جامعة الشهيد حمه الاخضر الوادي

كلية العلوم الدقيقة

قسم الفيزياء

المستوي: ماستر 1

التخصص: مادة-اشعاع

المقياس: فيزياء الليزر

امتحان فيزياء الليزر (دورة جانفي 2018)

السؤال الأول(من المحاضرة) أجب باختصار ووضوح عن ما يلي: (**6 نقاط**).

1- اذكر عناصر المنظومة الليزرية و دور كل عنصر وأنواعه .

2- لماذا في نظام ثلاثي السويات نحصل على انبعاث ضوء ليزري نبضي (غير مستمر).

3- هل يمكن الحصول على شعاع ليزر في نظام ذو مستويين للطاقة.علل

4- بين رياضيا أن شدة السطوع للأشعة الليزر أكبر بكثير من الضوء العادي.

5-ما هو الفرق بين مضخم ضوئي و مصدر ليزري.

التمرين الثاني: (**6 نقاط**).

في ليزر He-Ne طول التحويف الضوئي فابري بيرو l=20cm .الطول الموجي المنبعث $\lambda = 632.8nm$.

1-احسب الفرق في التردد $\nu\Delta$ بين نمطين طوليين.

2-أستنتج الفرق في الطول الموجي $\Delta\lambda$.

3-اذا كان عرض نطاق الحزمة $\Delta\nu_{BW}$ =1.275 GHz و طول تحويف الرنين l=30cm .احسب عدد صيغ الليزر و ماهو شرط اهتزاز الصيغ .

التمرين الثالث: ليزر ERBIUM-YAG (8 نقاط)

1- بين أي المستويات (المستوى الابتدائي والنهائي) يحدث الانتقال بالضخ الضوئي؟

2- ماهي الظاهرة التي تحدث بين المستويين E2 و E1، ما هي خصائص الفوتون المنبعث؟

3- اذكر خصائص الانتقال من E3 الى E2 ؟

احسب الفارق الطاقوي بين E1 و E3 ثم بين E2 و E1 علما أن طول موجة الضخ $\lambda = 0.980\ \mu m$ و

طول موجة الانبعاث $\lambda = 2.936\ \mu m$. حدد طاقة الامتصاص و طاقة الانبعاث.

يرسل الليزر نبضات بطاقة $E_{impuls} = 300\ mJ$ مدة النبضة $\tau = 0,20\ ms$

5- احسب استطاعة انبعاث النبضة المرسلة .P_{impuls}.

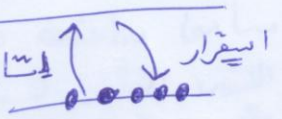
6- بقعة هذا الليزر له نصف قطر $r = 0.50\ mm$, احسب شدة (الاستطاعة السطحية) لهذا الليزر.فسر هاته النتيجة

7- طاقة الفوتون تساوي $E_{photon} = 6.76 \times 10^{-20}\ J$ ، أحسب عدد الفوتونات المرسلة في نبضة واحدة.

يعطى: $c = 3.00.10\ m.s^{-1}$ ، $h = 6.62\ 10^{-34}\ J.s$

بالتوفيق ...

(1) - الوسط الفعال: المادة المسؤولة على توليد الليزر
(سائل - غاز - صلب)
(2) - تجويف الرنين: يضم المرآتين (خلفي - قابل للنفوذ)
(3) وسيلة الضخ: عملية الاثارة (كهربائي - ضوئي)
(4) لون السوية E_2 تدخل في عملية توليد الليزر.
(5) لا يمكن الحصول على ليزر في مستويين للطاقة:
التعليل:



- تتم عملية الضخ من E_1 إلى E_2 وفي نفس الوقت تتم عملية الرجوع الى الاستقرار الى أن تصبح النظام متوازن $N_1 = N_2$.
وهذا الشرط لا يحقق العمل الليزري $N_2 > N_1$

(4)
$$I_{Laser} = \frac{P}{S} = \frac{P}{\pi R^2} = \text{—●} \quad R \ll$$
$$I_{Lamp} = \frac{P_{dish}}{S_{sphere}} = \frac{P}{4\pi R^2} = \text{●)} \quad R \gg$$

$$\Rightarrow I_{Laser} > I_{Lamp}$$

(5)
- مصدر الليزر هو منظومة تكون من الوسط الفعال - الضخ - تجويف الرنين
- مصدر الضوء لا يوجد تجويف رنين

ليزر ثلاثي المستوى :

① تحدث الضخ الضوئي بين المستوى الطاقوي E_1 و E_3

② ما هو الانعكاس المحقق : تحدث عندما تكون الذرات المثارة في المستوى E_2 أكبر من المستوى E_1 أي تحدث عملية الانقلاب المكاني . تمتص الذرات طاقة قدرها $\Delta E = E_3 - E_2$ عندما تكون في حالة اثارة ويمر عليها فوتون يحمل نفس ΔE فانه يحرضها على النزول الى المستوى الاساسي باعثة فوتونين لهما خصائص :

- نفس اللون والطول الموجي
- الاتجاهية وستة الشعاع
- الترابط الزماني والمكاني

③ الانتقال من $E_3 \longrightarrow E_2$

- غير اشعاعي
- سريع (عمر مستوى الطاقة E_3 صغير)

④

- طاقة الامتصاص :

$$E_1 \longrightarrow E_3 = \frac{h.c}{\lambda_{1,3\,(pompage)}} =$$

$$= \frac{6,62.10^{-34} \cdot 3.10^{8}}{980.10^{-9}} = 2,03.10^{-19}\,J = \frac{2,03.10^{-19}}{1,6.10^{-19}} =$$

$$\Delta E_{pompage} = 1,27\,eV \quad (\text{طاقة الامتصاص})$$

$$E_2 \longrightarrow E_1 = \frac{h.c}{\lambda_{2,1}} = 7,1.10^{-20}\,J = 0,438\,eV$$

$$\Delta E_{Laser} = 0,438\,eV \quad (\text{طاقة الانعكاس})$$

$\tau = 0{,}20\ ms$. $E = 300\ mJ$.

حساب الاستطاعة :

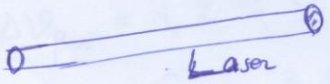
$$P_{impulse} = \frac{E_{imp}}{\tau} = \frac{300.10^{-3}}{0{,}2.10^{-3}} = \boxed{1{,}5\ kW}$$

ب. شدة الليزر : تعرف بشدة الموجة :

$$I = \frac{P_{imp}}{S} = \frac{P_{imp}}{\pi R^2} = \frac{1500}{\pi (0{,}5\ 10^{-3})^2}$$

$$I = 1.9.10^9\ W.m^{-2}$$

تعتبر شدة الضوء عالية لان الاشعاع الليزري يكون في مساحة صغيرة جدا ان يتم تجميع الفوتونات في مساحة صغيرة.



ج. طاقة الفوتون :

$$E_{photon} = 6{,}76.10^{-20}\ J.$$

$$N = \frac{P_{impulse}}{E} = \frac{1500}{6{,}76.10^{-20}} = 2{,}22.10^{22}$$

فوتون / نبضة

$\ell = 20\,cm$.

$\lambda = 632{,}8\,nm$.

① فرق التردد بين نمطين:

$$\Delta\nu = \frac{c}{2\ell} = 750\,MHz$$

② استنتج $\Delta\lambda$:

$$\lambda = \frac{c}{\nu} \Rightarrow \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{\Delta\nu}{\nu} \Rightarrow$$

$$\Delta\lambda = \frac{\Delta\nu}{\nu}\cdot\lambda = \frac{\Delta\nu\cdot\lambda^2}{c} = \frac{\lambda^2}{2\ell} =$$

$$\boxed{\Delta\lambda = 1\,pm}$$

③ ايجاد عدد الأنماط:

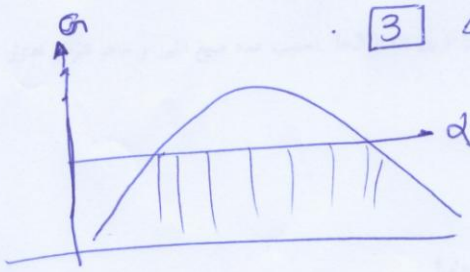
$\Delta\nu_{BW} = 1{,}275\,GHz$.

$$\Delta\nu = \frac{c}{2\ell} = \frac{3.10^8}{2.0{,}3} = \boxed{0{,}5.\,GHz}$$

$$N = \frac{\Delta\nu_{BW}}{\Delta\nu} = \frac{1{,}275}{0{,}5} = 2{,}55.$$

- عدد الأنماط المهتزة هي 3.

- شرط اهتزاز النمط:



منحنى الربح: α

يجب أن يكون:

$$\gamma > \alpha$$

الخسارة < الربح