كلية العلوم

القسم : الفيزياء

السنة : الرابعة

أسئلة دورات محلولة

فيزياء الليزر

A 2 Z LIBRARY

Facebook Group : A to Z مكتبة

كلية العلوم (فيزياء ، كيمياء ، رياضيات ،علم الحياة)

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app) على الرقم TEL: 0931497960

جامعة طرطوس	أسئلة مقرر فيـــزياء الليـــــزر	الاسم:
كليـــة العلوم	لطلاب السنة الرابعـــة فيزيـــاء	الدرجة: 70
قسم الفيزيـــاء	الدورة التكميليـــة 2024- 2025	المدة: ساعتان

أجب عن جميع الأسئلة التالية:

السؤال الأول: (12 درجة)

اذكر باختصار آلية عمل الليزر الياقوتي.

السؤال الثاني: (18 درجة)

ليزر هليوم نيون $(He-Ne)$ طول موجته $\lambda = 632,8nm$ يُصدر شعاع ليزري أسطواني الشكل قطره $d = 1mm$ ومستمر (CW) قدرته $P = 5mW$ والمطلوب حساب:

1- تواتر الشعاع الليزري.
2- طاقة الفوتون الواحد من الشعاع.
3- عدد الفوتونات المنبعثة في الثانية الواحدة.
4- شدة الشعاع الليزري I على سطح المقطع العرضي للشعاع.
5- نسبة احتمال الإصدار التلقائي A_{21} إلى الإصدار القسري W_{21} وماذا تستنتج؟.

السؤال الثالث: (15 درجة)

يُصدر ليزر $Nd:YAG$ نبضة واحدة بطول موجي $\lambda = 1064nm$ وطاقتها الكلية $E_{pulse} = 0,5J$ يتركز هذا الشعاع على بقعة دائرية قطرها $d = 1,5mm$ عند سطح هدف معين، وزمن النبضة $\Delta t = 10ns$ والمطلوب حساب:

1- كثافة طاقة النبضة الليزرية ρ على سطح الهدف مقدرة ب $J.m^{-2}$.
2- شدة النبضة الليزرية I مقدرة ب $W.m^{-2}$.
3- الضغط الإشعاعي اللحظي P على سطح عاكس تماماً مقدراً ب $N.m^{-2}$.
4- الضغط الإشعاعي اللحظي P على سطح نافذ أو ماص تماماً للإشعاع الكهرطيسي مقدراً ب $N.m^{-2}$.

السؤال الرابع: (25 درجة)

يعمل ليزر هليوم نيون $(He-Ne)$ عند طول موجي مركزي $\lambda_0 = 632,8nm$ داخل تجويف ليزري طوله $L = 30cm$، علماً أن عرض الخط الطيفي الليزري $\Delta\upsilon_{gain} = 1,5GHz$، وقرينة انكسار التجويف الليزري $n \simeq 1$ ويعمل الليزر بالنمط (mode) العرضي TEM_{34}، والمطلوب حساب ما يلي:

1- التردد (التواتر) المركزي υ_0 لليزر.
2- تردد الرنين υ_q للمود الخامس (الطولي) ضمن التجويف الليزري.
3- تباعد المودات الطولية $\Delta\upsilon$.
4- عدد المودات الطولية N الممكنة ضمن عرض الخط الطيفي.
5- تردد أول مود طولي υ_1 بعد التردد المركزي.
6- عدد البقع المضيئة في النمط العرضي TEM_{34}.

تُعطى الثوابت التالية:

$$h = 6,62.10^{-34}J.s \quad ، \quad c = 3.10^8 m.s^{-1}$$

ملاحظة: يُسمح باستخدام الآلة الحاسبة

طرطوس في 2025/10/22م

أستاذ المادة

أ. د. أنور الدويري

مكتبة A to Z

جامعة طرطوس — سلّم تصحيح مقرر فيزياء الليزر — الدرجة: 70
كلية العلوم — لطلاب السنة الرابعة فيزياء
قسم الفيزياء — الدورة التكميلية 2024-2025

السؤال الأول: (12 درجة)

1- الضخ الضوئي: يتم تشغيل مصباح الفلاش الذي يُصدر ضوءاً قوياً يحتوي على أطوال موجية تمتصها أيونات الكروم في الياقوت. (2)

2- الامتصاص وانتقال الطاقة: تمتص أيونات الكروم الطاقة وتنتقل من الحالة الأرضية إلى حالة طاقة عالية. (2)

3- الانتقال إلى الحالة شبه المستقرة: تنتقل الإلكترونات بسرعة إلى حالة شبه مستقرة وتبقى فيها لفترة قصيرة، مما يسمح بتجميع عدد كبير منها هناك. (2)

4- الانبعاث (الإصدار) القسري: عندما يصطدم فوتون بأيون في الحالة شبه المستقرة، فإنه يحفزه للعودة إلى الحالة الأرضية مع إصدار فوتون مطابق. (2)

5- تضخيم الضوء: الفوتونات المحفزة تتضاعف داخل التجويف البصري عبر الانعكاسات بين المرآتين. (2)

6- خروج الحزمة الليزرية: بعض الفوتونات تخرج من المرآة شبه العاكسة، مشكلة حزمة ليزر أحمر. (2)

السؤال الثاني: (18 درجة)

1) $\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8 \ m \cdot s^{-1}}{632,8 \cdot 10^{-9} \ m} = 4,74 \cdot 10^{14} \ s^{-1}$ (2) (1)

2) $E = h\nu = 6,62 \cdot 10^{-34} \ J.s \cdot 4,74 \cdot 10^{14} \ s^{-1}$ (2) (1)
$= 3,14 \cdot 10^{-19} \ J$

3) $N = \frac{P}{E} = \frac{5 \cdot 10^{-3} \ W}{3,14 \cdot 10^{-19} \ J} = 1,59 \cdot 10^{16} \ s^{-1}$ (2) (1)

4) $I = \frac{P}{A} = \frac{P}{\pi r^2} = \frac{5 \cdot 10^{-3} \ W}{3,14 (0,5 \cdot 10^{-3} \ m)^2} = 6,37 \ W.m^{-2}$ (2) (1)

5) $\frac{A_{21}}{B_{21}} = \frac{8\pi h}{\lambda^3} = \frac{8(3,14)\cdot 6,62\cdot 10^{-34}\ J.s}{(632,8\cdot 10^{-9}\ m)^3} = 66\cdot 10^{-15}\ J.s.m^{-3}$ (3) (1)

نلاحظ أن $A_{21} \ll B_{21}$ أي أن الإصدار المحرض أكبر بكثير من الإصدار التلقائي وهذا يعني أن كفاءة الليزر عالية جداً. (2)

السؤال الثالث: (15 نقطة)

1) $P = \frac{E_{Pulse}}{A} = \frac{0,5\ J}{\pi(\frac{d}{2})^2} = 2,83\cdot 10^5\ J.m^{-2}$ (3) (3)

2) $I = \frac{P}{\Delta t} = \frac{2,83\cdot 10^5\ J.m^{-2}}{10\cdot 10^{-9}\ s} = 2,83\cdot 10^{13}\ W.m^{-2}$ (2) (1)

3) $P = \frac{2I}{C} = \frac{2\cdot 2,83\cdot 10^{13}\ W.m^{-2}}{3\cdot 10^8\ m.s^{-1}} = 1,89\cdot 10^5\ N.m^{-2}$ (2) (1)

4) $P = \frac{I}{C} = \frac{2,83\cdot 10^{13}\ W.m^{-2}}{3\cdot 10^8\ m.s^{-1}} = 0,945\cdot 10^5\ N.m^{-2}$ (2) (1)

السؤال الرابع: (25 نقطة)

1) $\nu_0 = \frac{c}{\lambda_0} = \frac{3\cdot 10^8\ m.s^{-1}}{632,8\cdot 10^{-9}\ m} = 4,74\cdot 10^{14}\ Hz$ (3) (1)

2) $\nu_q = \frac{qc}{2L} = \frac{5\cdot 3\cdot 10^8\ m.s^{-1}}{2\cdot 30\cdot 10^{-2}\ m} = 2,5\cdot 10^9\ Hz$ (3) (3)

3) $\Delta\nu = \frac{c}{2L} = \frac{3\cdot 10^8\ m.s^{-1}}{2\cdot 30\cdot 10^{-2}\ m} = 0,5\cdot 10^9\ Hz = 0,5\ GHz$ (3) (1)

4) $N = \frac{\Delta\nu_{gain}}{\Delta\nu} = \frac{1,5\ GHz}{0,5\ GHz} = 3$ (3) (3)

5) $\nu_1 = \nu_0 + \Delta\nu = 4,74\cdot 10^{14}\ Hz + 0,5\cdot 10^9\ Hz = 4,740005\cdot 10^{14}\ Hz$ (3)

6) $N = (m+1)(n+1) = (3+1)(4+1) = 20$, $m=3, n=4$ (2)

طرطوس في 2025/10/22

أستاذ المادة

أ.د. أنور الدوري

مكتبة أنور

جامعة طرطوس
كليـــــة العلوم
قسم الفيزيـــاء

أسئلة مقرر فيـــزياء الليـــــزر
لطلاب السنة الرابعـــــة فيزيـــاء
الدورة الفصلية الثانية 2024- 2025

الاسم:
الدرجة: 70
المدة: ساعتان

أجب عن جميع الأسئلة التالية:

السؤال الأول: (15 درجة)

ما هي أنواع الليزرات حسب المادة الفعّالة و حسب طبيعة التشغيل و حسب سويات الطاقة، ثمَّ اكتب المعادلة المعبّرة عن جوهر تشغيل الليزر، ثمَّ بيّن لماذا يُستخدم $Q-switching$ في الليزر.

السؤال الثاني: (10 درجات)

يعمل ليزر $Nd:YAG$ عند الطول الموجي $\lambda=1064nm$ والقدرة الإشعاعية له $P=0,5W$ وزمن مكوث الفوتون في النمط (mode) يساوي $\tau_m=10ns$ ، والمطلوب حساب:

1- متوسط عدد الفوتونات $\bar{n}$ في هذا النمط داخل التجويف الليزري.
2- نسبة احتمال الإصدار القسري إلى الإصدار التلقائي W/A وماذا تستنتج؟.

السؤال الثالث: (15 درجة)

يُصدر ليزر $Nd:YAG$ نبضة واحدة بطول موجي $\lambda=1064nm$ وطاقتها الكلية $E_{pulse}=0,5J$ يتركز هذا الشعاع على بقعة دائرية قطرها $d=1,5mm$ عند سطح هدف معين، وزمن النبضة $\Delta t=10ns$ والمطلوب حساب:

1- كثافة طاقة النبضة الليزرية ρ على سطح الهدف مقدرة ب $J.m^{-2}$.
2- شدة النبضة الليزرية I مقدرة ب $W.m^{-2}$.
3- الضغط الإشعاعي اللحظي P على سطح عاكس تماماً مقدراً ب $N.m^{-2}$.
4- الضغط الإشعاعي اللحظي P على سطح نافذ أو ماص تماماً للإشعاع الكهرطيسي مقدراً ب $N.m^{-2}$.

السؤال الرابع: (30 درجة)

يعمل ليزر هليوم نيون $(He-Ne)$ عند طول موجي مركزي $\lambda_0=632,8nm$ داخل تجويف ليزري طوله $L=30cm$ ، علماً أن عرض الخط الطيفي الليزري $\Delta\upsilon_{gain}=1,5GHz$ ، وقرينة انكسار التجويف الليزري $n\simeq 1$ ويعمل الليزر بالنمط (mode) العرضي TEM_{10} ، والمطلوب حساب ما يلي:

1- التردد (التواتر) المركزي υ_0 لليزر.
2- تردد الرنين υ_q للمود الخامس (الطولي) ضمن التجويف الليزري.
3- تباعد المودات الطولية $\Delta\upsilon$.
4- عدد المودات الطولية N الممكنة ضمن عرض الخط الطيفي.
5- تردد أول مود طولي υ_1 بعد التردد المركزي.
6- عدد البقع المضيئة في النمط العرضي TEM_{10}.
7- لتكن لدينا الأنماط العرضية الموضحة كما في الشكل المجاور:
أكتب صيغة هذه الأنماط TEM_{mn} بالترتيب من اليسار إلى اليمين.

(1) (2) (3) (4)

تُعطى الثوابت التالية:

$h=6,62.10^{-34}J.s$ ، $c=3.10^8m.s^{-1}$

ملاحظة: يُسمح باستخدام الآلة الحاسبة

طرطوس في 2025/8/17م

أستاذ المادة
أ. د. أنور الدويري

جامعة طرطوس
كلية العلوم
قسم الفيزياء

سلّم تصحيح مقرر فيزياء الليزر
لطلاب السنة الرابعة فيزياء
الدورة الفصلية الثانية 2024-2025

الدرجة: سبعون

السؤال الأول: (15 درجة)

حسب المادة الفعالة: ليزر الحالة الصلبة (1)، ليزر الغاز (1)، ليزر الصبغة (1) أو السوائل، ليزر أشباه الموصلات (1) وليزر البلازما (1).

حسب طبيعة التشغيل: ليزر مستمر (CW) وليزر نبضي (PW) (2).

حسب سويات الطاقة: ليزر ثنائي سويات الطاقة، ليزر ثلاثي سويات الطاقة (3) وليزر رباعي سويات الطاقة.

معادلة جوهر تشغيل الليزر هي:

ليزر ← تضخيم الضوء ← إصدار قسري (3) ← انعكاس سكاني ← ضخ

يُستخدم Q-Switching من أجل إنتاج نبضات قصيرة جداً وعالية الطاقة من شعاع الليزر. (2)

السؤال الثاني: (10 درجات)

1- يعطى متوسط عدد الفوتونات في النبض بالعلاقة:

$$\bar{n} = \frac{P \cdot \tau_m}{h\nu} \quad (2)$$

لذلك يجب حساب التردد ν كما يلي:

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3.10^{8}\ m.s^{-1}}{1064.10^{-9}\ m} = 2,82.10^{14}\ s^{-1} \quad (1)$$

نعوض في العلاقة:

$$\bar{n} = \frac{0,5\ J.s^{-1} \cdot 10.10^{-9}\ s}{6,62.10^{-34}\ J.s \cdot 2,82.10^{14}\ s^{-1}} = 2,67.10^{10} \quad (1)$$

وهو متوسط عدد الفوتونات داخل النبض أي حوالي 26,7 مليار فوتون. (1)

2- لدينا $\bar{n} = \frac{W}{A} = 26,7.10^{9} >> 1$ (2) (1)

أو $W >> A$ أي الإصدار التلقائي أصغر بكثير من (1) الإصدار القسري وبالتالي الليزر يعمل بكفاءة ممتازة. (1)

السؤال الثالث: (15 نقطة)

1) $P = \frac{E_{pulse}}{A} \overset{(3)}{=} \frac{0,5\,J}{\pi(\frac{d}{2})^2} \overset{(2)}{=} \frac{0,5\,J}{\pi(\frac{1,5}{2}\cdot 10^{-3}m)^2} = 2,83.10^{5}\,J.m^{-2}$

2) $I = \frac{P}{\Delta t} \overset{(2)}{=} \frac{2,83.10^{5}\,J.m^{-2}}{10.10^{-9}\,s} \overset{(2)}{=} 2,83.10^{13}\,W.m^{-2}$

3) $P = \frac{2I}{C} \overset{(2)}{=} \frac{2.2,83.10^{13}\,W.m^{-2}}{3.10^{8}\,m.s^{-1}} \overset{(1)}{=} 1,89.10^{5}\,N.m^{-2}$

4) $P = \frac{I}{C} \overset{(2)}{=} \frac{2,83.10^{13}\,W.m^{-2}}{3.10^{8}\,m.s^{-1}} \overset{(1)}{=} 0,945.10^{5}\,N.m^{-2}$

السؤال الرابع: (30 نقطة)

1) $\nu_0 \overset{(2)}{=} \frac{c}{\lambda_0} = \frac{3.10^{8}\,m.s^{-1}}{632,8.10^{-9}\,m} \overset{(2)}{=} 4,74.10^{14}\,Hz$

2) $\nu_q \overset{(2)}{=} \frac{qc}{2L} = \frac{5.3.10^{8}\,m.s^{-1}}{2.30.10^{-2}m} \overset{(3)}{=} 2,5.10^{9}\,Hz$

3) $\Delta\nu \overset{(2)}{=} \frac{c}{2L} = \frac{3.10^{8}\,m.s^{-1}}{2.30.10^{-2}m} \overset{(2)}{=} 0,5.10^{9}\,Hz = 0,5\,GHz$

4) $N \overset{(2)}{=} \frac{\Delta\nu_{gain}}{\Delta\nu} = \frac{1,5\,GHz}{0,5\,GHz} \overset{(3)}{=} 3$

5) $\nu_1 \overset{(2)}{=} \nu_0 + \Delta\nu = 4,74.10^{14}\,Hz + 0,5.10^{9}\,Hz \overset{(2)}{=} 4,740005.10^{14}\,Hz$

6) $N \overset{(2)}{=} (m+1)(n+1) = (1+1)(0+1) \overset{(2)}{=} 2$, $m=1$, $n=0$

7) 1) TEM_{33} $^{(1)}$, 2) TEM_{43} $^{(1)}$, 3) TEM_{53} $^{(1)}$, 4) TEM_{63} $^{(1)}$

طرطوس في 2025/8/17

أستاذ المادة

أ.د. أنور الدوري

مكتبة A to Z