Quin és el quocient entre les masses  $m$  i  $m'$ ?

### Qüestió 2.4.- (2.5 punts)

L'àtom de liti posseeix una configuració orbital  $1s^2 2s^1$ , és a dir, conté un únic electró de valència, i per això l'àtom adquireix un moment dipolar magnètic distint de zero (els dos electrons de l'orbital  $1s$  cancel·len entre si les seues contribucions). En un model molt simple se suposa que el moment dipolar magnètic de l'àtom de liti és degut, exclusivament, al fet que l'electró de valència descriu una òrbita circular de radi  $R=164\text{pm}$ , a una velocitat  $v$ . Si sabem que el moment dipolar magnètic de l'àtom de liti val  $9.27 \cdot 10^{-24} \text{ Am}^2$ , determineu el valor de la velocitat  $v$  a la qual orbita l'electró de valència.

**Dades:** Càrrega elèctrica de l'electró,  $-e = -1.602 \times 10^{-19}$  C.





Nom:

Grup:

DNI:

Opció d'examen

**Nota**

Temps màxim: 2 hores.

Només es poden consultar manuals de taules matemàtiques.

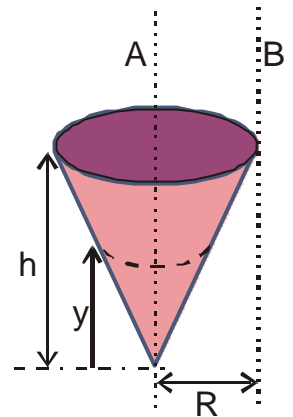
**Els estudiants que fan l'examen final sols han de resoldre els problemes 1.2, 2.2.**

**1. Mecànica i termodinàmica**

**Problema 1.1 (5 punts)**

El con de la figura, amb massa  $M = 1$  kg, radi  $R = 10$  cm i altura  $h = 20$  cm, gira al voltant de l'eix  $A$ , amb velocitat angular  $\omega$ .

- Calcula la velocitat lineal d'un punt situat en la superfície a una distància vertical  $y$  del vèrtex.
- Calcula la velocitat d'un punt de la superfície situat a  $y = h/2$  quan  $\omega = 3$  rad/s.
- Si el con accelera, del repòs, amb acceleració angular  $\alpha = 2$  rad/s<sup>2</sup>, durant 10 s, quina serà la velocitat lineal del punt de la superfície situat a  $y = h/2$ ?
- Si quan gira al voltant de l'eix central  $A$  té una velocitat angular  $\omega$ , i quan gira al voltant d'un eix  $B$ , paral·lel a  $A$ , que toca la base, té la mateixa velocitat angular, ¿quina és la diferència entre les energies cinètiques d'un moviment a l'altre,  $E_B - E_A$ ?



**Problema 1.2 (5 punts)**

Una molècula de HCl té una energia cinètica de translació  $kT$ , amb  $T$  la temperatura de l'habitació en kelvins i  $k$  la constant de Boltzmann. La molècula, a més de traslladar-se, vibra amb una freqüència fonamental de  $\nu = 2.2 \cdot 10^{13}$  Hz i gira al voltant del seu centre de masses amb un moment angular total igual a la constant de Planck  $\hbar$ , de manera que la seua energia de rotació és  $E_{rot} = \hbar^2 / I$ , sent  $I$  el moment d'inèrcia. Calculeu:

- La massa reduïda de la molècula i el seu moment d'inèrcia respecte d'un eix que passa pel centre de masses i és perpendicular a la línia d'enllaç.
- La "constant de força"  $K$  efectiva per a les forces d'acoblament entre els àtoms? En termes de l'experiència amb molles ordinàries, ¿es diria que aquesta "molla molecular" és rígida o no?
- L'energia de vibració si les oscil·lacions de la molècula tenen una amplitud promig de  $0.1$  Å.
- La proporció de l'energia total que té cadascuna de les components de l'energia cinètica respecte de l'energia total a 300 K.
- La velocitat del centre de masses de la molècula a eixa temperatura.
- ¿A quina temperatura l'energia vibracional seria igual a la de translació? ¿A quina temperatura les energies de rotació i translació serien iguals?

**Dades:** distància d'enllaç H-Cl  $1.27$  Å, massa d'un àtom de H  $1$  u =  $1.67 \cdot 10^{-27}$  kg, massa d'un àtom de Cl  $35.5$  u,  $\hbar = 6.58 \cdot 10^{-16}$  eV s,  $k = 8.63 \cdot 10^{-5}$  eV/K,  $1\text{eV} = 1.6 \cdot 10^{-19}$  J.

## 2. Electricitat i òptica

### Problema 2.1 (5 punts)

Un model molt simple de neutró consisteix a considerar la dita partícula com una esfera de radi  $R=1$  fm ( $1\text{ fm}=10^{-15}\text{ m}$ ) en la qual la part central, de radi  $a=0.5$  fm, està carregada positivament amb càrrega  $+e$ , sent  $e$  la càrrega del protó. Aquesta part central es troba envoltada d'una escorça esfèrica de càrrega total  $-e$  com s'indica en la figura.

- Suposeu que en les dues capes la càrrega està distribuïda uniformement sobre el volum que ocupen, considereu genèrica la magnitud i la direcció del camp elèctric a les distàncies  $r=0.25, 0.75$  i  $1$  fm del centre del neutró.
- Suposeu que en l'interior de l'esfera de radi  $a$  es col·loca una càrrega puntual  $q$  negativa, a una distància arbitrària,  $x$ , del centre ( $x < a$ ). Calculeu la força genèrica que actua sobre la dita càrrega.
- Amb l'ajuda de la segona llei de Newton, demostreu que aqueixa càrrega  $q$  efectuarà un moviment harmònic simple, i determineu la pulsació d'aquest moviment.

#### Ajuda

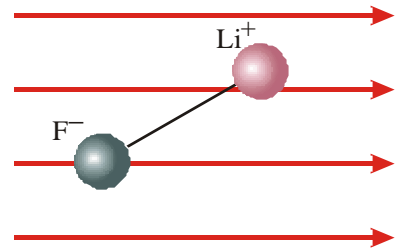
Equació del moviment harmònic simple:  $\frac{d^2x}{dt^2} + w^2x = 0$ .

En l'anterior equació  $x$  i  $t$  denoten, respectivament, la posició i el temps.  $w$  és la pulsació del m.a.s.

**Dades-** Permittivitat elèctrica del buit  $\epsilon_0=8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N}\cdot\text{m}^2)$ . Càrrega elèctrica del protó,  $e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$ . Càrrega elèctrica de la càrrega  $q = -1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$ . Massa de la càrrega  $q$ ,  $m_q = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ .

### Problema 2.2 (5 punts) Final

La molècula de fluorur de liti ( $\text{LiF}$ ) posseeix un moment dipolar elèctric permanent, de magnitud  $p_0$ , a causa de la diferent afinitat electrònica dels seus àtoms constituents, la qual cosa origina l'arrossegament de l'electró més extern de l'àtom de liti per part de l'àtom de fluor. Quan la molècula se situa en un camp elèctric uniforme d'intensitat  $10^4 \text{ N/C}$ , la diferència entre el màxim i el mínim d'energia potencial elèctrica, a causa de l'orientació de la molècula respecte del camp, és de  $4.4 \times 10^{-25} \text{ J}$ .



- Determineu el valor de  $p_0$  per a la molècula de  $\text{LiF}$ .
- Suposeu que el moment dipolar elèctric del  $\text{LiF}$  és degut al fet que l'electró de l'escorça electrònica de l'àtom de liti es transfereix completament a l'àtom de fluor, i dóna lloc a un ió  $\text{Li}^+$  i a un altre  $\text{F}^-$ ; determineu la separació que hi ha entre els dos ions. (Càrrega elèctrica del protó,  $e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$ ).
- Obteniu el moment del parell de forces que actua sobre la molècula, i que tendeix a orientar-la en la direcció del camp, quan el seu moment dipolar elèctric forma un angle de  $90^\circ$  amb aqueix camp elèctric.
- Si una mostra de  $\text{LiF}$  se situa entre les plaques d'un condensador pla-paral·lel, que estan separades una distància  $d=0.5 \text{ mm}$  i connectades permanentment a una diferència de potencial  $V_0=1000\text{V}$ , determineu el percentatge de dipols moleculars de la dita mostra que s'orienten en la direcció i sentit del camp elèctric (que serà molt xicotet). La constant dielèctrica del fluorur de liti és  $\epsilon_r=9.1$ .

**Dades per a l'apartat d).** Densitat de la mostra de  $\text{LiF}$ :  $\rho_{\text{LiF}}=2.64 \text{ g/cm}^3$ . Masses moleculars dels àtoms de liti i fluor:  $M_{\text{Li}}=6.939 \text{ g/mol}$  i  $M_{\text{F}}=18.998 \text{ g/mol}$ . Nombre d'Avogadro:  $N_A=6.023 \times 10^{23}$ . Permittivitat elèctrica del buit:  $\epsilon_0=8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N}\cdot\text{m}^2)$ .