

一、选择题：

1、梅曼（Theodore H. Maiman）于 1960 年发明了世界上第一台激光器——红宝石激光器，其波长为 694.3nm。其频率为

A: $4.74 \times 10^{14} \text{Hz}$ B: $4.32 \times 10^{14} \text{Hz}$ C: $3.0 \times 10^{14} \text{Hz}$

2、下列说法错误的是：

A: 光子的某一运动状态只能定域在一个相格中，但不能确定它在相格内部的对应位置

B: 微观粒子的坐标和动量不能同时准确测定

C: 微观粒子在相空间对应着一个点

3、为了增大光源的空间相干性，下列说法错误的是：

A: 采用光学滤波来减小频带宽度

B: 靠近光源

C: 缩小光源线度

4、相干光强取决于：

A: 所有光子的数目 B: 同一模式内光子的数目

C: 以上说法都不对

5、中国第一台激光器——红宝石激光器于 1961 年被发明制造出来。其波长为

A: 632.8nm B: 694.3nm C: 650nm

6、光子的某一运动状态只能定域在一个相格中，这说明了

A: 光子运动的连续性 B: 光子运动的不连续性 C: 以上说法都不对

7、由两个全反射镜组成的稳定光学谐振腔腔长为 L ，腔内振荡光的中心波长为 λ 。求该光的波长带宽 $\Delta\lambda$ 的近似值。

提示：光束被完全约束在谐振腔内，可近似认为光子的位置不确定量就是腔长。

A: $\Delta\lambda = \frac{\lambda^2}{L}$ B: $\Delta\lambda = \frac{L^2}{\lambda}$ C: $\Delta\lambda = \frac{\lambda}{L}$

8、在 2cm^3 的空腔内存在着带宽为 $1 \times 10^{-4} \mu\text{m}$ 、波长为 $0.5 \mu\text{m}$ 的自发辐射光。求此光的频带范围。

A: 120GHz B: $3 \times 10^{18} \text{Hz}$

9、题目同 8，在此频带宽度范围内，腔内存在的模式数？

A: 2×10^{18} B: 8×10^{10}

10、已知光子的波长 $0.5 \mu\text{m}$ ，单色性 $\Delta\lambda/\lambda = 10^{-7}$ ，求光子位置的不确定量 Δx ？

A: 5mm B: 50mm C: 5m

11、谁提出的理论奠定了激光的理论基础？

A: 汤斯 B: 肖洛 C: 爱因斯坦 D: 梅曼

12、氢原子 3p 态的简并度为

A: 2 B: 10 C: 6

13、原子最低的能量状态叫什么？

A: 激发态 B: 亚稳态 C: 基态

14、热平衡状态下粒子数的正常分布为：

A: 处于低能级上的粒子数总是等于高能级上的粒子数

B: 处于低能级上的粒子数总是少于高能级上的粒子数

C: 处于低能级上的粒子数总是多于高能级上的粒子数

15、热平衡状态下各能级粒子数服从：

A: 高斯分布 B: 玻尔兹曼分布 C: 正弦分布

16、以下关于黑体辐射正确的说法是：

A: 辐射的能量是连续的

B: 黑体一定是黑色的

C: 辐射能量以 $h\nu$ 为单位

17、对热辐射实验现象的研究导致了？

A: 德布罗意的物质波假说 B: 爱因斯坦的光电效应

C: 普朗克的辐射的量子论

18、下列哪个物理量只与原子的性质有关

A: 受激辐射跃迁几率 B: 自发跃迁几率 C: 受激吸收跃迁几率

19、下列哪个物理量不仅与原子的性质有关，还与场的性质有关：

A: 自发跃迁几率 B: 受激吸收跃迁几率

C: 受激辐射跃迁爱因斯坦系数

20、以下说法正确的是：

A: 受激辐射光和自发辐射光都是相干的

B: 受激辐射光和自发辐射光都是非相干的

C: 受激辐射光是非相干的，自发辐射光是相干的

D: 受激辐射光是相干的，自发辐射光是非相干的

21、判断下列说法正确与否：普通光源在红外和可见光波段实际上是非相干光源。

A: 错误 B: 正确

22、激光的最初的中文名为“镭射”、“莱塞”，是它的英文名称 LASER 的音译，1964 年按照我国著名科学家钱学森的建议将“光受激发射”改称“激光”。激光的本质是：

A: 光的自发辐射放大 B: 光的受激辐射放大

23、以下说法正确的是：

- A: 集居数反转分布时, 处于低能级上的粒子数等于高能级上的粒子数
- B: 当实现集居数反转分布时, 可在谐振腔中产生激光振荡
- C: 集居数反转分布时, 处于低能级上的粒子数多于高能级上的粒子数
- D: 集居数反转分布时, 处于低能级上的粒子数少于高能级上的粒子数

24、增益系数的国际制单位为:

- A: m B: 无量纲 C: mm D: 1/m

25、以下说法不正确的是:

- A: 用开放式谐振腔代替封闭谐振腔是激光器的一个突破
- B: 用原子中束缚电子的受激辐射光放大代替自由电子对电磁波的放大, 是另一个突破
- C: 集居数反转分布是实现激光振荡的充要条件
- D: 集居数反转分布是实现激光振荡的必要条件

26、激光产生的内因是

- A: 泵浦源 B: 工作物质 C: 谐振腔 D: 冷却系统

27、损耗系数与增益系数的单位是相同的, 该说法?

- A: 正确 B: 错误

28、激光器由_____和谐振腔两部分组成。

- A: 光放大器 B: 工作物质

29、激光器的阈值条件为:

- A: 增益大于损耗 B: 小信号增益系数大于损耗系数

30、以下说法不正确的是:

- A: 损耗系数定义为光通过单位距离后光强衰减的百分数
- B: 激光器谐振腔可保证激光器单模(或少数轴向模)振荡
- C: 激光器维持稳定的振荡时, I_m 不但与放大器本身的参数有关, 还与初始光强有关
- D: 激光器谐振腔对轴向光波模有反馈作用

31、激光的空间相干性和方向性都与什么相联系?

- A: 纵模结构 B: 横模结构 C: 镜面的大小

32、激光的性质包括单色性、方向性、相干性和_____。

- A: 高能量 B: 高强度 C: 高亮度

33、以下说法不正确的是:

- A: 激光器频带越窄, 说明单色性越好, 相干时间越长
- B: 为了提高激光器的空间相干性, 应限制激光器工作在单横模
- C: 激光器多横模意味着方向性变差
- D: 激光的方向性越好, 它的空间相干性程度就越低

34、以下说法正确的是：

- A: 激光器光束发散角可以无限制地压缩
- B: 气体激光器比固体激光器的方向性差
- C: 气体激光器比固体激光器的单色性好
- D: 太阳表面的光是世界上最亮的光

35、第一台激光器是谁发明的？

- A: 爱因斯坦
- B: 汤斯
- C: 梅曼
- D: 肖洛

36、 $1\mu\text{m}$ 光子有多大能量？

- A: 1eV
- B: 12.4eV
- C: 1.24eV

37、为使 He-Ne 激光器的相干长度达到 L_c ，它的单色性 $\Delta\lambda/\lambda_0$ 应是多少？

从以下选项中进行选择：

A: $\frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = \frac{c}{\Delta\nu} = \frac{L_c}{\lambda_0}$ B: $\frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = \frac{\frac{\Delta\nu}{\nu_0} \cdot \lambda_0}{\lambda_0} = \frac{\Delta\nu}{\nu_0} = \frac{\lambda_0}{L_c}$

38、设空腔是边长为 a 的立方体。写出可在腔内存在的电磁波的频率的表达式（提示：

$k^2 = k_x^2 + k_y^2 + k_z^2$ ）

A: $\nu = \frac{c}{a} \sqrt{m^2 + n^2 + q^2}$

B: $\nu = \frac{c}{4a} \sqrt{m^2 + n^2 + q^2}$

C: $\nu = \frac{c}{2a} \sqrt{m^2 + n^2 + q^2}$

39、由两个全反射镜组成的稳定光学谐振腔腔长为 0.5m，腔内振荡光的中心波长为 632.8nm。

求该光的波长带宽 $\Delta\lambda$ 的近似值。

- A: 0.5m
- B: 632.8nm
- C: 8.01pm
- D: 801fm

40、在红宝石 Q 调制激光器中，有可能将几乎全部 Cr^{3+} 离子激发到激光上能级并产生激光巨脉冲。设红宝石棒直径 1cm，长度 7.5cm， Cr^{3+} 离子浓度为 $2 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ ，巨型脉冲宽度为 10ns，求输出激光的最大能量和脉冲功率（红宝石激光器为三能级系统，波长取 694.3nm）。

红宝石晶体中 Cr^{3+} 离子数目为：

- A: 4.72×10^{20}
- B: 1.18×10^{20}

41、题目同 40，激光的最大能量为：

- A: 33.7J
- B: 16.8J
- C: 8.4J

42、题目同 40，脉冲功率为：

A: $3.37 \times 10^9 \text{W}$

B: $1.68 \times 10^9 \text{W}$

C: $8.4 \times 10^8 \text{W}$

43、某一分子的能级 E_4 到三个较低能级 E_1 、 E_2 和 E_3 的自发跃迁几率分别是 $A_{43}=5 \times 10^7 \text{s}^{-1}$ 、 $A_{42}=1 \times 10^7 \text{s}^{-1}$ 和 $A_{41}=3 \times 10^7 \text{s}^{-1}$ ，试求该分子能级的自发辐射寿命 τ_4 。

请选择：A: $1.11 \times 10^{-8} \text{s}$

B: $1.53 \times 10^{-7} \text{s}$

44、氢原子基态能量为 $E_1=-13.6 \text{eV}$ ，第一激发态能量为 $E_2=-3.4 \text{eV}$ ， $t=20^\circ \text{C}$ ，则 N_2/N_1 可能为 A: 0.1 B: 0 C: 0.01

45、以下说法正确的是：

A: LD（激光二极管）发出的光是相干的，LED（发光二极管）发出的光是相干的

B: LD（激光二极管）发出的光是非相干的，LED（发光二极管）发出的光是相干的

C: LD（激光二极管）发出的光是非相干的，LED（发光二极管）发出的光是非相干的

D: LD（激光二极管）发出的光是相干的，LED（发光二极管）发出的光是非相干的

二、简答题：

1、LASER 英文名称的含义是什么？激光是何时发明的？

2、激光的基本特性是什么？

3、激光器主要由哪些部分组成？各部分的作用是什么？

4、什么是黑体辐射？写出 Planck 公式，并说明它的物理意义。

5、什么是光波模式和光子态？

6、如何理解光的相干性？何谓相干时间、相干长度、相干面积和相干体积？

7、什么是光子简并度？

8、激光的基本物理基础是什么？

9、描述能级的光学跃迁的三大过程，并写出它们的特征和跃迁几率。

10、爱因斯坦系数有哪些？他们之间的关系是什么？

11、什么是热平衡时能级粒子数的分布？

12、产生激光的必要条件是什么？

13、什么是粒子数反转？如何实现粒子数反转？

14、如何定义激光增益？什么是小信号增益？什么是增益饱和？（可结合第章内容）

15、什么是自激振荡？产生激光振荡的条件是什么？

16、如何理解激光的空间相干性与方向性？如何理解激光的时间相干性？如何理解激光的相干光强？

三、计算题

1、为使 He-Ne 激光器的相干长度达到 1km，它的单色性 $\Delta\lambda/\lambda_0$ 应是多少？

2、如果激光器和微波激励器分别在 $\lambda=10\mu\text{m}$ 、 $\lambda=500\text{nm}$ 和 $\nu=3000\text{MHz}$ 输出 1W 连续功率，问每秒从激光上能级向下能级跃迁的粒子数是多少？

3、设一对激光能级为 E_2 和 E_1 ($f_1=f_2$)，相应的频率为 ν (波长为 λ)，能级上的粒子数密度分别为 n_2 和 n_1 ，求：

(a) 当 $\nu=3000\text{MHz}$ ， $T=300\text{K}$ 时， $n_2/n_1=?$

(b) 当 $\lambda=1\mu\text{m}$ ， $T=300\text{K}$ 时， $n_2/n_1=?$

(c) 当 $\lambda=1\mu\text{m}$, $n_2/n_1=0.1$ 时, 温度 $T=?$

4、在红宝石 Q 调制激光器中, 有可能将几乎全部 Cr^{3+} 离子激发到激光上能级并产生激光巨脉冲。设红宝石棒直径 1cm , 长度 7.5cm , Cr^{3+} 离子浓度为 $2\times 10^{19}\text{cm}^{-3}$, 巨型脉冲宽度为 10ns , 求输出激光的最大能量和脉冲功率 (注意: 红宝石晶体为三能级系统)。

5、试证明, 由于自发辐射, 原子在 E_2 能级的平均寿命 $\tau_s=1/A_{21}$ 。

6、某一分子的能级 E_4 到三个较低能级 E_1 、 E_2 和 E_3 的自发跃迁几率分别是 $A_{43}=5\times 10^7\text{s}^{-1}$ 、 $A_{42}=1\times 10^7\text{s}^{-1}$ 和 $A_{41}=3\times 10^7\text{s}^{-1}$, 试求该分子能级的自发辐射寿命 τ_4 。若 $\tau_1=5\times 10^7\text{s}^{-1}$, $\tau_2=6\times 10^{-9}\text{s}$, $\tau_3=1\times 10^{-8}\text{s}$, 在对 E_4 连续激发并达到稳态时, 试求相应能级上的粒子数比值 n_1/n_4 , n_2/n_4 , n_3/n_4 , 并回答这时在哪两个能级间实现了集居数反转。

7、证明当每个模内的平均光子数 (光子简并度) 大于 1 时, 辐射光中受激辐射占优势。

8、(1) 一质地均匀的材料对光的吸收系数为 0.01mm^{-1} , 光通过 10cm 长的该材料后, 出射光强为入射光强的百分之几? (2) 一光束通过长度为 1m 的均匀激励的工作物质, 如果出射光强是入射光强的两倍, 试求该物质的增益系数。

9、有一台输出波长为 632.8nm 、线宽 $\Delta\nu_s$ 为 1kHz 、输出功率 P 为 1mW 的单模 He-Ne 激光器。如果输出光束直径是 1mm , 发散角 θ_0 为 0.714mrad 。试问:

(1) 每秒发出的光子数目 N_0 是多少?

(2) 该激光束的单色亮度是多少?

(3) 对一个黑体来说, 要求它从相等的面积上和相同的频率间隔内, 每秒发射出的光子数达到与上述激光器相同水平时, 所需温度应多高?