

近代物理复习题

一、选择题

1、8015

有下列几种说法：

- (1) 所有惯性系对物理基本规律都是等价的.
- (2) 在真空中, 光的速度与光的频率、光源的运动状态无关.
- (3) 在任何惯性系中, 光在真空中沿任何方向的传播速率都相同.

若问其中哪些说法是正确的, 答案是

- (A) 只有(1)、(2)是正确的.
- (B) 只有(1)、(3)是正确的.
- (C) 只有(2)、(3)是正确的.
- (D) 三种说法都是正确的. []

2、4716

有一直尺固定在 K' 系中, 它与 Ox' 轴的夹角 $\theta' = 45^\circ$, 如果 K' 系以匀速度沿 Ox 方向相对于 K 系运动, K 系中观察者测得该尺与 Ox 轴的夹角

- (A) 大于 45° .
- (B) 小于 45° .
- (C) 等于 45° .
- (D) 当 K' 系沿 Ox 正方向运动时大于 45° , 而沿 Ox 负方向运动时小于 45° . []

3、4359

(1)对某观察者来说, 发生在某惯性系中同一地点、同一时刻的两个事件, 对于相对该惯性系作匀速直线运动的其它惯性系中的观察者来说, 它们是否同时发生?

(2)在某惯性系中发生于同一时刻、不同地点的两个事件, 它们在其它惯性系中是否同时发生?

关于上述两个问题的正确答案是:

- (A) (1)同时, (2)不同时.
- (B) (1)不同时, (2)同时.
- (C) (1)同时, (2)同时.
- (D) (1)不同时, (2)不同时. []

4、4174

某核电站年发电量为 100 亿度, 它等于 $36 \times 10^{15} \text{ J}$ 的能量, 如果这是由核材料的全部静止能转化产生的, 则需要消耗的核材料的质量为

- (A) 0.4 kg.
- (B) 0.8 kg.
- (C) $(1/12) \times 10^7 \text{ kg}$.
- (D) $12 \times 10^7 \text{ kg}$. []

5、4723

质子在加速器中被加速, 当其动能为静止能量的 4 倍时, 其质量为静止质量的

- (A) 4 倍.
- (B) 5 倍.
- (C) 6 倍.
- (D) 8 倍. []

6、4498

一个电子运动速度 $v = 0.99c$, 它的动能是: (电子的静止能量为 0.51 MeV)

- (A) 4.0 MeV.
- (B) 3.5 MeV.
- (C) 3.1 MeV.
- (D) 2.5 MeV. []

7、4724

α 粒子在加速器中被加速, 当其质量为静止质量的 3 倍时, 其动能为静止能量的

- (A) 2 倍.
- (B) 3 倍.
- (C) 4 倍.
- (D) 5 倍. []

8、4174

某核电站年发电量为 100 亿度,它等于 $36 \times 10^{15} \text{ J}$ 的能量,如果这是由核材料的全部静止能转化产生的,则需要消耗的核材料的质量为

- (A) 0.4 kg. (B) 0.8 kg.
(C) $(1/12) \times 10^7 \text{ kg}$. (D) $12 \times 10^7 \text{ kg}$. []

9、4182

用频率为 ν_1 的单色光照射某种金属时,测得饱和电流为 I_1 ,以频率为 ν_2 的单色光照射该金属时,测得饱和电流为 I_2 ,若 $I_1 > I_2$,则

- (A) $\nu_1 > \nu_2$. (B) $\nu_1 < \nu_2$.
(C) $\nu_1 = \nu_2$. (D) ν_1 与 ν_2 的关系还不能确定. []

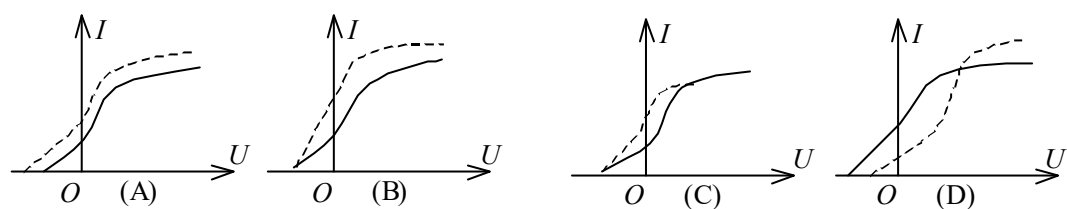
10、4607

当照射光的波长从 4000 \AA 变到 3000 \AA 时,对同一金属,在光电效应实验中测得的遏止电压将:

- (A) 减小 0.56 V. (B) 减小 0.34 V.
(C) 增大 0.165 V. (D) 增大 1.035 V. []
(普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, 基本电荷 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$)

11、4386

以一定频率的单色光照射在某种金属上,测出其光电流曲线在图中用实线表示,然后保持光的频率不变,增大照射光的强度,测出其光电流曲线在图中用虚线表示.满足题意的图是 []



12、4383

用频率为 ν 的单色光照射某种金属时,逸出光电子的最大动能为 E_K ;若改用频率为 2ν 的单色光照射此种金属时,则逸出光电子的最大动能为:

- (A) $2 E_K$. (B) $2h\nu - E_K$.
(C) $h\nu - E_K$. (D) $h\nu + E_K$. []

13、0507

已知用光照的办法将氢原子基态的电子电离,可用的最长波长的光是 913 \AA 的紫外光,那么氢原子从各受激态跃迁至基态的赖曼系光谱的波长可表示为:

- (A) $\lambda = 913 \frac{n-1}{n+1} \text{ \AA}$. (B) $\lambda = 913 \frac{n+1}{n-1} \text{ \AA}$.
(C) $\lambda = 913 \frac{n^2+1}{n^2-1} \text{ \AA}$. (D) $\lambda = 913 \frac{n^2}{n^2-1} \text{ \AA}$. []

14、4190

要使处于基态的氢原子受激发后能发射赖曼系(由激发态跃迁到基态发射的各谱线组成的谱线系)的最长波长的谱线,至少应向基态氢原子提供的能量是

- (A) 1.5 eV. (B) 3.4 eV.
(C) 10.2 eV. (D) 13.6 eV. []

15、4198

根据玻尔理论,氢原子中的电子在 $n=4$ 的轨道上运动的动能与在基态的轨道上运动的

动能之比为

- (A) $1/4$. (B) $1/8$.
(C) $1/16$. (D) $1/32$. []

16、4619

按照玻尔理论, 电子绕核作圆周运动时, 电子的动量矩 L 的可能值为

- (A) 任意值. (B) nh , $n = 1, 2, 3, \dots$
(C) $2\pi nh$, $n = 1, 2, 3, \dots$ (D) $nh/(2\pi)$, $n = 1, 2, 3, \dots$ []

17、4770

如果两种不同质量的粒子, 其德布罗意波长相同, 则这两种粒子的

- (A) 动量相同. (B) 能量相同.
(C) 速度相同. (D) 动能相同. []

18、4206

静止质量不为零的微观粒子作高速运动, 这时粒子物质波的波长 λ 与速度 v 有如下关系:

- (A) $\lambda \propto v$. (B) $\lambda \propto 1/v$.
(C) $\lambda \propto \sqrt{\frac{1}{v^2} - \frac{1}{c^2}}$. (D) $\lambda \propto \sqrt{c^2 - v^2}$. []

19、4428

已知粒子在一维矩形无限深势阱中运动, 其波函数为:

$$\psi(x) = \frac{1}{\sqrt{a}} \cdot \cos \frac{3\pi x}{2a}, \quad (-a \leq x \leq a)$$

那么粒子在 $x = 5a/6$ 处出现的概率密度为

- (A) $1/(2a)$. (B) $1/a$.
(C) $1/\sqrt{2a}$. (D) $1/\sqrt{a}$. []

20、5619

波长 $\lambda = 5000 \text{ \AA}$ 的光沿 x 轴正向传播, 若光的波长的不确定量 $\Delta\lambda = 10^{-3} \text{ \AA}$, 则利用不确定关系式 $\Delta p_x \Delta x \geq h$ 可得光子的 x 坐标的不确定量至少为

- (A) 25 cm . (B) 50 cm .
(C) 250 cm . (D) 500 cm . []

二、填空题

21、8016

有一速度为 u 的宇宙飞船沿 x 轴正方向飞行, 飞船头尾各有一个脉冲光源在工作, 处于船尾的观察者测得船头光源发出的光脉冲的传播速度大小为 _____; 处于船头的观察者测得船尾光源发出的光脉冲的传播速度大小为 _____.

22、8017

当惯性系 S 和 S' 的坐标原点 O 和 O' 重合时, 有一点光源从坐标原点发出一光脉冲, 在 S 系中经过一段时间 t 后 (在 S' 系中经过时间 t'), 此光脉冲的球面方程 (用直角坐标系) 分别为:

S 系 _____; S' 系 _____.

23、4166

一观察者测得一沿米尺长度方向匀速运动着的米尺的长度为 0.5 m . 则此米尺以速度 $v =$ _____ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 接近观察者.

24、4165

π^+ 介子是不稳定的粒子, 在它自己的参照系中测得平均寿命是 $2.6 \times 10^{-8} \text{ s}$, 如果它相对于实验室以 $0.8c$ (c 为真空中光速) 的速率运动, 那么实验室坐标系中测得的 π^+ 介子的寿命是

_____ s.

25、4733

已知一静止质量为 m_0 的粒子，其固有寿命为实验室测量到的寿命的 $1/n$ ，则此粒子的动能是_____.

26、4728

狭义相对论中，一质点的质量 m 与速度 v 的关系式为_____；其动能的表达式为_____.

27、4499

(1) 在速度 $v =$ _____ 情况下粒子的动量等于非相对论动量的两倍.

(2) 在速度 $v =$ _____ 情况下粒子的动能等于它的静止能量.

28、4730

α 粒子在加速器中被加速，当其质量为静止质量的 5 倍时，其动能为静止能量的_____倍.

29、4179

光子波长为 λ ，则其能量=_____；动量的大小 =_____；质量 =_____.

30、4184

已知钾的逸出功为 2.0 eV，如果用波长为 3.60×10^{-7} m 的光照射在钾上，则光电效应的遏止电压的绝对值 $|U_a| =$ _____. 从钾表面发射出电子的最大速度 $v_{\max} =$ _____. ($h = 6.63 \times 10^{-34}$ J·s, $1\text{eV} = 1.60 \times 10^{-19}$ J, $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$ kg)

31、4391

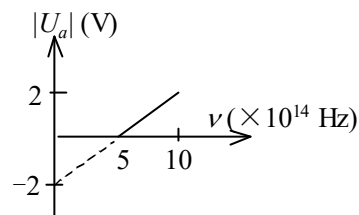
当波长为 300 nm ($1\text{ nm} = 10^{-9}$ m) 的光照射在某金属表面时，光电子的动能范围为 $0 \sim 4.0 \times 10^{-19}$ J. 此时遏止电压为 $|U_a| =$ _____ V；红限频率 $\nu_0 =$ _____ Hz. (普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34}$ J·s, 基本电荷 $e = 1.60 \times 10^{-19}$ C)

32、4742

某金属产生光电效应的红限为 ν_0 ，当用频率为 ν ($\nu > \nu_0$) 的单色光照射该金属时，从金属中逸出的光电子(质量为 m) 的德布罗意波长为_____.

33、4389

在光电效应实验中，测得某金属的遏止电压 $|U_a|$ 与入射光频率 ν 的关系曲线如图所示，由此可知该金属的红限频率 $\nu_0 =$ _____ Hz；逸出功 $A =$ _____ eV.



34、4740

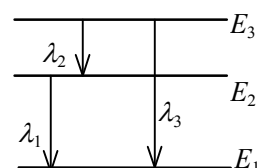
在 X 射线散射实验中，散射角为 $\phi_1 = 45^\circ$ 和 $\phi_2 = 60^\circ$ 的散射光波长改变量之比 $\Delta\lambda_1 : \Delta\lambda_2 =$ _____.

35、4756

氢原子从能量为 -0.85 eV 的状态跃迁到能量为 -3.4 eV 的状态时，所发射的光子能量是_____ eV，这是电子从 $n =$ _____ 的能级到 $n = 2$ 的能级的跃迁.

36、4201

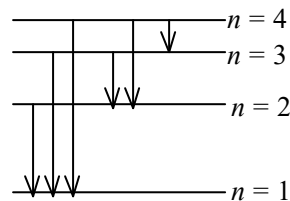
图示被激发的氢原子跃迁到低能级时(图中 E_1 不是基态能级)，可发出波长为 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 的辐射，其频率 ν_1 、 ν_2 和 ν_3 满足关系式_____；三个波长满足关系式_____.



37、4754

氢原子的部分能级跃迁示意图. 在这些能级跃迁中,
(1) 从 $n = \underline{\hspace{1cm}}$ 的能级跃迁到 $n = \underline{\hspace{1cm}}$ 的能级时所发射的光子的波长最短;

(2) 从 $n = \underline{\hspace{1cm}}$ 的能级跃迁到 $n = \underline{\hspace{1cm}}$ 的能级时所发射的光子的频率最小.



38、4207

令 $\lambda_c = h/(m_e c)$ (称为电子的康普顿波长, 其中 m_e 为电子静止质量, c 为真空中光速, h 为普朗克常量). 当电子的动能等于它的静止能量时, 它的德布罗意波长是 $\lambda = \underline{\hspace{1cm}} \lambda_c$.

39、4524

静止质量为 m_e 的电子, 经电势差为 U_{12} 的静电场加速后, 若不考虑相对论效应, 电子的德布罗意波长 $\lambda = \underline{\hspace{1cm}}$.

40、4632

如果电子被限制在边界 x 与 $x + \Delta x$ 之间, $\Delta x = 0.5 \text{ \AA}$, 则电子动量 x 分量的不确定量近似地为 $\underline{\hspace{1cm}} \text{ kg} \cdot \text{m} / \text{s}$. (不确定关系式 $\Delta x \cdot \Delta p \geq h$, 普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$)

三、计算题

41、4366

在惯性系 S 中, 有两事件发生于同一地点, 且第二事件比第一事件晚发生 $\Delta t = 2\text{s}$; 而在另一惯性系 S' 中, 观测第二事件比第一事件晚发生 $\Delta t' = 3\text{s}$. 那么在 S' 系中发生两事件的地点之间的距离是多少?

42、5357

设有宇宙飞船 A 和 B , 固有长度均为 $l_0 = 100 \text{ m}$, 沿同一方向匀速飞行, 在飞船 B 上观测到飞船 A 的船头、船尾经过飞船 B 船头的的时间间隔为 $\Delta t = (5/3) \times 10^{-7} \text{ s}$, 求飞船 B 相对于飞船 A 的速度的大小.

43、4364

一艘宇宙飞船的船身固有长度为 $L_0 = 90 \text{ m}$, 相对于地面以 $v = 0.8c$ (c 为真空中光速) 的匀速度在地面观测站的上空飞过.

(1) 观测站测得飞船的船身通过观测站的时间间隔是多少?

(2) 宇航员测得船身通过观测站的时间间隔是多少?

44、4490

地球的半径约为 $R_0 = 6376 \text{ km}$, 它绕太阳的速率约为 $v = 30 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$, 在太阳参考系中测量地球的半径在哪个方向上缩短得最多? 缩短了多少? (假设地球相对于太阳系来说近似于惯性系)

45、4357

在 O 参考系中, 有一个静止的正方形, 其面积为 100 cm^2 . 观测者 O' 以 $0.8c$ 的匀速度沿正方形的对角线运动. 求 O' 所测得的该图形的面积.

46、4610

红限波长为 $\lambda_0 = 0.15 \text{ \AA}$ 的金属箔片置于 $B = 30 \times 10^{-4} \text{ T}$ 的均匀磁场中. 今用单色 γ 射线照射而释放出电子, 且电子在垂直于磁场的平面内作 $R = 0.1 \text{ m}$ 的圆周运动. 求 γ 射线的波长. (普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, 基本电荷 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$, 电子质量 $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$)

47、0521

实验发现基态氢原子可吸收能量为 12.75 eV 的光子.

(1) 试问氢原子吸收该光子后将被激发到哪个能级?

(2) 受激发的氢原子向低能级跃迁时, 可能发出哪几条谱线? 请画出能级图(定性), 并将这些跃迁画在能级图上.

48、4506

当电子的德布罗意波长与可见光波长($\lambda=5500 \text{ \AA}$)相同时, 求它的动能是多少电子伏特? (电子质量 $m_e=9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$, 普朗克常量 $h=6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, $1 \text{ eV}=1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$)

49、4525

已知第一玻尔轨道半径 a , 试计算当氢原子中电子沿第 n 玻尔轨道运动时, 其相应的德布罗意波长是多少?

50、4430

已知粒子在无限深势阱中运动, 其波函数为

$$\psi(x) = \sqrt{2/a} \sin(\pi x/a) \quad (0 \leq x \leq a)$$

求发现粒子的概率为最大的位置.

答案

一、选择题

1、D 2、A 3、A 4、A 5、B 6、C 7、A 8、A 9、D 10、D
11、B 12、D 13、D 14、C 15、C 16、D 17、A 18、C 19、A 20、C

二、填空题

21、8016

$$c \quad ; \quad c$$

22、8017

$$x^2 + y^2 + z^2 = c^2 t^2 ; \quad x'^2 + y'^2 + z'^2 = c^2 t'^2$$

23、4166

$$2.60 \times 10^8$$

24、4165

$$4.33 \times 10^{-8}$$

25、4733

$$m_0 c^2 (n-1)$$

26、4728

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-(v/c)^2}} \quad ; \quad E_K = mc^2 - m_0 c^2$$

27、4499

$$v = \sqrt{3}c/2 \quad ; \quad v = \sqrt{3}c/2$$

28、4730

$$4$$

29、4179

$$hc/\lambda \quad ; \quad h/\lambda \quad ; \quad h/(c\lambda)$$

30、4184

$$1.45 \text{ V} \quad ; \quad 7.14 \times 10^5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

31、4391

$$2.5 \quad ; \quad 4.0 \times 10^{14}$$

32、4742

$$\sqrt{\frac{h}{2m(v-v_0)}}$$

33、4389

$$5 \times 10^{14} ;$$

2

34、4740

$$0.586$$

35、4756

$$2.55$$

;

4

36、4201

$$v_3 = v_2 + v_1 ;$$

$$\frac{1}{\lambda_3} = \frac{1}{\lambda_2} + \frac{1}{\lambda_1}$$

37、4754

4

1;

4

3

38、4207

$$1/\sqrt{3}$$

39、4524

$$h/(2m_e e U_{12})^{1/2} \approx$$

40、4632

$$1.33 \times 10^{-23}$$

三、计算题

41、4366

解：令 S' 系与 S 系的相对速度为 v ，有

$$\Delta t' = \frac{\Delta t}{\sqrt{1 - (v/c)^2}}, \quad (\Delta t / \Delta t')^2 = 1 - (v/c)^2$$

$$\text{则} \quad v = c \cdot (1 - (\Delta t / \Delta t')^2)^{1/2} \quad (= 2.24 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1})$$

那么，在 S' 系中测得两事件之间距离为：

$$\Delta x' = v \cdot \Delta t' = c(\Delta t'^2 - \Delta t^2)^{1/2} = 6.72 \times 10^8 \text{ m}$$

42、5357

解：设飞船 A 相对于飞船 B 的速度大小为 v ，这也就是飞船 B 相对于飞船 A 的速度大小。在飞船 B 上测得飞船 A 的长度为

$$l = l_0 \sqrt{1 - (v/c)^2}$$

故在飞船 B 上测得飞船 A 相对于飞船 B 的速度为

$$v = l / \Delta t = (l_0 / \Delta t) \sqrt{1 - (v/c)^2}$$

$$\text{解得} \quad v = \frac{l_0 / \Delta t}{\sqrt{1 + (l_0 / c \Delta t)^2}} = 2.68 \times 10^8 \text{ m/s}$$

所以飞船 B 相对于飞船 A 的速度大小也为 $2.68 \times 10^8 \text{ m/s}$ 。

43、4364

解：(1) 观测站测得飞船船身的长度为

$$L = L_0 \sqrt{1 - (v/c)^2} = 54 \text{ m}$$

$$\text{则} \quad \Delta t_1 = L/v = 2.25 \times 10^{-7} \text{ s}$$

(2) 宇航员测得飞船船身的长度为 L_0 ，则

$$\Delta t_2 = L_0/v = 3.75 \times 10^{-7} \text{ s}$$

44、4490

答：在太阳参照系中测量地球的半径在它绕太阳公转的方向缩短得最多。

$$R = R_0 \sqrt{1 - (v/c)^2}$$

其缩短的尺寸为：
$$\Delta R = R_0 - R = R_0(1 - \sqrt{1 - (v/c)^2}) \approx \frac{1}{2} R_0 v^2 / c^2$$

$$\Delta R = 3.2 \text{ cm}$$

45、4357

解：令 O 系中测得正方形边长为 a ，沿对角线取 x 轴正方向(如图)，则边长在坐标轴上投影的大小为

$$a_x = \frac{1}{2} \sqrt{2} a, \quad a_y = \frac{1}{2} \sqrt{2} a$$

面积可表示为：
$$S = 2a_y \cdot a_x$$

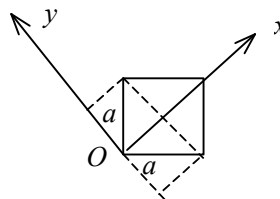
在以速度 v 相对于 O 系沿 x 正方向运动的 O' 系中

$$a'_x = a_x \sqrt{1 - (v/c)^2} = 0.6 \times \frac{1}{2} \sqrt{2} a$$

$$a'_y = a_y = \frac{1}{2} \sqrt{2} a$$

在 O' 系中测得的图形为菱形，其面积亦可表示为

$$S' = 2a'_y \cdot a'_x = 0.6a^2 = 60 \text{ cm}^2$$



46、4610

解：
$$h\nu = A + \frac{1}{2} m_e v^2 \quad (1)$$

$$e\nu B = m_e v^2 / R \quad (2)$$

$$A = hc / \lambda_0 \quad (3)$$

$$\lambda = c / \nu \quad (4)$$

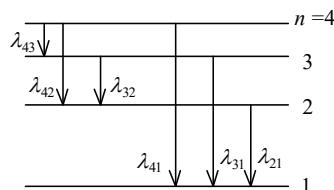
①，②，③，④式联立可求得

$$\lambda = \frac{\lambda_0}{1 + \lambda_0 (eBR)^2 / (2m_e hc)} = 0.137 \text{ \AA}$$

47、0521

解：(1)
$$\Delta E = Rhc(1 - \frac{1}{n^2}) = 13.6(1 - \frac{1}{n^2}) = 12.75 \text{ eV}$$

(2) 可以发出 λ_{41} 、 λ_{31} 、 λ_{21} 、 λ_{43} 、 λ_{42} 、 λ_{32} 六条谱线。能级图如图所示。



48、4506

解：
$$E_K = p^2 / (2m_e) = (h / \lambda)^2 / (2m_e) = 5.0 \times 10^6 \text{ eV}$$

49、4525

解：
$$\lambda = h / p = h / (mv)$$

因为若电子在第 n 玻尔轨道运动，其轨道半径和动量矩分别为

$$r_n = n^2 a \quad L = mvr_n = nh / (2\pi)$$

故
$$mv = h / (2\pi na)$$

得 $\lambda = h/(mv) = 2\pi na$

50、4430

解：先求粒子的位置概率密度

$$|\psi(x)|^2 = (2/a) \sin^2(\pi x/a) = (2/2a)[1 - \cos(2\pi x/a)]$$

当 $\cos(2\pi x/a) = -1$ 时， $|\psi(x)|^2$ 有最大值。在 $0 \leq x \leq a$ 范围内可得 $2\pi x/a = \pi$

$\therefore x = \frac{1}{2}a$.