

LAZER ŞÜALARININ TƏSİRİ İLƏ ÇOX FOTONLU İONLAŞMA VAXTI MAYELƏRİN İSTİLİK TUTUMU

Q.T. HƏSƏNOV, A.N. MƏMMƏDOVA

Azərbaycan Dövlət Neft Akademiyası

Bakı,, Az-370010, Azadlıq pr., 20.

Lazer şüalarının mayelərlə qarşılıqlı təsiri zamanı üç fotonlu ionlaşma vaxtı istilik tutumu nəzəri tədqiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, faza keçidi vaxtı mayelərin istilik tutumunun sıçrayışla dəyişməsi istilik tutumunun istilik şüalanmasının intensivliyindən kəskin asılılığı ilə izah oluna bilər.

Hal hazırda müxtəlif fiziki sahələrin maddə ilə qarşılıqlı təsirinə aid külli miqdarda nəzəri və təcrübi işlər vardır. Bu istiqamətdə lazer şüalarının mayelərlə qarşılıqlı təsirinə tədqiqinə aid işlər xüsusi yer tutur. Mayelərlə güclü lazer şüalarının qarşılıqlı təsiri zamanı müxtəlif fiziki proseslər baş verir. Lazer şüalarının qeyri-xətti udulma prosesi işıq enerjisinin istiliyə çevrilməsi nəticəsində mayelərin ionlaşması və buxarlanması ilə yanaşı gedir. Mayelərin ionlaşması ilə yanaşı ionların rekombinasiyası da baş verir. Güclü lazer şüalarının təsiri altında maye qızır və tarazlıqda olmayan hala keçir. Bütün istilik xassələri, o cümlədən istilik tutumu əsaslı dəyişir. Bu işdə lazer şüalarının təsiri altında üç fotonlu ionlaşmanın mayelərin istilik tutumuna təsiri tədqiq edilmişdir.

Yuxarıda deyilənləri nəzərə alaraq dairəvi en kəsiyinə malik olan boruda mayelərin qeyri izotermik axımına baxılmışdır, belə ki, boru istilik cəhətdən izolə edilmişdir və ətraf mühitə heç bir istilik mübadiləsi yoxdur. Maye boruya daxil olduqda lazer şüalarını udur və iki kəsikdə temperaturun zamandan asılılığı ölçülür. Bu asılılıq $f_1(t)$ və $f_2(t)$ ilə işarə olunur. Başlanğıc anda mayenin bütün nöqtələrində temperaturun eyni və sabit olduğu qəbul olmuşdur (T_0). Mayelərdə üç fotonlu ionlaşma nəticəsində ionların konsentrasiyasının konveksiya və diffuziya yolu ilə kaustikadan çıxışını və rekombinasiyasının asılılığı aşağıdakı diferensial tənliklə təsvir edilir [1] :

$$\frac{\partial N}{\partial t} + v \frac{\partial N}{\partial x} = D \frac{\partial^2 N}{\partial x^2} + \gamma I^3 - \frac{N}{\tau_0} \quad (1)$$

harada ki, $\gamma = \frac{\alpha^2 \beta}{D}$, α - kaustikanın radiusu, β - üç fotonlu ionlaşma əmsalı, τ_0 - rekombinasiya müddəti, v - mayenin axımının orta sürəti, I - lazer şüalanmasının intensivliyi, D - diffuziya əmsalıdır.

Mayelərdə ionların konsentrasiyasının dəyişməsi onların konveksiya hesabına kaustikadan çıxışı diffuz hesabına çıxışdan xeyli böyük olduğuna görə (1) tənliyi aşağıdakı şəkllə düşür

$$\frac{\partial N}{\partial t} + v \frac{\partial N}{\partial x} = \gamma I^3 - \frac{N}{\tau_0} \quad (2)$$

Başlanğıc və sərhəd şərtləri aşağıdakı şəkildə verilir:

$$N(x, 0) = 0 \quad N(0, t) = \varphi(t)$$

Bu məsələnin həlli üçün Laplas çevrilməsini tətbiq edirik. Sürətdə (2) tənliyin aşağıdakı həlli vardır:

$$N^*(s) = \left(\varphi^*(s) - \frac{\gamma I^3}{s \left(s + \frac{1}{\tau_0} \right)} \right) e^{\left(-\frac{s}{v} + \frac{1}{v\tau_0} \right) x} + \frac{\gamma I^3}{s \left(s + \frac{1}{\tau_0} \right)} \quad (3)$$

Bir cins temperatur sahəsində mayedə temperaturun paylanması istilik keçirmənin diferensial tənliyi ilə təsvir edilir

$$c\rho \left(\frac{\partial T}{\partial t} + v \frac{\partial T}{\partial x} \right) = \lambda \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \alpha IN + \sigma(E + \nu B)^2 \quad (4)$$

Burada α - lazer şüalarının udulma əmsalıdır. Qalan işarələr ümumi qəbul olunmuş kəmiyyətlərdir.

Konveksiya yolu ilə istilik daşınmasının diffuziya hesabına olan daşınmadan xeyli böyük olduğunu nəzərə alsaq, yəni

$$c\rho v \frac{\partial T}{\partial x} \gg \lambda \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$$

(4) tənliyi aşağıdakı şəkildə yazılır

$$c\rho \left(\frac{\partial T}{\partial t} + v \frac{\partial T}{\partial x} \right) = \alpha IN + \sigma(E + \nu B)^2 \quad (5)$$

Yuxarıdakı deyilənlərə əsaslanaraq (5) diferensial tənliyinin həlli üçün aşağıdakı başlanğıc və sərhəd şərtləri qəbul olunur:

$$\begin{aligned} T(x, 0) &= T_0 = const \\ T(0, t) &= f_1(t) \\ T(\ell, t) &= f_2(t) \end{aligned} \quad (6)$$

Beləliklə, lazer şüalarının və elektromaqnit sahəsinin mayelərin istilik tutumuna təsirinin təyini riyazi olaraq (6) başlanğıc və sərhəd şərtləri daxilində (5) diferensial tənliyin həllinə gətirilir.

Bu məsələnin həlli üçün Laplas çevrilməsini tətbiq edirik. Surətdə (5) tənliyi aşağıdakı şəkildədir

$$\frac{dT^*}{dx} + \frac{s}{\nu} T^* = \frac{\alpha I N^*}{c\rho\nu} + \frac{\sigma(E + \nu B)^2}{c\rho\nu s} + \frac{T_o}{\nu} \quad (7)$$

(6) sərhəd şərtləri daxilində (7) tənliyinin həlli mayelərin istilik tutumunun təsiri üçün aşağıdakı tənliyi almağa imkan verir:

$$f_2^*(s) = f_1^*(s)e^{-al} + \left(\frac{\sigma(E + \nu B)^2}{c\rho\nu s} + \frac{T_o}{\nu} \right) \times \left((1 - e^{-al}) \frac{\nu}{s} + \frac{\alpha\gamma}{c\rho} \frac{I^4}{s^2 \left(s + \frac{I}{\tau_o} \right)} (1 - e^{-al}) - \frac{\alpha I \tau_o}{c\rho} \left(\varphi^*(s) - \frac{\gamma I^3}{s \left(s + \frac{I}{\tau_o} \right)} \right) (e^{-al} - 1) \right) e^{-al} \quad (8)$$

harada $a = \frac{s}{\nu}$, $b = \frac{I}{\nu\tau_o}$. $\alpha < 1$ və $b < 1$ nəzərə alsaq, e^{-al} və e^{-bl} görə sıraya ayıraraq birinci iki hədlə kifayətlənsək (8) tənliyi aşağıdakı şəkildə düşəcək.

$$f_2^*(s) - f_1^*(s) \left(1 - \frac{s}{\nu} \ell \right) = \left(\frac{\sigma[E + \nu B]^2}{c\rho\nu s} + \frac{T_o}{\nu} \right) \ell + \frac{\alpha I \ell}{c\rho\nu} \left[\varphi^*(s) \left(1 - \frac{s}{\nu} \ell \right) + \frac{\gamma I^3 \ell}{\nu \left(s + \frac{I}{\tau_o} \right)} \right]$$

burada $s = \frac{1}{t_o}$ olduğunu nəzərə alsaq, harada ki t_o relaksasiya müddətinin $\frac{1}{4}$ -nə bərabər zamandır, onda istilik tutumunun təyini üçün aşağıdakı münasibəti alırıq:

$$f_2^* \left(\frac{1}{t_o} \right) - f_1^* \left(\frac{1}{t_o} \right) \left(1 - \frac{\ell}{\nu t_o} \right) = \left(\frac{\sigma(E + \nu B)^2 t_o}{c\rho\nu} + \frac{T_o}{\nu} \right) \ell + \frac{\alpha I \ell}{c\rho\nu} \left[\varphi^* \left(\frac{1}{t_o} \right) \left(1 - \frac{\ell}{\nu t_o} \right) + \frac{\gamma I^3 \ell}{\nu \left(\frac{1}{t_o} + \frac{I}{\tau_o} \right)} \right]$$

Alınmış tənlik lazer şüalarının, eləcə də elektromaqnit sahəsinin istilik tutumuna təsirini qiymətləndirməyə imkan verir.

İndi isə xüsusi hala baxaq. Fərz edək ki, lazer şüaları sükunətdə olan maye ilə qarşılıqlı təsirdədir. $x=0$ nöqtəsində sükunətdə olan mayədə ionların konsentrasiyasının dəyişməsi aşağıdakı düstur ilə ifadə olunur:

$$N(t) = \gamma I^3 \tau_o \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_o}} \right)$$

Temperaturun zamandan asılı olaraq dəyişməsi aşağıdakı şəkildə düşür.

$$T(t) = \frac{\alpha I^4 \gamma}{c\rho} \tau_o^2 \left(e^{-\frac{t}{\tau_o}} - 1 \right) + \frac{\sigma E^2}{c\rho} t + T_o$$

$t \leq \tau_o$ olduqda, $T(t) = T^*$ onda istilik tutumu təyin etmək üçün alırıq:

$$c\rho = \frac{\tau_o (\sigma E^2 + \alpha I^4 \gamma \tau_o)}{T^* - T_o}$$

Bu düsturdan belə nəticə alınır ki, lazer şüalarının təsiri ilə faza keçidində mayelərin istilik tutumunun sıçrayışla dəyişməsi, istilik tutumunun şüalanmanın intensivliyindən kəskin asılılığı ilə izah olunur.

G.T. Gasanov, A.N. Mamedova

HEAT CAPACITY OF LIQUID AT MULTIQUANTUM IONIZATION UNDER THE INFLUENCE OF LASER RAYS

Theoretically influence of laser rays on heat capacity of liquids at three-quantum ionization was studied. It was established that stepwise change of heat capacity of liquid at phase transition under influence of laser rays may be explained with significant dependence of heat capacity on the intensity of the heat radiation.

Г.Т. Гасанов, А.Н. Мамедова

ТЕПЛОЕМКОСТЬ ЖИДКОСТИ ПРИ МНОГОФОТОННОЙ ИОНИЗАЦИИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЛАЗЕРНЫХ ЛУЧЕЙ

Теоретически исследовано влияние лазерных лучей на теплоемкость жидкостей при трехфотонной ионизации. Установлено, что скачкообразное изменение теплоемкости жидкости при фазовом переходе под действием лазерных лучей может быть объяснено существенной зависимостью теплоемкости от интенсивности теплового излучения.

Received: 14.03.08