

微信公众号：网盘计划

1.项目初衷

鉴于 (1) 哈工大各类 QQ 群内学习资料多且繁杂，而文件文字太多会导致文件被屏蔽或者降低 QQ 群信用星级；(2) 校内诚信复印和纸张记忆垄断；(3) 很多营销号在卖资料且售价很高；(4) 学长学姐的自编材料很好，还想分享给下一届；等问题，网盘计划应运而生！哈尔滨工业大学网盘计划旨在将窝工的各类学习资料进行归类整理，并且以网盘的形式发出来，历时三年，现已大成，自费扫描了上百份校内复印店试题文档和各类电子教材实验报告等，归类整理了 50 多个 G 的学习资料无偿分享给大家，如果您觉得网盘计划对您有帮助的话，可通过以下方式进行打赏。

推荐使用微信支付



QQ支付



2.网盘计划进度 (密码 1920)

网盘计划全文



微信公众号二维码



哈工大PPT模板 (密码1920)



腾讯自动屏蔽以上链接，请用浏览器扫一扫

(关注公众号“网盘计划”回复课程名称即可获取全部资源!!!)

01 力学

一、选择题

1. 0018: 某质点作直线运动的运动学方程为 $x=3t-5t^3+6$ (SI), 则该质点作

- (A) 匀加速直线运动, 加速度沿 x 轴正方向
(B) 匀加速直线运动, 加速度沿 x 轴负方向
(C) 变加速直线运动, 加速度沿 x 轴正方向
(D) 变加速直线运动, 加速度沿 x 轴负方向

[]

2. 5003: 一质点在平面上运动, 已知质点位置矢量的表示式为 $\vec{r} = at^2\vec{i} + bt^2\vec{j}$ (其中 a 、 b 为常量), 则该质点作

- (A) 匀速直线运动 (B) 变速直线运动
(C) 抛物线运动 (D) 一般曲线运动

[]

3. 0015: 一运动质点在某瞬时位于矢径 $\vec{r}(x, y)$ 的端点处, 其速度大小为

- (A) $\frac{dr}{dt}$ (B) $\frac{d\vec{r}}{dt}$ (C) $\frac{d|\vec{r}|}{dt}$ (D) $\sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2}$

4. 0508: 质点沿半径为 R 的圆周作匀速率运动, 每 T 秒转一圈。在 $2T$ 时间间隔中, 其平均速度大小与平均速率大小分别为

- (A) $2\pi R/T$, $2\pi R/T$ (B) 0 , $2\pi R/T$ (C) 0 , 0 (D) $2\pi R/T$, 0 . []

5. 0518: 以下五种运动形式中, \vec{a} 保持不变的运动是

- (A) 单摆的运动 (B) 匀速率圆周运动
(C) 行星的椭圆轨道运动 (D) 抛体运动 (E) 圆锥摆运动

[]

6. 0519: 对于沿曲线运动的物体, 以下几种说法中哪一种是正确的:

- (A) 切向加速度必不为零
(B) 法向加速度必不为零 (拐点处除外)
(C) 由于速度沿切线方向, 法向分速度必为零, 因此法向加速度必为零
(D) 若物体作匀速率运动, 其总加速度必为零

(E) 若物体的加速度 \vec{a} 为恒矢量, 它一定作匀变速率运动

[]

7. 0602: 质点作曲线运动, \vec{r} 表示位置矢量, \vec{v} 表示速度, \vec{a} 表示加速度, S 表示路程, a 表示切向加速度, 下列表达式中,

(1) $d\vec{v}/dt = \vec{a}$, (2) $d\vec{r}/dt = \vec{v}$, (3) $dS/dt = v$, (4) $|d\vec{v}/dt| = a_t$

(A) 只有(1)、(4)是对的 (B) 只有(2)、(4)是对的

(C) 只有(2)是对的 (D) 只有(3)是对的

[]

8. 0604: 某物体的运动规律为 $d\vec{v}/dt = -k\vec{v}^2 t$, 式中的 k 为大于零的常量。当 $t=0$ 时, 初速为 v_0 , 则速度 \vec{v} 与时间 t 的函数关系是

(A) $v = \frac{1}{2}kt^2 + v_0$, (B) $v = -\frac{1}{2}kt^2 + v_0$,

(C) $\frac{1}{v} = \frac{kt^2}{2} + \frac{1}{v_0}$, (D) $\frac{1}{v} = -\frac{kt^2}{2} + \frac{1}{v_0}$

[]

9. 0014: 在相对地面静止的坐标系内, A 、 B 二船都以 2 m/s 速率匀速行驶, A 船沿 x 轴正向, B 船沿 y 轴正向。今在 A 船上设置与静止坐标系方向相同的坐标系 (x 、 y 方向单位矢用 \vec{i} 、 \vec{j} 表示), 那么在 A 船上的坐标系中, B 船的速度 (以 m/s 为单位) 为

- (A) $2\vec{i} + 2\vec{j}$ (B) $-2\vec{i} + 2\vec{j}$ (C) $-2\vec{i} - 2\vec{j}$ (D) $2\vec{i} - 2\vec{j}$

[]

10. 5382: 质点作半径为 R 的变速圆周运动时的加速度大小为(v 表示任一时刻质点的速率)

(A) $\frac{dv}{dt}$ (B) $\frac{v^2}{R}$ (C) $\frac{dv}{dt} + \frac{v^2}{R}$ (D) $\left[\left(\frac{dv}{dt} \right)^2 + \left(\frac{v^4}{R^2} \right) \right]^{1/2}$ []

11. 0026: 一飞机相对空气的速度大小为 200 km/h, 风速为 56 km/h, 方向从西向东。地面雷达站测得飞机速度大小为 192 km/h, 方向是

- (A) 南偏西 16.3° (B) 北偏东 16.3° (C) 向正南或向正北
(D) 西偏北 16.3° (E) 东偏南 16.3° []

12. 0601: 下列说法哪一条正确?

- (A) 加速度恒定不变时, 物体运动方向也不变
(B) 平均速率等于平均速度的大小
(C) 不管加速度如何, 平均速率表达式总可以写成(v_1 、 v_2 分别为初、末速率)
 $\bar{v} = (v_1 + v_2) / 2$
(D) 运动物体速率不变时, 速度可以变化 []

13. 0686: 某人骑自行车以速率 v 向西行驶, 今有风以相同速率从北偏东 30° 方向吹来, 试问人感到风从哪个方向吹来?

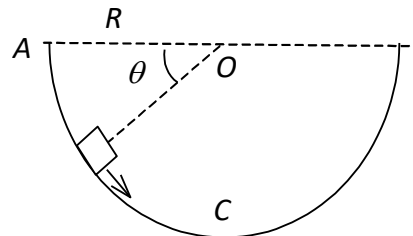
- (A) 北偏东 30° (B) 南偏东 30°
(C) 北偏西 30° (D) 西偏南 30° []

14. 0338: 质量为 m 的物体自空中落下, 它除受重力外, 还受到一个与速度平方成正比的阻力的作用, 比例系数为 k , k 为正值常量。该下落物体的收尾速度(即最后物体作匀速运动时的速度)将是

(A) $\sqrt{\frac{mg}{k}}$ (B) $\frac{g}{2k}$ (C) gk (D) \sqrt{gk} []

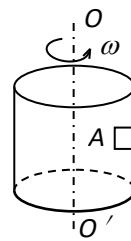
15. 0094: 如图所示, 假设物体沿着竖直面上圆弧形轨道下滑, 轨道是光滑的, 在从 A 至 C 的下滑过程中, 下面哪个说法是正确的?

- (A) 它的加速度大小不变, 方向永远指向圆心
(B) 它的速率均匀增加
(C) 它的合外力大小变化, 方向永远指向圆心
(D) 它的合外力大小不变
(E) 轨道支持力的大小不断增加 []

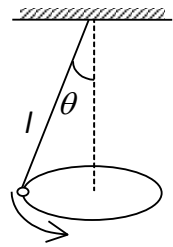


16. 0029: 竖立的圆筒形转笼, 半径为 R , 绕中心轴 OO' 转动, 物块 A 紧靠在圆筒的内壁上, 物块与圆筒间的摩擦系数为 μ , 要使物块 A 不下落, 圆筒转动的角速度 ω 至少应为

(A) $\sqrt{\frac{\mu g}{R}}$ (B) $\sqrt{\mu g}$ 藹
(C) $\sqrt{\frac{g}{\mu R}}$ (D) $\sqrt{\frac{g}{R}}$ []



0029 图



0334 图

17. 0334: 一个圆锥摆的摆线长为 l , 摆线与竖直方向的夹角恒为 θ , 如图所示。则摆锤转动的周期为

(A) $\sqrt{\frac{l}{g}}$ (B) $\sqrt{\frac{l \cos \theta}{g}}$ (C) $2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ (D) $2\pi \sqrt{\frac{l \cos \theta}{g}}$ []

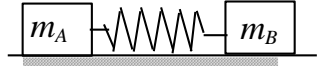
18.0367: 质量为 20 g 的子弹沿 X 轴正向以 500 m/s 的速率射入一木块后, 与木块一起仍沿 X 轴正向以 50 m/s 的速率前进, 在此过程中木块所受冲量的大小为

- (A) $9\text{ N}\cdot\text{s}$ (B) $-9\text{ N}\cdot\text{s}$ (C) $10\text{ N}\cdot\text{s}$ (D) $-10\text{ N}\cdot\text{s}$ []

19. 0379: 在水平冰面上以一定速度向东行驶的炮车, 向东南(斜向上)方向发射一炮弹, 对于炮车和炮弹这一系统, 在此过程中(忽略冰面摩擦力及空气阻力)

- (A) 总动量守恒
 (B) 总动量在炮身前进的方向上的分量守恒, 其它方向动量不守恒
 (C) 总动量在水平面上任意方向的分量守恒, 竖直方向分量不守恒
 (D) 总动量在任何方向的分量均不守恒 []

20. 0386: A 、 B 两木块质量分别为 m_A 和 m_B , 且 $m_B=2m_A$, 两者用一轻弹簧连接后静止于光滑水平桌面上, 如图所示. 若用外力将两木块压近使弹簧被压缩, 然后将外力撤去, 则此后两木块运动动能之比 E_{KA}/E_{KB} 为



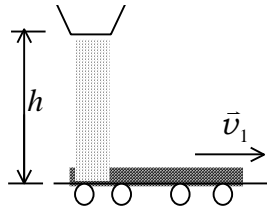
- (A) $\frac{1}{2}$ (B) $\sqrt{2}/2$ (C) $\sqrt{2}$ (D) 2 []

21. 0659: 一炮弹由于特殊原因在水平飞行过程中, 突然炸裂成两块, 其中一块作自由下落, 则另一块着地点(飞行过程中阻力不计)

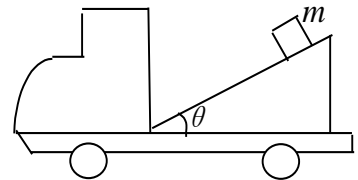
- (A) 比原来更远 (B) 比原来更近
 (C) 仍和原来一样远 (D) 条件不足, 不能判定 []

22. 0703: 如图所示, 砂子从 $h=0.8\text{ m}$ 高处下落到以 3 m/s 的速率水平向右运动的传送带上. 取重力加速度 $g=10\text{ m/s}^2$. 传送带给予刚落到传送带上的砂子的作用力的方向为

- (A) 与水平夹角 53° 向下
 (B) 与水平夹角 53° 向上
 (C) 与水平夹角 37° 向上
 (D) 与水平夹角 37° 向下



0703 图



0706 图

23. 0706: 如图所示. 一斜面固定在卡车上, 一物块置于该斜面上. 在卡车沿水平方向加速起动的过程中, 物块在斜面上无相对滑动. 此时斜面上摩擦力对物块的冲量的方向

- (A) 是水平向前的 (B) 只可能沿斜面向上
 (C) 只可能沿斜面向下 (D) 沿斜面向上或向下均有可能 []

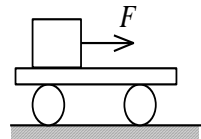
24. 0406: 人造地球卫星绕地球作椭圆轨道运动, 卫星轨道近地点和远地点分别为 A 和 B . 用 L 和 E_K 分别表示卫星对地心的角动量及其动能的瞬时值, 则应有

- (A) $L_A > L_B$, $E_{KA} > E_{KB}$ (B) $L_A = L_B$, $E_{KA} < E_{KB}$
 (C) $L_A = L_B$, $E_{KA} > E_{KB}$ (D) $L_A < L_B$, $E_{KA} < E_{KB}$ []

25. 0350: 一个质点同时在几个力作用下的位移为: $\Delta\vec{r} = 4\vec{i} - 5\vec{j} + 6\vec{k}$ (SI), 其中一个力为恒力 $\vec{F} = -3\vec{i} - 5\vec{j} + 9\vec{k}$ (SI), 则此力在该位移过程中所作的功为

- (A) $-J\ 67$ (B) $J\ 17$ (C) $J\ 67$ (D) $91\ J$ []

26. 0413: 如图, 在光滑水平地面上放着一辆小车, 车上左端放着一只箱子, 今用同样的水平恒力 \vec{F} 拉箱子, 使它由小车的左端达到右端, 一次小车被固定在水平地面上, 另一次小车没有固定. 试以水平地面为参照系, 判断下列结论中正确的是



- (A) 在两种情况下, \vec{F} 做的功相等
 (B) 在两种情况下, 摩擦力对箱子做的功相等
 (C) 在两种情况下, 箱子获得的动能相等
 (D) 在两种情况下, 由于摩擦而产生的热相等 []

27. 5019: 对功的概念有以下几种说法:

- (1) 保守力作正功时, 系统内相应的势能增加
 (2) 质点运动经一闭合路径, 保守力对质点作的功为零
 (3) 作用力和反作用力大小相等、方向相反, 所以两者所作功的代数和必为零

在上述说法中:

- (A) (1)、(2)是正确的 (B) (2)、(3)是正确的
 (C) 只有(2)是正确的 (D) 只有(3)是正确的 []

28. 5020: 有一劲度系数为 k 的轻弹簧, 原长为 l_0 , 将它吊在天花板上。当它下端挂一托盘平衡时, 其长度变为 l_1 。然后在托盘中放一重物, 弹簧长度变为 l_2 , 则由 l_1 伸长至 l_2 的过程中, 弹性力所作的功为

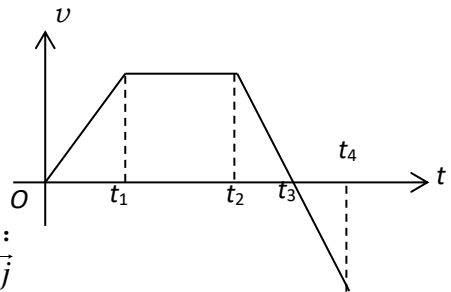
- (A) $-\int_{l_1}^{l_2} kx dx$ (B) $\int_{l_1}^{l_2} kx dx$ (C) $-\int_{l_1-l_0}^{l_2-l_0} kx dx$ (D) $\int_{l_1-l_0}^{l_2-l_0} kx dx$ []

29. 0073: 质量为 m 的一艘宇宙飞船关闭发动机返回地球时, 可认为该飞船只在地球的引力场中运动。已知地球质量为 M , 万有引力恒量为 G , 则当它从距地球中心 R_1 处下降到 R_2 处时, 飞船增加的动能应等于

- (A) $\frac{GMm}{R_2}$ (B) $\frac{GMm}{R_2^2}$ (C) $\frac{GMm(R_1 - R_2)}{R_1 R_2}$
 (D) $\frac{GMm(R_1 - R_2)}{R_1^2}$ (E) $\frac{GMm(R_1 - R_2)}{R_1^2 R_2^2}$ []

30. 0074: 一个作直线运动的物体, 其速度 v 与时间 t 的关系曲线如图所示。设时刻 t_1 至 t_2 间外力做功为 W_1 ; 时刻 t_2 至 t_3 间外力做功为 W_2 ; 时刻 t_3 至 t_4 间外力做功为 W_3 , 则

- (A) $W_1 > 0, W_2 < 0, W_3 < 0$
 (B) $W_1 > 0, W_2 < 0, W_3 > 0$
 (C) $W_1 = 0, W_2 < 0, W_3 > 0$
 (D) $W_1 = 0, W_2 < 0, W_3 < 0$ []



31. 0078: 质量为 m 的质点在外力作用下, 其运动方程为:

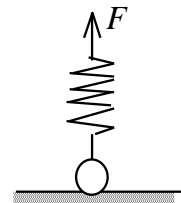
$$\vec{r} = A \cos \omega t \vec{i} + B \sin \omega t \vec{j}$$

式中 A 、 B 、 ω 都是正的常量。由此可知外力在 $t=0$ 到 $t=\pi/(2\omega)$ 这段时间内所作的功为

- (A) $\frac{1}{2} m \omega^2 (A^2 + B^2)$ (B) $m \omega^2 (A^2 + B^2)$
 (C) $\frac{1}{2} m \omega^2 (A^2 - B^2)$ (D) $\frac{1}{2} m \omega^2 (B^2 - A^2)$ []

32. 0095: 有一劲度系数为 k 的轻弹簧, 竖直放置, 下端悬一质量为 m 的小球, 开始时使弹簧为原长而小球恰好与地接触, 今将弹簧上端缓慢地提起, 直到小球刚能脱离地面为止, 在此过程中外力做功为

- (A) $\frac{m^2 g^2}{4k}$ (B) $\frac{m^2 g^2}{3k}$ (C) $\frac{m^2 g^2}{2k}$ (D) $\frac{2m^2 g^2}{k}$ (E) $\frac{4m^2 g^2}{k}$



0095 图

33. 0097: 如图, 劲度系数为 k 的轻弹簧在质量为 m 的木块和外力 (未画出) 作用下, 处于被压缩的状态, 其压缩量为 x 。当撤去外力后弹簧被释放, 木块沿光滑斜面弹出, 最后落到地面上。

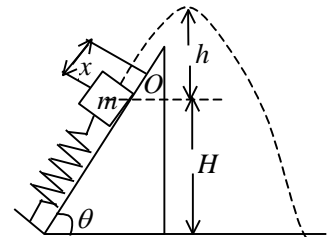
(A) 在此过程中, 木块的动能与弹性势能之和守恒

(B) 木块到达最高点时, 高度 h 满足 $\frac{1}{2} kx^2 = mgh$

(C) 木块落地时的速度 v 满足 $\frac{1}{2} kx^2 + mgH = \frac{1}{2} mv^2$

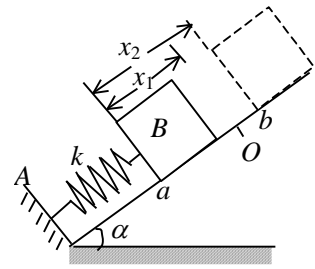
(D) 木块落地点的水平距离随 θ 的不同而异, θ 愈大, 落地点愈远

34. 0101: 劲度系数为 k 的轻弹簧, 一端与倾角为 α 的斜面上的固定档板 A 相接, 另一端与质量为 m 的物体 B 相连。 O 点为弹簧没有连物体、长度为原长时的端点位置, a 点为物体 B 的平衡位置。现在将物体 B 由 a 点沿斜面向上移动到 b 点 (如图所示)。设 a 点与 O 点, a 点与 b 点之间距离分别为 x_1 和 x_2 , 则在此过程中,



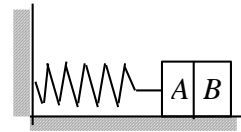
由弹簧、物体 B 和地球组成的系统势能的增加为

- (A) $\frac{1}{2}kx_2^2 + mgx_2 \sin \alpha$
 (B) $\frac{1}{2}k(x_2 - x_1)^2 + mg(x_2 - x_1) \sin \alpha$
 (C) $\frac{1}{2}k(x_2 - x_1)^2 - \frac{1}{2}kx_1^2 + mgx_2 \sin \alpha$
 (D) $\frac{1}{2}k(x_2 - x_1)^2 + mg(x_2 - x_1) \cos \alpha$ []



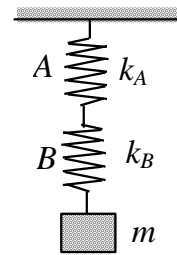
35. 0339: 一水平放置的轻弹簧, 劲度系数为 k , 其一端固定, 另一端系一质量为 m 的滑块 A , A 旁又有一质量相同的滑块 B , 如图所示。设两滑块与桌面间无摩擦。若用外力将 A 、 B 一起推压使弹簧压缩量为 d 而静止, 然后撤消外力, 则 B 离开时的速度为

- (A) 0 (B) $d\sqrt{\frac{k}{2m}}$
 (C) $d\sqrt{\frac{k}{m}}$ (D) $d\sqrt{\frac{2k}{m}}$ []



36. 0408: A 、 B 二弹簧的劲度系数分别为 k_A 和 k_B , 其质量均忽略不计。今将二弹簧连接起来并竖直悬挂, 如图所示。当系统静止时, 二弹簧的弹性势能 E_{PA} 与 E_{PB} 之比为

- (A) $\frac{E_{PA}}{E_{PB}} = \frac{k_A}{k_B}$ (B) $\frac{E_{PA}}{E_{PB}} = \frac{k_A^2}{k_B^2}$
 (C) $\frac{E_{PA}}{E_{PB}} = \frac{k_B}{k_A}$ (D) $\frac{E_{PA}}{E_{PB}} = \frac{k_B^2}{k_A^2}$ []



37. 0441: 一特殊的轻弹簧, 弹性力 $F = -kx^3$, k 为一常量系数, x 为伸长(或压缩)量。现将弹簧水平放置于光滑的水平面上, 一端固定, 一端与质量为 m 的滑块相连而处于自然长度状态。今沿弹簧长度方向给滑块一个冲量, 使其获得一速度 v , 压缩弹簧, 则弹簧被压缩的最大长度为

- (A) $\sqrt{\frac{m}{k}}v$ (B) $\sqrt{\frac{k}{m}}v$ (C) $(\frac{4mv}{k})^{1/4}$ (D) $(\frac{2mv^2}{k})^{1/4}$ []

38. 0442: 对于一个物体系来说, 在下列的哪种情况下系统的机械能守恒?

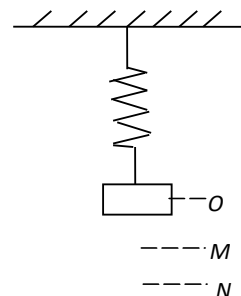
- (A) 合外力为 0 (B) 合外力不作功 (C) 外力和非保守内力都不作功
 (D) 外力和保守内力都不作功 []

39. 0479: 一质点在几个外力同时作用下运动时, 下述哪种说法正确?

- (A) 质点的动量改变时, 质点的动能一定改变
 (B) 质点的动能不变时, 质点的动量也一定不变
 (C) 外力的冲量是零, 外力的功一定为零
 (D) 外力的功为零, 外力的冲量一定为零 []

40. 5262: 一物体挂在一弹簧下面, 平衡位置在 O 点, 现用手向下拉物体, 第一次把物体由 O 点拉到 M 点, 第二次由 O 点拉到 N 点, 再由 N 点送回 M 点。则在这两个过程中

- (A) 弹性力作的功相等, 重力作的功不相等
 (B) 弹性力作的功相等, 重力作的功也相等
 (C) 弹性力作的功不相等, 重力作的功相等
 (D) 弹性力作的功不相等, 重力作的功也不相等 []



41. 5379: 当重物减速下降时, 合外力对它做的功

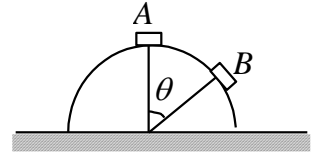
- (A)为正值 (B)为负值 (C)为零
(D)先为正值, 后为负值 []

42. 0020: 一质点在力 $F=5m(5-2t)$ (SI) 的作用下, $t=0$ 时从静止开始作直线运动, 式中 m 为质点的质量, t 为时间, 则当 $t=5$ s 时, 质点的速率为

- (A) $50 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (B) $25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (C) 0 (D) $-50 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ []

43. 0225: 质点的质量为 m , 置于光滑球面的顶点 A 处(球面固定不动), 如图所示. 当它由静止开始下滑到球面上 B 点时, 它的加速度的大小为

- (A) $a = 2g(1 - \cos \theta)$
(B) $a = g \sin \theta$
(C) $a = g$



- (D) $a = \sqrt{4g^2(1 - \cos \theta)^2 + g^2 \sin^2 \theta}$ []

44. 0454: 一船浮于静水中, 船长 L , 质量为 m , 一个质量也为 m 的人从船尾走到船头. 不计水和空气的阻力, 则在此过程中船将

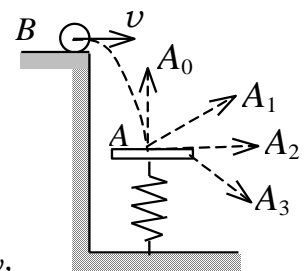
- (A) 不动 (B) 后退 L (C) 后退 $\frac{1}{2}L$ (D) 后退 $\frac{1}{3}L$ []

45. 0176: 质量分别为 m_1 、 m_2 的两个物体用一劲度系数为 k 的轻弹簧相联, 放在水平光滑桌面上, 如图所示. 当两物体相距 x 时, 系统由静止释放. 已知弹簧的自然长度为 x_0 , 则当物体相距 x_0 时, m_1 的速度大小为

- (A) $\sqrt{\frac{k(x-x_0)^2}{m_1}}$ (B) $\sqrt{\frac{k(x-x_0)^2}{m_2}}$
(C) $\sqrt{\frac{k(x-x_0)^2}{m_1+m_2}}$ (D) $\sqrt{\frac{km_2(x-x_0)^2}{m_1(m_1+m_2)}}$
(E) $\sqrt{\frac{km_1(x-x_0)^2}{m_2(m_1+m_2)}}$ []



0176 图



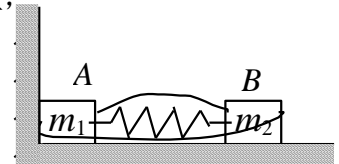
0366 图

46. 0366: 质量为 m 的平板 A , 用竖立的弹簧支持而处在水平位置, 如图. 从平台上投掷一个质量也是 m 的球 B , 球的初速为 v , 沿水平方向. 球由于重力作用下落, 与平板发生完全弹性碰撞. 假定平板是光滑的. 则与平板碰撞后球的运动方向应为

- (A) A_0 方向 (B) A_1 方向 (C) A_2 方向 (D) A_3 方向 []

47. 0453: 两木块 A 、 B 的质量分别为 m_1 和 m_2 , 用一个质量不计、劲度系数为 k 的弹簧连接起来. 把弹簧压缩 x_0 并用线扎住, 放在光滑水平面上, A 紧靠墙壁, 如图所示, 然后烧断扎线. 判断下列说法哪个正确.

- (A) 弹簧由初态恢复为原长的过程中, 以 A 、 B 、弹簧为系统, 动量守恒
(B) 在上述过程中, 系统机械能守恒
(C) 当 A 离开墙后, 整个系统动量守恒, 机械能不守恒

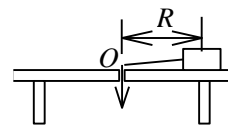


- (D) A 离开墙后, 整个系统的总机械能为 $\frac{1}{2}kx_0^2$, 总动量为零 []

48. 0478: 一子弹以水平速度 v_0 射入一静止于光滑水平面上的木块后, 随木块一起运动. 对于这一过程正确的分析是

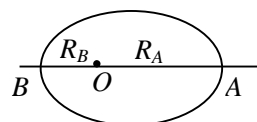
- (A) 子弹、木块组成的系统机械能守恒
(B) 子弹、木块组成的系统水平方向的动量守恒
(C) 子弹所受的冲量等于木块所受的冲量
(D) 子弹动能的减少等于木块动能的增加 []

49. 0128: 如图所示, 一个小物体, 位于光滑的水平桌面上, 与一绳的一端相连接, 绳的另一端穿过桌面中心的小孔 O . 该物体原以角速度 ω 在半径为 R 的圆周上绕 O 旋转, 今将绳从小孔缓慢往下拉。则物体



- (A) 动能不变, 动量改变 (B) 动量不变, 动能改变
 (C) 角动量不变, 动量不变 (D) 角动量改变, 动量改变
 (E) 角动量不变, 动能、动量都改变 []

50. 0193: 一人造地球卫星到地球中心 O 的最大距离和最小距离分别是 R_A 和 R_B . 设卫星对应的角动量分别是 L_A 、 L_B , 动能分别是 E_{KA} 、 E_{KB} , 则应有



- (A) $L_B > L_A$, $E_{KA} > E_{KB}$ (B) $L_B > L_A$, $E_{KA} = E_{KB}$
 (C) $L_B = L_A$, $E_{KA} = E_{KB}$ (D) $L_B < L_A$, $E_{KA} = E_{KB}$
 (E) $L_B = L_A$, $E_{KA} < E_{KB}$ []

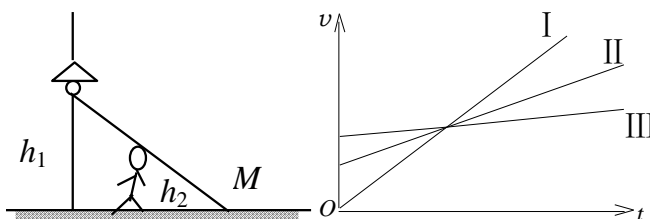
二、填空题

1. 0007: 一质点沿 x 方向运动, 其加速度随时间变化关系为 $a = 3 + 2t$ (SI), 如果初始时质点的速度 v_0 为 5 m/s, 则当 t 为 3s 时, 质点的速度 $v =$ _____。

2. 0255: 一质点沿直线运动, 其坐标 x 与时间 t 有如下关系: $x = Ae^{-\beta t} \cos \omega t$ (SI) (A 、 β 皆为常数), (1) 任意时刻 t 质点的加速度 $a =$ _____; (2) 质点通过原点的时刻 $t =$ _____。

3. 0257: 灯距地面高度为 h_1 , 一个人身高为 h_2 , 在灯下以匀速率 v 沿水平直线行走, 如图所示。他的头顶在地上的影子 M 点沿地面移动的速度为 $v_M =$ _____。

4. 0589: 在 $v-t$ 图中所示的三条直线都表示同一类型的运动:

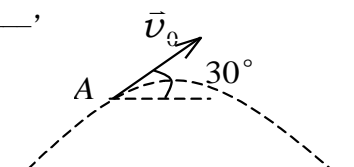


(1) I、II、III 三条直线表示的是 _____ 运动;

(2) _____ 直线所表示的运动的加速度最大。

5. 0006: 质点沿半径为 R 的圆周运动, 运动学方程为 $\theta = 3 + 2t^2$ (SI), 则 t 时刻质点的法向加速度大小为 $a_n =$ _____; 角加速度 $\beta =$ _____。

6. 0017: 一物体作如图所示的斜抛运动, 测得在轨道 A 点处速度 \vec{v} 的大小为 v , 其方向与水平方向夹角成 30° 。则物体在 A 点的切向加速度 $a_t =$ _____, 轨道的曲率半径 $\rho =$ _____。



0017 图

7. 0253: 已知质点的运动学方程为:

$$\vec{r} = (5 + 2t - \frac{1}{2}t^2)\vec{i} + (4t + \frac{1}{3}t^3)\vec{j} \quad (\text{SI})$$

当 $t = 2$ s 时, 加速度的大小为 $a =$ _____,

加速度 \vec{a} 与 x 轴正方向间夹角 $\alpha =$ _____。

8. 0261: 一质点从静止出发沿半径 $R = 1$ m 的圆周运动, 其角加速度随时间 t 的变化规律是 $\beta = 12t^2 - 6t$ (SI), 则质点的角速 $\omega =$ _____; 切向加速度 $a_t =$ _____。

$$S = bt - \frac{1}{2}ct^2 \quad (\text{SI})$$

9. 0262: 一质点沿半径为 R 的圆周运动, 其路程 S 随时间 t 变化的规律为 $S = bt - \frac{1}{2}ct^2$ (SI), 式中 b 、 c 为大于零的常量, 且 $b^2 > Rc$. 则此质点运动的切向加速度 $a_t =$ _____; 法向加速度 $a_n =$ _____。

10. 0264: 距河岸(看成直线)500 m 处有一艘静止的船, 船上的探照灯以转速为 $n = 1$ r/min 转动。当光束与岸边成 60° 角时, 光束沿岸边移动的速度 $v =$ _____。

11. 0509: 在半径为 R 的圆周上运动的质点, 其速率与时间关系为 $v = ct^2$ (式中 c 为常量), 则从 $t = 0$ 到 t 时刻质点走过的路程 $S(t) =$ _____; t 时刻质点的切向加速度 $a_t =$ _____; t 时刻质点的法向加速度 $a_n =$ _____。

12. 0592: 已知质点的运动学方程为 $\vec{r} = 4t^2 \vec{i} + (2t+3) \vec{j}$ (SI), 则该质点的轨道方程为_____。

13. 0597: 一质点在 Oxy 平面内运动。运动学方程为 $x = 2t$ 和 $y = 19 - 2t^2$, (SI), 则在第 2 秒内质点的平均速度大小 $\bar{v} =$ _____, 2 秒末的瞬时速度大小 $v_2 =$ _____。

14. 0599: 以初速率 v_0 、抛射角 θ_0 抛出一物体, 则其抛物线轨道最高点处的曲率半径为_____。

15. 0271: 小船从岸边 A 点出发渡河, 如果它保持与河岸垂直向前划, 则经过时间 t_1 到达对岸下游 C 点; 如果小船以同样速率划行, 但垂直河岸横渡到正对岸 B 点, 则需与 A 、 B 两点联成的直线成 α 角逆流划行, 经过时间 t_2 到达 B 点。若 B 、 C 两点间距为 S , 则

(1) 此河宽度 $l =$ _____;

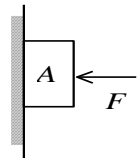
(2) $\alpha =$ _____。

16. 0688: 两条直路交叉成 α 角, 两辆汽车分别以速率 v_1 和 v_2 沿两条路行驶, 一车相对另一车的速度大小为_____。

17. 0691: 当一列火车以 10 m/s 的速率向东行驶时, 若相对于地面竖直下落的雨滴在列车的窗子上形成的雨迹偏离竖直方向 30° , 则雨滴相对于地面的速率是_____;

相对于列车的速率是_____。

18. 0043: 沿水平方向的外力 F 将物体 A 压在竖直墙上, 由于物体与墙之间有摩擦力, 此时物体保持静止, 并设其所受静摩擦力为 f_0 , 若外力增至 $2F$, 则此时物体所受静摩擦力为_____。



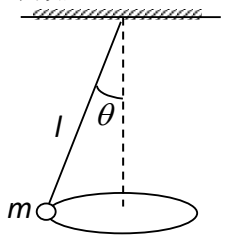
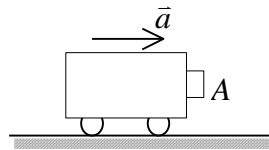
0043 图

19. 5390: 如图所示, 一个小物体 A 靠在一辆小车的竖直前壁上, A 和车壁间静摩擦系数是 μ_s , 若要使物体 A 不致掉下来, 小车的加速度的最小值应为 $a =$ _____。

20. 0351: 一圆锥摆摆长为 l 、摆锤质量为 m , 在水平面上作匀速圆周运动, 摆线与铅直线夹角 θ , 则:

(1) 摆线的张力 $T =$ _____;

(2) 摆锤的速率 $v =$ _____。



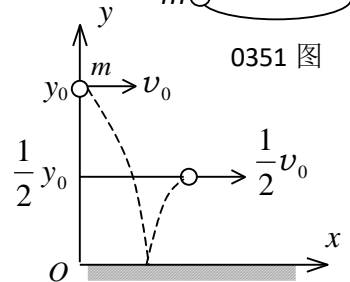
0351 图

21. 0055: 质量为 m 的小球自高为 y_0 处沿水平方向以速率 v_0 抛出

出, 与地面碰撞后跳起的最大高度为 $\frac{1}{2} y_0$, 水平速率为 $\frac{1}{2} v_0$, 则碰撞过程中

(1) 地面对小球的竖直冲量的大小为_____;

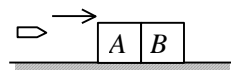
(2) 地面对小球的水平冲量的大小为_____。



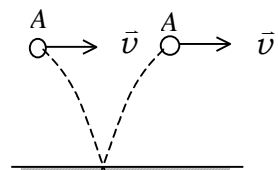
0055 图

22. 0060: 一质量为 m 的物体, 原来以速率 v 向北运动, 它突然受到外力打击, 变为向西运动, 速率仍为 v , 则外力的冲量大小为_____, 方向为_____。

23. 0062: 两块并排的木块 A 和 B , 质量分别为 m_1 和 m_2 , 静止地放置在光滑的水平面上, 一子弹水平地穿过两木块, 设子弹穿过两木块所用的时间分别为 Δt_1 和 Δt_2 , 木块对子弹的阻力为恒力 F , 则子弹穿出后, 木块 A 的速度大小为_____, 木块 B 的速度大小为_____。



24. 0068: 一质量为 m 的小球 A , 在距离地面某一高度处以速度 \bar{v} 水平抛出, 触地后反跳。在抛出 t 秒后小球 A 跳回原高度, 速度仍沿水平方向, 速度大小也与抛出时相同, 如图。则小球 A 与地面碰撞过程中, 地面给它的冲量的方向为_____, 冲量的大小为_____。



0068 图

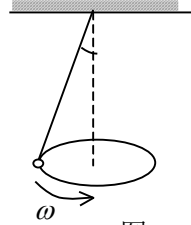
25. 0184: 设作用在质量为 1 kg 的物体上的力 $F = 6t + 3$ (SI)。如果物体在这一力的作用下, 由静止开始沿直线运动, 在 0 到 2.0 s 的时间间隔内, 这个力作用在物体上的冲量大小 $I =$ _____。

$$F = 400 - \frac{4 \times 10^5}{3} t \quad (\text{SI}),$$

26. 0371: 一颗子弹在枪筒里前进时所受的合力大小为 $F = 400 - \frac{4 \times 10^5}{3} t$ (SI), 子弹从枪口射出时的速率为 300 m/s。假设子弹离开枪口时合力刚好为零, 则:

- (1) 子弹走完枪筒全长所用的时间 $t =$ _____,
 (2) 子弹在枪筒中所受力的冲量 $I =$ _____,
 (3) 子弹的质量 $m =$ _____。

27. 0374: 图示一圆锥摆, 质量为 m 的小球在水平面内以角速度 ω 匀速转动。在小球转动一周的过程中,



- (1) 小球动量增量的大小等于 _____。
 (2) 小球所受重力的冲量的大小等于 _____。
 (3) 小球所受绳子拉力的冲量大小等于 _____。

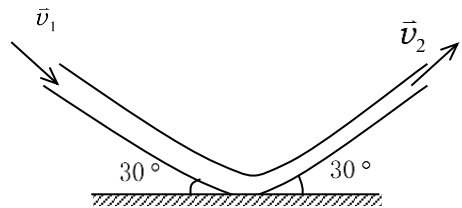
28. 0708: 一质量为 1 kg 的物体, 置于水平地面上, 物体与地面之间的静摩擦系数 $\mu_0 = 0.20$, 滑动摩擦系数 $\mu = 0.16$, 现对物体施一水平拉力 $F = t + 0.96$ (SI), 则 2 秒末物体的速度大小 $v =$ _____。

29. 0710: 一吊车底板上放一质量为 10 kg 的物体, 若吊车底板加速上升, 加速度大小为 $a = 3 + 5t$ (SI), 则 2 秒内吊车底板给物体的冲量大小 $I =$ _____; 2 秒内物体动量的增量大小 $\Delta P =$ _____。

30. 0711: 粒子 B 的质量是粒子 A 的质量的 4 倍, 开始时粒子 A 的速度 $\vec{v}_{A0} = 3\vec{i} + 4\vec{j}$, 粒子 B 的速度 $\vec{v}_{B0} = 2\vec{i} - 7\vec{j}$; 在无外力作用的情况下两者发生碰撞, 碰后粒子 A 的速度变为 $\vec{v}_A = 7\vec{i} - 4\vec{j}$, 则此时粒子 B 的速度 $\vec{v}_B =$ _____。

31. 0719: 质量为 M 的车以速度 v_0 沿光滑水平地面直线前进, 车上的人将一质量为 m 的物体相对于车以速度 u 竖直上抛, 则此时车的速度 $v =$ _____。

32. 5016: 如图所示, 流水以初速度 \vec{v}_1 进入弯管, 流出时的速度为 \vec{v}_2 , 且 $v_1 = v_2 = v$ 。设每秒流入的水质量为 q , 则在管子转弯处, 水对管壁的平均冲力大小是 _____, 方向 _____。(管内水受到的重力不考虑)



33. 5258: 一质量为 m 的物体, 以初速 \vec{v}_0 从地面抛出, 抛射角 $\theta = 30^\circ$, 如 A 略空气阻力, 则从抛出到刚要接触地面的过程中

5016 图

- (1) 物体动量增量的大小为 _____,
 (2) 物体动量增量的方向为 _____。

34. 5630: 一个打桩机, 夯的质量为 m_1 , 桩的质量为 m_2 。假设夯与桩相碰撞时为完全非弹性碰撞且碰撞时间极短, 则刚刚碰撞后夯与桩的动能是碰前夯的动能的 _____ 倍。

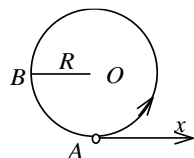
35. 0404: 地球的质量为 m , 太阳的质量为 M , 地心与日心的距离为 R , 引力常量为 G , 则地球绕太阳作圆周运动的轨道角动量为 $L =$ _____。

36. 0667: 将一质量为 m 的小球, 系于轻绳的一端, 绳的另一端穿过光滑水平桌面上的小孔用手拉住。先使小球以角速度 ω 在桌面上做半径为 r_1 的圆周运动, 然后缓慢将绳下拉, 使半径缩小为 r_2 , 在此过程中小球的动能增量是 _____。

37. 0712: 哈雷彗星绕太阳的轨道是以太阳为一个焦点的椭圆。它离太阳最近的距离是 $r_1 = 8.75 \times 10^{10}$ m, 此时它的速率是 $v_1 = 5.46 \times 10^4$ m/s。它离太阳最远时的速率是 $v_2 = 9.08 \times 10^2$ m/s, 这时它离太阳的距离是 $r_2 =$ _____。

38. 0724: 一质量为 m 的质点沿着一条曲线运动, 其位置矢量在空间直角坐标系中的表达式为 $\vec{r} = a \cos \omega t \vec{i} + b \sin \omega t \vec{j}$, 其中 a 、 b 、 ω 皆为常量, 则此质点对原点的角动量 $L =$ _____; 此质点所受对原点的力矩 $M =$ _____。

39. 0082: 图中, 沿着半径为 R 圆周运动的质点, 所受的几个力中



0082 图

有一个是恒力 \vec{F}_0 ，方向始终沿 x 轴正向，即 $\vec{F}_0 = F_0 \vec{i}$ 。当质点从 A 点沿

逆时针方向走过 $3/4$ 圆周到达 B 点时，力 \vec{F}_0 所作的功为 $W = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

40. 0100: 已知地球质量为 M ，半径为 R 。一质量为 m 的火箭从地面上升到距地面高度为 $2R$ 处。在此过程中，地球引力对火箭作的功为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

41. 0732: 某质点在力 $\vec{F} = (4+5x)\vec{i}$ (SI) 的作用下沿 x 轴作直线运动，在从 $x=0$ 移动到 $x = 10\text{m}$ 的过程中，力 \vec{F} 所做的功为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

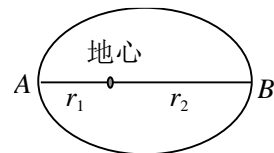
42. 0735: 二质点的质量各为 m_1, m_2 。当它们之间的距离由 a 缩短到 b 时，它们之间万有引力所做的功为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

43. 0745: 某人拉住在河水中的船，使船相对于岸不动，以地面为参考系，人对船所做的功 $\underline{\hspace{2cm}}$ ；以流水为参考系，人对船所做的功 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

(填 >0 , $=0$ 或 <0)

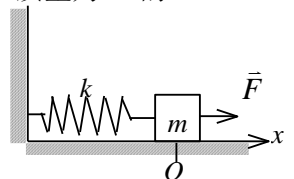
44. 5021: 有一劲度系数为 k 的轻弹簧，竖直放置，下端悬一质量为 m 的小球。先使弹簧为原长，而小球恰好与地接触。再将弹簧上端缓慢地提起，直到小球刚能脱离地面为止。在此过程中外力所作的功为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

45. 0072: 一人造地球卫星绕地球作椭圆运动，近地点为 A ，远地点为 B 。 A, B 两点距地心分别为 r_1, r_2 。设卫星质量为 m ，地球质量为 M ，万有引力常量为 G 。则卫星在 A, B 两点处的万有引力势能之差 $E_{PB} - E_{PA} = \underline{\hspace{2cm}}$ ；卫星在 A, B 两点的动能之差 $E_{PB} - E_{PA} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。



0072 图

46. 0093: 如图所示，劲度系数为 k 的弹簧，一端固定在墙壁上，另一端连一质量为 m 的物体，物体在坐标原点 O 时弹簧长度为原长。物体与桌面间的摩擦系数为 μ 。若物体在不变的外力 F 作用下向右移动，则物体到达最远位置时系统的弹性势能 $E_P = \underline{\hspace{2cm}}$ 。



0093 图

47. 0644: 一质量为 m 的质点在指向圆心的平方反比力 $F = -k/r^2$ 的作用下，作半径为 r 的圆周运动。此质点的速度 $v = \underline{\hspace{2cm}}$ 。若取距圆心无穷远处为势能零点，它的机械能 $E = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

48. 0733: 一质点在二恒力共同作用下，位移为 $\Delta\vec{r} = 3\vec{i} + 8\vec{j}$ (SI)；在此过程中，动能增量为 24J ，已知其中一恒力 $\vec{F}_1 = 12\vec{i} - 3\vec{j}$ (SI)，则另一恒力所作的功为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

49. 0744: 一长为 l ，质量为 m 的匀质链条，放在光滑的桌面上，若其长度的 $1/5$ 悬挂于桌边下，将其慢慢拉回桌面，需做功 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

三、计算题

1. 0004: 一质点沿 x 轴运动，其加速度 a 与位置坐标 x 的关系为： $a = 2 + 6x^2$ (SI)；如果质点在原点处的速度为零，试求其在任意位置处的速度。

2. 0037: 质量为 m 的子弹以速度 v_0 水平射入沙土中，设子弹所受阻力与速度反向，大小与速度成正比，比例系数为 K ，忽略子弹的重力，求：

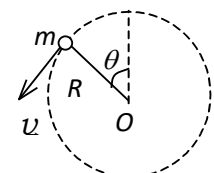
(1) 子弹射入沙土后，速度随时间变化的函数式；

(2) 子弹进入沙土的最大深度。

3. 0354: 质量为 m 的雨滴下降时，因受空气阻力，在落地前已是匀速运动，其速率为 $v = 5.0 \text{ m/s}$ 。设空气阻力大小与雨滴速率的平方成正比，问：当雨滴下降速率为 $v = 4.0 \text{ m/s}$ 时，其加速度 a 多大？

4. 0028: 一水平放置的飞轮可绕通过中心的竖直轴转动，飞轮的辐条上装有一个小滑块，它可在辐条上无摩擦地滑动。一轻弹簧一端固定在飞轮转轴上，另一端与滑块联接。当飞轮以角速度 ω 旋转时，弹簧的长度为原长的 f 倍，已知 $\omega = \omega_0$ 时， $f = f_0$ ，求 ω 与 f 的函数关系。

5. 0044: 质量为 m 的物体系于长度为 R 的绳子的一个端点上，在竖直平面内绕绳子另一端点（固定）作圆周运动。设 t 时刻物体瞬时速度的大小为 v ，绳子与竖直向上的方向成 θ 角，如图所示。



- (1) 求 t 时刻绳中的张力 T 和物体的切向加速度 a_t ;
 (2) 说明在物体运动过程中 a_t 的大小和方向如何变化?

6. 0730: 光滑水平面上有两个质量不同的小球 A 和 B 。 A 球静止, B 球以速度 \vec{v} 和 A 球发

生碰撞, 碰撞后 B 球速度的大小为 $\frac{1}{2}v$, 方向与 \vec{v} 垂直, 求碰后 A 球运动方向。

7. 0769: 如图所示, 有两个长方形的物体 A 和 B 紧靠着静止放在光滑的水平桌面上, 已知 $m_A=2 \text{ kg}$, $m_B=3 \text{ kg}$ 。 现有一质量 $m=100 \text{ g}$ 的子弹以速率 $v_0=800 \text{ m/s}$ 水平射入长方体 A , 经 $t=0.01 \text{ s}$, 又射入长方体 B , 最后停留在长方体 B 内未射出。 设子弹射入 A 时所受的摩擦力为 $F=3 \times 10^3 \text{ N}$, 求:



- (1) 子弹在射入 A 的过程中, B 受到 A 的作用力的大小。
 (2) 当子弹留在 B 中时, A 和 B 的速度大小。

8. 5009: 一炮弹发射后在其运行轨道上的最高点 $h=19.6 \text{ m}$ 处炸裂成质量相等的两块。 其中一块在爆炸后 1 秒钟落到爆炸点正下方的地面上。 设此处与发射点的距离 $S_1=1000 \text{ m}$, 问另一块落地点与发射地点间的距离是多少? (空气阻力不计, $g=9.8 \text{ m/s}^2$)

9. 0416: 一物体按规律 $x=ct^3$ 在流体媒质中作直线运动, 式中 c 为常量, t 为时间。 设媒质对物体的阻力正比于速度的平方, 阻力系数为 k , 试求物体由 $x=0$ 运动到 $x=l$ 时, 阻力所作的功。

10. 0422: 一质量为 m 的质点在 Oxy 平面上运动, 其位置矢量为:

$$\vec{r} = a \cos \omega t \vec{i} + b \sin \omega t \vec{j} \text{ (SI)}$$

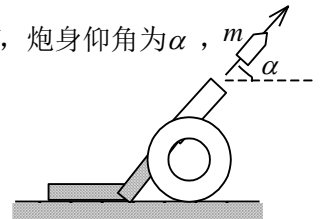
式中 a 、 b 、 ω 是正值常量, 且 $a > b$ 。

- (1) 求质点在 A 点 $(a, 0)$ 时和 B 点 $(0, b)$ 时的动能;

(2) 求质点所受的合外力 \vec{F} 以及当质点从 A 点运动到 B 点的过程中 \vec{F} 的分力 \vec{F}_x 和 \vec{F}_y 分别作的功。

11. 0202: 质量 $m=2 \text{ kg}$ 的物体沿 x 轴作直线运动, 所受合外力 $F=10+6x^2$ (SI)。 如果在 $x=0$ 处时速度 $v_0=0$; 试求该物体运动到 $x=4 \text{ m}$ 处时速度的大小。

12. 0452: 如图, 水平地面上一辆静止的炮车发射炮弹。 炮车质量为 M , 炮身仰角为 α , 炮弹质量为 m , 炮弹刚出口时, 相对于炮身的速度为 u , 不计地面摩擦:



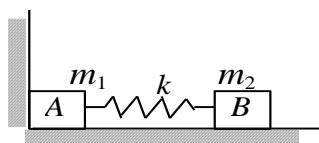
0452 图

- (1) 求炮弹刚出口时, 炮车的反冲速度大小;
 (2) 若炮筒长为 l , 求发射过程中炮车移动的距离。

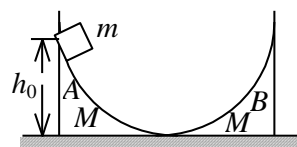
13. 0201: 地球可看作是半径 $R=6400 \text{ km}$ 的球体, 一颗人造地球卫星在地面上空 $h=800 \text{ km}$ 的圆形轨道上, 以 7.5 km/s 的速度绕地球运动。 在卫星的外侧发生一次爆炸, 其冲量不影响卫星当时的绕地圆周切向速度 $v_t=7.5 \text{ km/s}$, 但却给予卫星一个指向地心的径向速度 $v_n=0.2 \text{ km/s}$ 。 求这次爆炸后使卫星轨道的最低点和最高点各位于地面上空多少公里?

14. 0183: 两个质量分别为 m_1 和 m_2 的木块 A 和 B , 用一个质量忽略不计、劲度系数为 k 的弹簧联接起来, 放置在光滑水平面上, 使 A 紧靠墙壁, 如图所示。 用力推木块 B 使弹簧压缩 x_0 , 然后释放。 已知 $m_1=m$, $m_2=3m$, 求:

- (1) 释放后, A 、 B 两木块速度相等时的瞬时速度的大小;
 (2) 释放后, 弹簧的最大伸长量。



0183 图



0209 图

15. 0209: 两个形状完全相同、质量都为 M 的弧形导轨 A 和 B , 相向地放在地板上, 今有一质量为 m 的小物体, 从静止状态由 A 的顶端下滑, A 顶端的高度为 h_0 , 所有接触面均光滑。 试求小物体在 B 轨上上升的最大高度(设 A 、 B 导轨与地面相切)。

一、选择题

- 1.0018: D 2.5003: B 3.0015: D 4.0508: B 5.0518: D 6.0519: B 7.0602: D
 8.0604: C 9.0014: B 10.5382: D 11.0026: C 12.0601: D 13.0686: C 14.0338: A
 15.0094: E 16.0029: C 17.0334: D 18.0367: A 19.0379: C 20.0386: D 21.0659: A
 22.0703: B 23.0706: D 24.0406: C 25.0350: C 26.0413: D 27.5019: C 28.5020: C
 29.0073: C 30.0074: C 31.0078: C 32.0078: C 33.0097: C 34.0101: C 35.0339: B
 36.0408: C 37.0441: D 38.0442: C 39.0479: C 40.5262: B 41.5397: B 42.0020: C
 43.0225: D 44.0454: C 45.0176: D 46.0366: C 47.0453: B 48.0478: B 49.0128: E
 50.0193: E

二、填空题

1. 0007: 23 m/s
 2. 0255: $Ae^{-\beta t} [(\beta^2 - \omega^2) \cos \omega t + 2\beta\omega \sin \omega t]$
 $\frac{1}{2}(2n+1)\pi / \omega$
 $(n=0, 1, 2, \dots)$
 3. 0257: $h_1 v / (h_1 - h_2)$
 4. 0589: 匀加速直线; I
 5. 0006: $16Rt^2$; 4rad/s^2
 6. 0017: $-g/2$; $2\sqrt{3}v^2 / (3g)$
 7. 0253: 2.24m/s^2 ; 104°
 8. 0261: $4t^3 - 3t^2$; $12t^2 - 6t$
 $\frac{(b-ct)^2}{R}$
 9. 0262: $-c$; R
 10. 0264: 69.8m/s
 $\frac{1}{3}ct^3$; $2ct$; $\frac{c^2t^4}{R}$
 11. 0509: $x = (y-3)^2$
 12. 0592: 6.32m/s ; 8.25m/s
 $\frac{v_0^2 \cos^2 \theta_0}{g}$
 14. 0599: $\frac{t_2 S}{\sqrt{t_2^2 - t_1^2}}$; $\sin^{-1} \left[\frac{\sqrt{t_2^2 - t_1^2}}{t_2} \right]$ 或 $\cos^{-1} \left(\frac{t_1}{t_2} \right)$
 15. 0271: $\sqrt{v_1^2 + v_2^2 - 2v_1v_2 \cos \alpha}$ 或 $\sqrt{v_1^2 + v_2^2 + 2v_1v_2 \cos \alpha}$ 鹭

17. 0691: 17.3m/s ; 20m/s
18. 0043: f_0
19. 5390: g/μ_s
20. 0351: $mg/\cos\theta$; $\sin\theta\sqrt{\frac{gl}{\cos\theta}}$
21. 0055: $(1+\sqrt{2})m\sqrt{gy_0}$; $\frac{1}{2}mv_0$
22. 0060: $\sqrt{2}mv$; 指向正西南或南偏西 45°
23. 0062: $\frac{F\Delta t_1}{m_1+m_2}$; $\frac{F\Delta t_1}{m_1+m_2} + \frac{F\Delta t_1}{m_2}$
24. 0068: 垂直地面向上; mgt
25. 0184: $18\text{N}\cdot\text{s}$
26. 0371: 0.003s ; $0.6\text{N}\cdot\text{s}$; $2g$
27. 0374: 0 ; $2\pi mg/\omega$; $2\pi mg/\omega$
28. 0708: 0.89m/s
29. 0710: $356\text{N}\cdot\text{s}$; $160\text{N}\cdot\text{s}$
30. 0711: $\vec{i} - 5\vec{j}$
31. 0719: v_0
32. 5016: qv ; 竖直向下
33. 5258: mv_0 ; 竖直向下
34. 5630: $\frac{m_1}{m_1+m_2}$
35. 0404: $m\sqrt{GMR}$
36. 0667: $\frac{1}{2}mr_1^2\omega_1^2\left(\frac{r_1^2}{r_2^2}-1\right)$
37. 0712: $5.26\times 10^{12}\text{m}$
38. 0724: $m\alpha ab$; 0
39. 0082: $-F_0R$
40. 0100: $GMm\left(\frac{1}{3R}-\frac{1}{R}\right)$ 或 $-\frac{2GMm}{3R}$
41. 0732: 290J
42. 0735: $-Gm_1m_2\left(\frac{1}{a}-\frac{1}{b}\right)$
43. 0745: $=0$; >0
44. 5021: $\frac{m^2g^2}{2k}$

45. 0072: $\frac{GMm \frac{r_2 - r_1}{r_1 r_2}}{r_1 r_2}$; $\frac{GMm \frac{r_1 - r_2}{r_1 r_2}}{r_1 r_2}$

46. 0093: $\frac{2(F - \mu mg)^2}{k}$

47. 0644: $\sqrt{\frac{k}{mr}}$; $-\frac{k}{2r}$

48. 0733: 12J

49. 0744: $\frac{1}{50}mgl$

三、计算题

1. 0004: 解: 设质点在 x 处的速度为 v ,

$a = \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = 2 + 6x^2$ -----2 分

$\int_0^v v dv = \int_0^x (2 + 6x^2) dx$ -----2 分

$v = 2(x + x^3)^{1/2}$ -----1 分

2. 0037: 解: (1) 子弹进入沙土后受力为 $-Kv$, 由牛顿定律:

$-Kv = m \frac{dv}{dt}$ -----3 分

$-\frac{K}{m} dt = \frac{dv}{v}$, $-\int_0^t \frac{K}{m} dt = \int_{v_0}^v \frac{dv}{v}$ -----1 分

$\therefore v = v_0 e^{-Kt/m}$ -----1 分

(2) 求最大深度

解法一: $v = \frac{dx}{dt} \Rightarrow dx = v_0 e^{-Kt/m} dt$ -----2 分

$\int_0^x dx = \int_0^t v_0 e^{-Kt/m} dt$; $\therefore x = (m/K)v_0(1 - e^{-Kt/m})$ -----2 分

$x_{\max} = mv_0 / K$ -----1 分

解法二: $-Kv = m \frac{dv}{dt} = m(\frac{dv}{dx})(\frac{dx}{dt}) = mv \frac{dv}{dx} \Rightarrow dx = -\frac{m}{K} dv$ -----3 分

$\int_0^{x_{\max}} dx = -\int_{v_0}^0 \frac{m}{K} dv$, $\therefore x_{\max} = mv_0 / K$ -----2 分

3. 0354: 解: 匀速运动时, $mg = kv_0^2$ ①-----1 分

加速运动时, $mg - kv^2 = ma$ ②-----2 分

由② $a = (mg - kv^2) / m$ ③

由① $k = mg / v_0^2$ ④

将④代入③得 $a = g[1 - (v/v_0)^2] = 3.53 \text{ m/s}^2$ -----2分

4. 0028: 解: 设弹簧原长为 l , 劲度系数为 k , 由于是弹性力提供了质点作圆周运动的向心力, 故有: $\omega m r^2 = k(r-l)$ -----2分

其中 r 为滑块作圆周运动的半径, m 为滑块的质量。由题设, 有: $r = fl$ -----1分

因而有 $mfl\omega^2 = kl(f-1)$

又由已知条件, 有: $mf_0l\omega_0^2 = kl(f_0-1)$ -----1分

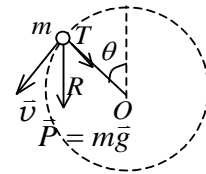
$$\frac{f\omega^2}{f_0^2} = \frac{f-1}{f_0-1}$$

整理后得 ω 与 f 的函数关系为: $\frac{f\omega^2}{f_0^2} = \frac{f-1}{f_0-1}$ -----1分

5. 0044: 解: (1) t 时刻物体受力如图所示, 在法向:

$$T + mg \cos \theta = mv^2 / R$$
-----1分

$$\therefore T = (mv^2 / R) - mg \cos \theta$$



在切向: $mg \sin \theta = ma_t$ -----1分

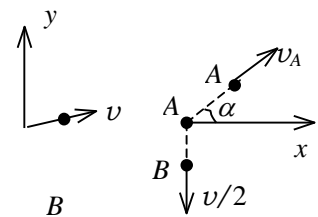
$$\therefore a_t = g \sin \theta$$
-----画受力图 1分

(2) $a_t = g \sin \theta$, 它的数值随 θ 的增加按正弦函数变化。(规定物体由顶点开始转一周又回到顶点, 相应 θ 角由 0 连续增加到 2π)-----1分

$\pi > \theta > 0$ 时, $a_t > 0$, 表示 \vec{a}_t 与 \vec{v} 同向;

$2\pi > \theta > \pi$ 时, $a_t < 0$, 表示 \vec{a}_t 与 \vec{v} 反向-----1分

6. 0730: 解: 建坐标如图。设球 A、B 的质量分别为 m_A 、 m_B 。由动量守恒定律可得:



$$x \text{ 方向: } m_B v = m_A v_A \cos \alpha$$
-----2分

$$y \text{ 分向: } m_A v_A \sin \alpha - m_B v / 2 = 0$$
-----2分

联立解出: $\alpha = 26^\circ 34'$ -----1分

7. 0769: 解: 子弹射入 A 未进入 B 以前, A、B 共同作加速运动。

$$F = (m_A + m_B)a, \quad a = F / (m_A + m_B) = 600 \text{ m/s}^2$$
-----2分

B 受到 A 的作用力: $N = m_B a = 1.8 \times 10^3 \text{ N}$ 方向向右-----2分

A 在时间 t 内作匀加速运动, t 秒末的速度 $v_A = at$ 。当子弹射入 B 时, B 将加速而 A 则以 v_A 的速度继续向右作匀速直线运动。

$$v_A = at = 6 \text{ m/s}$$
-----2分

取 A、B 和子弹组成的系统为研究对象, 系统所受合外力为零, 故系统的动量守恒, 子弹留在 B 中后有-----1分

$$mv_0 = m_A v_A + (m + m_B) v_B$$
-----2分; $v_B = \frac{mv_0 - m_A v_A}{m + m_B} = 22 \text{ m/s}$ -----1分

8. 5009: 解: 因第一块爆炸后落在其正下方的地面上, 说明它的速度方向是沿竖直方向的。

$$h = v_1 t' + \frac{1}{2} g t'^2$$

利用 $\frac{1}{2} g t'^2$, 式中 t' 为第一块在爆炸后落到地面的时间。可解得 $v_1 = 14.7 \text{ m/s}$, 竖直向下。取 y 轴正向向上, 有 $v_{1y} = -14.7 \text{ m/s}$ -----2分

$$\text{设炮弹到最高点时}(v_y = 0), \text{经历的时间为 } t, \text{ 则有: } S_1 = v_x t$$
-----1分; $h = \frac{1}{2} g t^2$ -----2分

由①、②得: $t = 2 \text{ s}$, $v_x = 500 \text{ m/s}$ -----2分

以 \vec{v}_2 表示爆炸后第二块的速度, 则爆炸时的动量守恒关系如图所示。

$$\frac{1}{2}mv_{2x} = mv_x \quad \text{③}; \quad \frac{1}{2}mv_{2y} + \frac{1}{2}mv_{1y} = mv_y = 0 \quad \text{④}$$

解出: $v_{2x} = 2v_x = 1000 \text{ m/s}$, $v_{2y} = -v_{1y} = 14.7 \text{ m/s}$ -----3 分

再由斜抛公式 $x_2 = S_1 + v_{2x}t_2$ ⑤; $y_2 = h + v_{2y}t_2 - \frac{1}{2}gt_2^2$ ⑥

落地时 $y_2 = 0$, 可得: $t_2 = 4 \text{ s}$, $t_2 = -1 \text{ s}$ (舍去)

故 $x_2 = 5000 \text{ m}$ -----3 分

$$v = \frac{dx}{dt} = 3ct^2$$

9. 0416: 解: 由 $x = ct^3$ 可求物体的速度: -----1 分

物体受到的阻力大小为: $f = kv^2 = 9kc^2t^4 = 9kc^{2/3}x^{4/3}$ -----2 分

力对物体所作的功为: $W = \int dW = \int_0^l -9kc^{2/3}x^{4/3}dx = \frac{-27kc^{2/3}l^{7/3}}{7}$ -----2 分

10. 0422: 解: (1)位矢: $\vec{r} = a \cos \omega t \vec{i} + b \sin \omega t \vec{j}$ (SI) 焉

可写为: $x = a \cos \omega t$, $y = b \sin \omega t$

则: $v_x = \frac{dx}{dt} = -a\omega \sin \omega t$, $v_y = \frac{dy}{dt} = b\omega \cos \omega t$

在 A 点(a, 0), $\cos \omega t = 1$, $\sin \omega t = 0$,

$$E_{KA} = \frac{1}{2}mv_x^2 + \frac{1}{2}mv_y^2 = \frac{1}{2}mb^2\omega^2$$
 -----2 分

在 B 点(0, b), $\cos \omega t = 0$, $\sin \omega t = 1$

$$E_{KB} = \frac{1}{2}mv_x^2 + \frac{1}{2}mv_y^2 = \frac{1}{2}ma^2\omega^2$$
 -----2 分

(2) $\vec{F} = ma_x\vec{i} + ma_y\vec{j} = -ma\omega^2 \cos \omega t \vec{i} - mb\omega^2 \sin \omega t \vec{j}$ 焉 -----2 分

由 A → B, $W_x = \int_a^0 F_x dx = -\int_a^0 m\omega^2 a \cos \omega t dx = -\int_a^0 m\omega^2 x dx = \frac{1}{2}ma^2\omega^2$ -----2 分

$$W_y = \int_0^b F_y dy = -\int_0^b m\omega^2 b \sin \omega t dy = -\int_0^b m\omega^2 y dy = -\frac{1}{2}mb^2\omega^2$$
 -----2 分

11. 0202: 解: 用动能定理, 对物体: $\frac{1}{2}mv^2 - 0 = \int_0^4 F dx = \int_0^4 (10 + 6x^2) dx$ -----3 分

$$= 10x + 2x^3 = 168$$

解出: $v = 13 \text{ m/s}$ -----2 分

12. 0452: 解: (1) 以炮弹与炮车为系统, 以地面为参考系, 水平方向动量守恒。设炮车相对于地面的速率为 V_x , 则有: $MV_x + m(u \cos \alpha + V_x) = 0$ -----3 分

解得: $V_x = -mu \cos \alpha / (M + m)$ -----1 分

即炮车向后退

(2) 以 $u(t)$ 表示发炮过程中任一时刻炮弹相对于炮身的速度, 则该瞬时炮车的速度应为:

$$V_x(t) = -mu(t) \cos \alpha / (M + m)$$
 -----3 分

$$\Delta x = \int_0^t V_x(t) dt = -m/(M+m) \int_0^t u(t) \cos \alpha dt$$

积分求炮车后退距离: -----2分

$$\Delta x = -ml \cos \alpha / (M+m)$$

即向后退了 $ml \cos \alpha / (M+m)$ 的距离 -----1分

13. 0201: 解: (1) 爆炸过程中, 以及爆炸前后, 卫星对地心的角动量始终守恒, 故应有:

$$L = mv_t r = mv' r' \quad \text{①} \text{-----3分}$$

其中 r' 是新轨道最低点或最高点处距地心的距离, \vec{v}' 则是在相应位置的速度, 此时 $\vec{v}' \perp \vec{r}'$ 湏

(2) 爆炸后, 卫星、地球系统机械能守恒:

$$\frac{1}{2} m v_t^2 + \frac{1}{2} m v_n^2 - GMm/r = \frac{1}{2} m v'^2 - GMm/r' \quad \text{②} \text{-----2分}$$

由牛顿定律: $GMm/r^2 = m v_t^2 / r$

$$\therefore GM = v_t^2 r \quad \text{③} \text{-----1分}$$

将①式、③式代入②式并化简得:

$$(v_t^2 - v_n^2) r'^2 - 2v_t^2 r r' + v_t^2 r^2 = 0 \quad \text{-----2分}$$

$$\therefore [(v_t + v_n) r' - v_t r][(v_t - v_n) r' - v_t r] = 0$$

$$\therefore r'_1 = \frac{v_t r}{v_t - v_n} = 7397 \text{ km}, \quad r'_2 = \frac{v_t r}{v_t + v_n} = 7013 \text{ km}$$

远地点: $h_1 = r'_1 - R = 997 \text{ km}$

近地点: $h_2 = r'_2 - R = 613 \text{ km}$ -----2分

14. 0183: 解: (1) 释放后, 弹簧恢复到原长时 A 将要离开墙壁, 设此时 B 的速度为 v_{B0} ,

由机械能守恒, 有: $\frac{1}{2} k x_0^2 = 3m v_{B0}^2 / 2$ -----2分; 得: $v_{B0} = x_0 \sqrt{\frac{k}{3m}}$ -----1分

A 离开墙壁后, 系统在光滑水平面上运动, 系统动量守恒, 机械能守恒, 当弹簧伸长量为 x 时有:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_2 v_{B0} \quad \text{①} \text{-----2分}$$

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} k x^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} m_2 v_{B0}^2 \quad \text{②} \text{-----2分}$$

当 $v_1 = v_2$ 时, 由式①解出: $v_1 = v_2 = 3v_{B0}/4 = \frac{3}{4} x_0 \sqrt{\frac{k}{3m}}$ -----1分

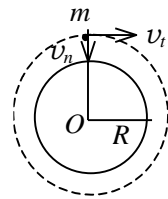
(2) 弹簧有最大伸长量时, A 、 B 的相对速度为零 $v_1 = v_2 = 3v_{B0}/4$, 再由式②解出:

$$x_{\max} = \frac{1}{2} x_0 \quad \text{-----2分}$$

15. 0209: 解: 设小物体沿 A 轨下滑至地板时的速度为 v , 对小物体与 A 组成的系统, 应用机械能守恒定律及沿水平方向动量守恒定律, 可有:

$$-Mv_A + mv = 0 \quad \text{①} \text{-----2分}$$

$$mgh_0 = \frac{1}{2} M v_A^2 + \frac{1}{2} m v^2 \quad \text{②} \text{-----2分}$$



由①、②式，解得： $v = \sqrt{2Mgh_0/(M+m)}$ ③-----1分

当小物体以初速 v 沿 B 轨上升到最大高度 H 时，小物体与 B 有沿水平方向共同速度 u ，

根据动量守恒与机械能守恒，有： $mv = (M+m)u$ ④-----2分

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}(M+m)u^2 + mgH \quad \text{⑤-----2分}$$

联立④、⑤，并考虑到式③，可解得： $H = \frac{Mv^2}{2(M+m)g} = \left(\frac{M}{M+m}\right)^2 h_0$ -----1分

02 刚体

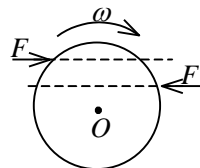
一、选择题

1. 0148: 几个力同时作用在一个具有光滑固定转轴的刚体上, 如果这几个力的矢量和为零, 则此刚体

- (A) 必然不会转动 (B) 转速必然不变
(C) 转速必然改变 (D) 转速可能不变, 也可能改变 []

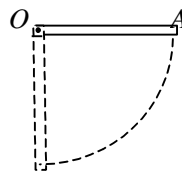
2. 0153: 一圆盘绕过盘心且与盘面垂直的光滑固定轴 O 以角速度 ω 按图示方向转动。若如图所示的情况那样, 将两个大小相等方向相反但不在同一条直线的力 F 沿盘面同时作用到圆盘上, 则圆盘的角速度 ω

- (A) 必然增大
(B) 必然减少
(C) 不会改变
(D) 如何变化, 不能确定 []



3. 0165: 均匀细棒 OA 可绕通过其一端 O 而与棒垂直的水平固定光滑轴转动, 如图所示。今使棒从水平位置由静止开始自由下落, 在棒摆动到竖直位置的过程中, 下述说法哪一种是正确的?

- (A) 角速度从小到大, 角加速度从大到小
(B) 角速度从小到大, 角加速度从小到大
(C) 角速度从大到小, 角加速度从大到小
(D) 角速度从大到小, 角加速度从小到大 []



4. 0289: 关于刚体对轴的转动惯量, 下列说法中正确的是

- (A) 只取决于刚体的质量, 与质量的空间分布和轴的位置无关
(B) 取决于刚体的质量和质量的空间分布, 与轴的位置无关
(C) 取决于刚体的质量、质量的空间分布和轴的位置
(D) 只取决于转轴的位置, 与刚体的质量和质量的空间分布无关 []

5. 0292: 一轻绳绕在有水平轴的定滑轮上, 滑轮的转动惯量为 J , 绳下端挂一物体。物体所受重力为 P , 滑轮的角加速度为 α 。若将物体去掉而以与 P 相等的力直接向下拉绳子, 滑轮的角加速度 α 将

- (A) 不变 (B) 变小 (C) 变大 (D) 如何变化无法判断 []

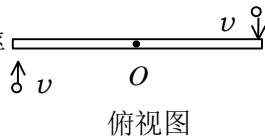
6. 0126: 花样滑冰运动员绕通过自身的竖直轴转动, 开始时两臂伸开, 转动惯量为 J_0 , 角

速度为 ω_0 。然后她将两臂收回, 使转动惯量减少为 $\frac{1}{3} J_0$ 。这时她转动的角速度变为:

- (A) $\frac{1}{3} \omega_0$ (B) $(1/\sqrt{3}) \omega_0$ (C) $\sqrt{3} \omega_0$ (D) $3 \omega_0$ []

7. 0132: 光滑的水平桌面上, 有一长为 $2L$ 、质量为 m 的匀质细杆, 可绕过其中点且垂直于

杆的竖直光滑固定轴 O 自由转动, 其转动惯量为 $\frac{1}{3} mL^2$, 起初杆静止。桌面上有两个质量均为 m 的小球, 各自在垂直于杆的方向上, 正对着杆的一端, 以相同速率 v 相向运动, 如图所示。当两小球同时与杆的两个端点发生完全非弹性碰撞后, 就与杆粘在一起转动, 则这一系统碰撞后的转动角速



俯视图

度应为:

- (A) $\frac{2v}{3L}$ (B) $\frac{4v}{5L}$ (C) $\frac{6v}{7L}$ (D) $\frac{8v}{9L}$ (E) $\frac{12v}{7L}$ []

8. 0133: 如图所示, 一静止的均匀细棒, 长为 L 、质量为 M , 可绕通过棒的端点且垂直于棒长的光滑固定轴 O 在水平面内转动, 转动惯量为 $\frac{1}{3}ML^2$ 。一质量为 m 、速率为 v 的子弹

在水平面内沿与棒垂直的方向射出并穿出棒的自由端, 设穿过棒后子弹的速率为 $\frac{1}{2}v$, 则此时棒的角速度应为

- (A) $\frac{mv}{ML}$ (B) $\frac{3mv}{2ML}$



- (C) $\frac{5mv}{3ML}$ (D) $\frac{7mv}{4ML}$ []

9. 0197: 一水平圆盘可绕通过其中心的固定竖直轴转动, 盘上站着一个人. 把人和圆盘取作系统, 当此人在盘上随意走动时, 若忽略轴的摩擦, 此系统

- (A) 动量守恒 (B) 机械能守恒 (C) 对转轴的角动量守恒
(D) 动量、机械能和角动量都守恒 (E) 动量、机械能和角动量都不守恒 []

10. 0228: 质量为 m 的小孩站在半径为 R 的水平平台边缘上. 平台可以绕通过其中心的竖直光滑固定轴自由转动, 转动惯量为 J . 平台和小孩开始时均静止. 当小孩突然以相对于地面为 v 的速率在台边缘沿逆时针转向走动时, 则此平台相对地面旋转的角速度和旋转方向分别为

- (A) $\omega = \frac{mR^2}{J} \left(\frac{v}{R} \right)$, 顺时针 (B) $\omega = \frac{mR^2}{J} \left(\frac{v}{R} \right)$, 逆时针

- (C) $\omega = \frac{mR^2}{J + mR^2} \left(\frac{v}{R} \right)$, 顺时针 (D) $\omega = \frac{mR^2}{J + mR^2} \left(\frac{v}{R} \right)$, 逆时针 []

11. 0294: 刚体角动量守恒的充分而必要的条件是

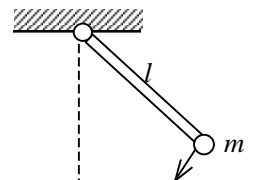
- (A) 刚体不受外力矩的作用 (B) 刚体所受合外力矩为零
(C) 刚体所受的合外力和合外力矩均为零
(D) 刚体的转动惯量和角速度均保持不变 []

二、填空题

1. 0290: 半径为 $r = 1.5\text{m}$ 的飞轮, 初角速度 $\omega_0 = 10\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$, 角加速度 $\alpha = -5\text{rad} \cdot \text{s}^{-2}$, 则在 $t =$ _____ 时角位移为零, 而此时边缘上点的线速度 $v =$ _____。

2. 0149: 一长为 l , 质量可以忽略的直杆, 可绕通过其一端的水平光滑轴在竖直平面内作定轴转动, 在杆的另一端固定着一质量为 m 的小球, 如图所示. 现将杆由水

平位置无初转速地释放. 则杆刚被释放时的角加速度 $\alpha_0 =$ _____,



杆与水平方向夹角为 60° 时的角加速度 $\alpha =$ _____。

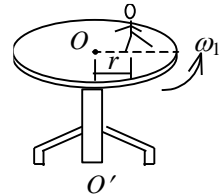
3. 0240: 一飞轮以 600 rev/min 的转速旋转, 转动惯量为 $2.5 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$, 现加一恒定的制动力矩使飞轮在 1 s 内停止转动, 则该恒定制动力矩的大小 $M =$ _____。

4. 0551: 一作定轴转动的物体, 对转轴的转动惯量 $J = 3.0 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$, 角速度 $\omega_0 = 6.0 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

现对物体加一恒定的制动力矩 $M = -12 \text{ N} \cdot \text{m}$, 当物体的角速度减慢到 $\omega = 2.0 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$ 时, 物体已转过了角度 $\Delta\theta =$ _____。

5. 0125: 一飞轮以角速度 ω_0 绕光滑固定轴旋转, 飞轮对轴的转动惯量为 J_1 ; 另一静止飞轮突然和上述转动的飞轮啮合, 绕同一转轴转动, 该飞轮对轴的转动惯量为前者的二倍。啮合后整个系统的角速度 $\omega =$ _____。

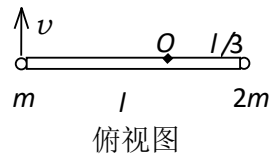
6. 0229: 有一半半径为 R 的匀质圆形水平转台, 可绕通过盘心 O 且垂直于盘面的竖直固定轴 OO' 转动, 转动惯量为 J 。台上有一人, 质量为 m 。当他站在离转轴 r 处



时 ($r < R$), 转台和人一起以 ω_1 的角速度转动, 如图。若转轴处摩擦可以

忽略, 问当人走到转台边缘时, 转台和人一起转动的角速度 $\omega_2 =$ _____。

7. 0542: 质量分别为 m 和 $2m$ 的两物体(都可视为质点), 用一长为 l 的轻质刚性细杆相连, 系统绕通过杆且与杆垂直的竖直固定轴 O 转动, 已知 O 轴离质量为 $2m$ 的

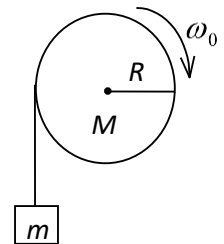


质点的距离为 $\frac{1}{3}l$, 质量为 m 的质点的线速度为 v 且与杆垂直, 则该系统对转轴的角动量(动量矩)大小为 _____。

三、计算题

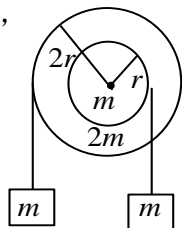
1. 0241: 一轴承光滑的定滑轮, 质量为 $M = 2.00 \text{ kg}$, 半径为 $R = 0.100 \text{ m}$, 一根不能伸长的轻绳, 一端固定在定滑轮上, 另一端系有一质量为 $m = 5.00 \text{ kg}$ 的物体, 如图所

示。已知定滑轮的转动惯量为 $J = \frac{1}{2}MR^2$, 其初角速度 $\omega_0 = 10.0 \text{ rad/s}$, 方向垂直纸面向里。求:



- (1) 定滑轮的角加速度的大小和方向;
- (2) 定滑轮的角速度变化到 $\omega = 0$ 时, 物体上升的高度;
- (3) 当物体回到原来位置时, 定滑轮的角速度的大小和方向。

2. 0561: 质量分别为 m 和 $2m$ 、半径分别为 r 和 $2r$ 的两个均匀圆盘, 同轴地粘在一起, 可以绕通过盘心且垂直盘面的水平光滑固定轴转动, 对转轴的转动惯量为 $9mr^2/2$, 大小圆盘边缘都绕有绳子, 绳子下端都挂一质量为 m 的重物, 如图所示。求盘的角加速度的大小。



3. 0211: 质量为 $M = 0.03 \text{ kg}$, 长为 $l = 0.2 \text{ m}$ 的均匀细棒, 在一水平面内绕通过棒中心并与棒垂直的光滑固定轴自由转动。细棒上套有两个可沿棒滑动的小物体, 每个质量都为 $m = 0.02 \text{ kg}$ 。开始时, 两小物体分别被固定在棒中心的两侧且距棒中心各为 $r = 0.05 \text{ m}$, 此系统以 $n_1 = 15 \text{ rev/min}$ 的转速转动。若将小物体松开, 设它们在滑动过程中受到的阻力正比于它们相对棒的速度, (已知棒对中

心轴的转动惯量为 $MI^2/12$ 求:

- (1) 当两小物体到达棒端时, 系统的角速度是多少?
 (2) 当两小物体飞离棒端, 棒的角速度是多少?

一、选择题

1. 0148: D 2. 0153: A 3. 0165: A 4. 0289: C 5. 0292: C 6. 0126: D
 7. 0132: C 8. 0133: B 9. 0197: C 10. 0228: A 11. 0294: B

二、填空题

1. 0290: 4 s; $-15 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 2. 0149: g/l ; $g/(2l)$
 3. 0240: $157 \text{ N} \cdot \text{m}$ 4. 0551: 4.0 rad/s
 5. 0125: $\frac{1}{3}\omega_0$ 6. 0229: $\frac{(J + mr^2)\omega_1}{J + mR^2}$ 7. 0542: mv/l

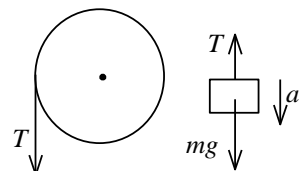
三、计算题

1. 0241: 解: (1) $\because mg - T = ma$ -----1 分
 $TR = J\alpha$ -----2 分
 $a = R\alpha$ -----1 分

$$\therefore \alpha = \frac{mgR}{mR^2 + \frac{1}{2}MR^2} = \frac{2mg}{(2m + M)R} = 81.7 \text{ rad/s}^2 \text{-----1 分}$$

方向垂直纸面向外-----1 分

- (2) $\because \omega^2 = \omega_0^2 - 2\alpha\theta$



当 $\dot{\theta} = 0$ 时, $\theta = \frac{\omega_0^2}{2\alpha} = 0.612 \text{ rad}$

物体上升的高度 $h = R \theta = 6.12 \times 10^{-2} \text{ m}$ -----2 分

(3) $\omega = \sqrt{2\alpha\theta} = 10.0 \text{ rad/s}$, 方向垂直纸面向外-----2 分

2. 0561: 解: 受力分析如图-----2 分

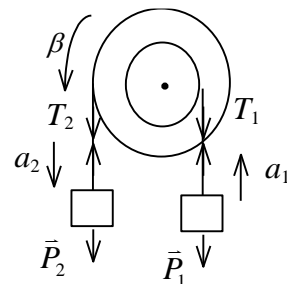
$mg - T_2 = ma_2$ -----1 分

$T_1 - mg = ma_1$ -----1 分

$T_2(2r) - T_1r = 9mr^2 \alpha$ -----2 分

$2r\alpha = a_2$ -----1 分

$r\alpha = a_1$ -----1 分



解上述 5 个联立方程, 得: $\alpha = \frac{2g}{19r}$ -----2 分

3. 0211: 解: 选棒、小物体为系统, 系统开始时角速度为: $\omega_1 = 2 \text{ rad/s}$ $n_1 = 1.57 \text{ rad/s}$ 。

(1) 设小物体滑到棒两端时系统的角速度为 ω_2 。由于系统不受外力矩作用, 所以角动量守恒。-----2 分

故: $\left(\frac{Ml^2}{12} + 2mr^2\right)\omega_1 = \left(\frac{Ml^2}{12} + \frac{1}{2}ml^2\right)\omega_2$ -----3 分

$$\omega_2 = \frac{\left(\frac{Ml^2}{12} + 2ml^2\right)\omega_1}{\frac{Ml^2}{12} + \frac{1}{2}ml^2} = 0.628 \text{ rad/s}$$
-----2 分

(2) 小物体离开棒端的瞬间, 棒的角速度仍为 ω_2 。因为小物体离开棒的瞬间内并未对棒有冲力矩作用-----3 分

03 相对论

一、选择题

1. 4351: 宇宙飞船相对于地面以速度 v 作匀速直线飞行, 某一时刻飞船头部的宇航员向飞船尾部发出一个光讯号, 经过 t (飞船上的钟) 时间后, 被尾部的接收器收到, 则由此可知飞船的固有长度为 (c 表示真空中光速)

(A) $c \cdot t$ (B) $v \cdot t$ (C) $\frac{c \cdot \Delta t}{\sqrt{1-(v/c)^2}}$ (D) $c \cdot \Delta t \cdot \sqrt{1-(v/c)^2}$ []

2. 4352 一火箭的固有长度为 L , 相对于地面作匀速直线运动的速度为 v_1 , 火箭上有一个人从火箭的后端向火箭前端上的一个靶子发射一颗相对于火箭的速度为 v_2 的子弹。在火箭上测得子弹从射出到击中靶的时间间隔是: (c 表示真空中光速)

(A) $\frac{L}{v_1 + v_2}$ (B) $\frac{L}{v_2}$ (C) $\frac{L}{v_2 - v_1}$ (D) $\frac{L}{v_1 \sqrt{1-(v_1/c)^2}}$ []

3. 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 []

4. 4164: 在狭义相对论中, 下列说法中哪些是正确的?

- (1) 一切运动物体相对于观察者的速度都不能大于真空中的光速
(2) 质量、长度、时间的测量结果都是随物体与观察者的相对运动状态而改变的
(3) 在一惯性系中发生于同一时刻, 不同地点的两个事件在其他一切惯性系中也是同时发生的
(4) 惯性系中的观察者观察一个与他作匀速相对运动的时钟时, 会看到这时钟比与他相对静止的相同的时钟走得慢些

(A) (1), (3), (4) (B) (1), (2), (4) (C) (1), (2), (3) (D) (2), (3), (4) []

5. 4169 在某地发生两件事, 静止位于该地的甲测得时间间隔为 4 s, 若相对于甲作匀速直线运动的乙测得时间间隔为 5 s, 则乙相对于甲的运动速度是(c 表示真空中光速)

(A) $(4/5)c$ (B) $(3/5)c$ (C) $(2/5)c$ (D) $(1/5)c$ []

6. 4356: 一宇航员要到离地球为 5 光年的星球去旅行。如果宇航员希望把这路程缩短为 3 光年, 则他所乘的火箭相对于地球的速度应是: (c 表示真空中光速)

(A) $v = (1/2)c$ (B) $v = (3/5)c$ (C) $v = (4/5)c$ (D) $v = (9/10)c$ []

7. 4358: K 系与 K' 系是坐标轴相互平行的两个惯性系, K' 系相对于 K 系沿 Ox 轴正方向匀速运动。一根刚性尺静止在 K' 系中, 与 $O'x'$ 轴成 30° 角。今在 K 系中观测得该尺与 Ox 轴成 45° 角, 则 K' 系相对于 K 系的速度是:

(A) $(2/3)c$ (B) $(1/3)c$ (C) $(2/3)^{1/2}c$ (D) $(1/3)^{1/2}c$ []

8. 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 []

9. 4355: 边长为 a 的正方形薄板静止于惯性系 K 的 Oxy 平面内, 且两边分别与 x, y 轴平行。今有惯性系 K' 以 $0.8c$ (c 为真空中光速) 的速度相对于 K 系沿 x 轴作匀速直线运动, 则从 K' 系测得薄板的面积为

- (A) $0.6a^2$ (B) $0.8a^2$ (C) a^2 (D) $a^2/0.6$ []

10. 5362: 一匀质矩形薄板, 在它静止时测得其长为 a , 宽为 b , 质量为 m_0 。由此可算出其面积密度为 m_0/ab 。假定该薄板沿长度方向以接近光速的速度 v 作匀速直线运动, 此时再测算该矩形薄板的面积密度则为

- (A) $\frac{m_0\sqrt{1-(v/c)^2}}{ab}$ (B) $\frac{m_0}{ab\sqrt{1-(v/c)^2}}$
 (C) $\frac{m_0}{ab[1-(v/c)^2]}$ (D) $\frac{m_0}{ab[1-(v/c)^2]^{3/2}}$ []

11. 5613: 关于同时性的以下结论中, 正确的是

- (A) 在一惯性系同时发生的两个事件, 在另一惯性系一定不同时发生
 (B) 在一惯性系不同地点同时发生的两个事件, 在另一惯性系一定同时发生
 (C) 在一惯性系同一地点同时发生的两个事件, 在另一惯性系一定同时发生
 (D) 在一惯性系不同地点不同时发生的两个事件, 在另一惯性系一定不同时发生 []

12. 5614: 两个惯性系 S 和 S' , 沿 x (x') 轴方向作匀速相对运动。设在 S' 系中某点先后发生两个事件, 用静止于该系的钟测出两事件的时间间隔为 τ_0 , 而用固定在 S 系的钟测出这两个事件的时间间隔为 τ 。又在 S' 系 x' 轴上放置一静止于该系。长度为 l_0 的细杆, 从 S 系测得此杆的长度为 l , 则

- (A) $\tau < \tau_0; l < l_0$ (B) $\tau < \tau_0; l > l_0$ (C) $\tau > \tau_0; l > l_0$ (D) $\tau > \tau_0; l < l_0$ []

13. 4173: 设某微观粒子的总能量是它的静止能量的 K 倍, 则其运动速度的大小为:

- (A) $\frac{c}{K-1}$ (B) $\frac{c}{K}\sqrt{1-K^2}$ (C) $\frac{c}{K}\sqrt{K^2-1}$ (D) $\frac{c}{K+1}\sqrt{K(K+2)}$ []

14. 4174: 某核电站年发电量为 100 亿度, 它等于 36×10^{15} 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) $(1/12) \times 10^7$ kg (D) 12×10^7 kg []

15. 4177: 根据相对论力学, 动能为 0.25 MeV 的电子, 其运动速度约等于

- (A) $0.1c$ (B) $0.5c$ (C) $0.75c$ (D) $0.85c$ []

(c 表示真空中的光速, 电子的静能 $m_0c^2 = 0.51$ MeV)

16. 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 []

17. 4724: 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 []

18. 4726: 已知电子的静能为 0.51 MeV, 若电子的动能为 0.25 MeV, 则它所增加的质量 m 与静止质量 m_0 的比值近似为

- (A) 0.1 (B) 0.2 (C) 0.5 (D) 0.9 []

二、填空题

1. 4715: 以速度 v 相对于地球作匀速直线运动的恒星所发射的光子, 其相对于地球的速度大小为_____。

2. 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 $v = \underline{\hspace{2cm}}$ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 接近观察者。
3. 4167: μ 子是一种基本粒子,在相对于 μ 子静止的坐标系中测得其寿命为 $\tau_0 = 2 \times 10^{-6} \text{ s}$ 。如果 μ 子相对于地球的速度为 $U = 0.988c$, 则在地球坐标系中测出的 μ 子的寿命 $\tau = \underline{\hspace{2cm}}$ 。
4. 4171: 两个惯性系中的观察者 O 和 O' 以 $0.6c$ (c 表示真空中光速)的相对速度互相接近。如果 O 测得两者的初始距离是 20 m , 则 O' 测得两者经过时间 $t' = \underline{\hspace{2cm}}$ s 后相遇。
5. 4363: 牛郎星距离地球约 16 光年, 宇宙飞船若以 $\underline{\hspace{2cm}}$ 的匀速度飞行, 将用 4 年的时间(宇宙飞船上的钟指示的时间)抵达牛郎星。
6. 5616: 一列高速火车以速度 u 驶过车站时, 固定在站台上的两只机械手在车厢上同时划出两个痕迹, 静止在站台上的观察者同时测出两痕迹之间的距离为 1 m , 则车厢上的观察者应测出这两个痕迹之间的距离为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。
7. 4175: 设电子静止质量为 m_e , 将一个电子从静止加速到速率为 $0.6c$ (c 为真空中光速), 需做功 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。
8. 4176: 当粒子的动能等于它的静止能量时, 它的运动速度为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。
9. 4240: 一电子以 $0.99c$ 的速率运动(电子静止质量为 $9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$, 则电子的总能量是 $\underline{\hspace{2cm}}$ J , 电子的经典力学的动能与相对论动能之比是 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。
10. 4499: (1) 在速度 $v = \underline{\hspace{2cm}}$ 情况下粒子的动量等于非相对论动量的两倍。(2) 在速度 $v = \underline{\hspace{2cm}}$ 情况下粒子的动能等于它的静止能量。
11. 4729: 质子在加速器中被加速, 当其动能为静止能量的 3 倍时, 其质量为静止质量的 $\underline{\hspace{2cm}}$ 倍。
12. 4730: μ 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 $\underline{\hspace{2cm}}$ 倍。
13. 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 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。
14. 4734: 匀质细棒静止时的质量为 m_0 , 长度为 l_0 , 当它沿棒长方向作高速的匀速直线运动时, 测得它的长为 l , 那么, 该棒的运动速度 $v = \underline{\hspace{2cm}}$, 该棒所具有的动能 $E_K = \underline{\hspace{2cm}}$ 。
15. 5361: 某加速器将电子加速到能量 $E = 2 \times 10^6 \text{ eV}$ 时, 该电子的动能 $E_K = \underline{\hspace{2cm}}$ eV 。(电子的静止质量 $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$, $1 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$)

三、计算题

1. 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 $U = 0.8c$ (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?
2. 4490: 地球的半径约为 $R_0 = 6376 \text{ km}$, 它绕太阳的速率约为 $U = 30 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$, 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)
3. 4491: 假定在实验室中测得静止在实验室中的 π^+ 子(不稳定的粒子)的寿命为 $2.2 \times 10^{-6} \text{ s}$, 而当它相对于实验室运动时实验室中测得它的寿命为 $1.63 \times 10^{-6} \text{ s}$ 。试问: 这两个测量结果符合相对论的什么结论? π^+ 子相对于实验室的速度是真空中光速 c 的多少倍?
4. 4500: 一电子以 $U = 0.99c$ (c 为真空中光速)的速率运动。试求: (1) 电子的总能量是多少? (2) 电子的经典力学的动能与相对论动能之比是多少? (电子静止质量 $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$)

一、选择题

1. 4351: A 2. 4352: B 3. 8015: D 4. 4164: B 5. 4169: B 6. 4356: C
 7. 4358: C 8. 4359: A 9. 4355: A 10. 5362: C 11. 5613: C 12. 5614: D
 13. 4173: C 14. 4174: A 15. 4177: C 16. 4498: C 17. 4724: A 18. 4726: C

二、填空题

1. 4715: c 2. 4166: 2.60×10^8
 3. 4167: $1.29 \times 10^{-5} \text{ s}$ 4. 4171: 8.89×10^{-8}
 5. 4363: $2.91 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 6. 5616: $1/\sqrt{1-(u/c)^2} \text{ m}$
 7. 4175: $0.25m_e c^2$ 8. 4176: $\frac{1}{2}\sqrt{3}c$
 9. 4240: 5.8×10^{-13} ; 8.04×10^{-2} 10. 4499: $v = \sqrt{3}c/2$; $v = \sqrt{3}c/2$
 11. 4729: 4 12. 4730: 4
 13. 4733: $m_0 c^2 (n-1)$ 14. 4734: $c\sqrt{1-(l/l_0)^2}$; $m_0 c^2 (\frac{l_0-l}{l})$
 15. 5361: 1.49×10^6

三、计算题

1. 4364: 解: (1) 观测站测得飞船船身的长度为: $L = L_0 \sqrt{1-(v/c)^2} = 54 \text{ m}$
 则: $t_1 = L/v = 2.25 \times 10^{-7} \text{ s}$ -----3 分
 (2) 宇航员测得飞船船身的长度为 L_0 , 则: $t_2 = L_0/v = 3.75 \times 10^{-7} \text{ s}$ -----2 分
 2. 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。

$R = R_0 \sqrt{1-(v/c)^2}$ -----2 分

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

$R = 3.2 \text{ cm}$ -----3 分

3. 4491: 解: 它符合相对论的时间膨胀(或运动时钟变慢)的结论 -----2 分

设 μ^+ 子相对于实验室的速度为 v

μ^+ 子的固有寿命 $\tau_0 = 2.2 \times 10^{-6} \text{ s}$

μ^+ 子相对实验室作匀速运动时的寿命 $\tau = 1.63 \times 10^{-5} \text{ s}$

按时间膨胀公式: $\tau = \tau_0 / \sqrt{1-(v/c)^2}$

移项整理得: $v = (c/\tau) \sqrt{\tau^2 - \tau_0^2} = c \sqrt{1-(\tau_0/\tau)^2} = 0.99c$ -----3 分

4. 4500: 解: (1) $E = mc^2 = m_e c^2 / \sqrt{1-(v/c)^2} = 5.8 \times 10^{-13} \text{ J}$ -----2 分

(2) $E_{K0} = \frac{1}{2} m_e v^2 = 4.01 \times 10^{-14} \text{ J}$

$$E_K = mc^2 - m_e c^2 = [(1/\sqrt{1-(v/c)^2}) - 1]m_e c^2 = 4.99 \times 10^{-13} \text{ J}$$

$$\therefore E_{K0} / E_K = 8.04 \times 10^{-2} \text{ -----3 分}$$

04 机械振动

一、选择题：

1. 3001: 把单摆摆球从平衡位置向位移正方向拉开, 使摆线与竖直方向成一微小角度 θ , 然后由静止放手任其振动, 从放手时开始计时。若用余弦函数表示其运动方程, 则该单摆振动的初相为

- (A) π (B) $\pi/2$ (C) 0 (D) θ

2. 3002: 两个质点各自作简谐振动, 它们的振幅相同、周期相同。第一个质点的振动方程为 $x_1 = A \cos(\omega t + \alpha)$ 。当第一个质点从相对于其平衡位置的正位移处回到平衡位置时, 第二个质点正在最大正位移处。则第二个质点的振动方程为:

(A) $x_2 = A \cos(\omega t + \alpha + \frac{1}{2}\pi)$ (B) $x_2 = A \cos(\omega t + \alpha - \frac{1}{2}\pi)$

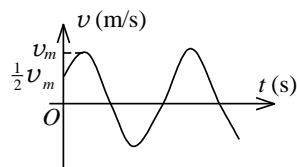
(C) $x_2 = A \cos(\omega t + \alpha - \frac{3}{2}\pi)$ (D) $x_2 = A \cos(\omega t + \alpha + \pi)$

3. 3007: 一质量为 m 的物体挂在劲度系数为 k 的轻弹簧下面, 振动角频率为 ω 。若把此弹簧分割成二等份, 将物体 m 挂在分割后的一根弹簧上, 则振动角频率是

- (A) 2ω (B) $\sqrt{2}\omega$ (C) $\omega/\sqrt{2}$ (D) $\omega/2$

(B) 4. 3396: 一质点作简谐振动。其运动速度与时间的曲线如图所示。若质点的振动规律用余弦函数描述, 则其初相应为

- (A) $\pi/6$ (B) $5\pi/6$
(C) $-5\pi/6$ (D) $-\pi/6$
(E) $-2\pi/3$



5. 3552: 一个弹簧振子和一个单摆 (只考虑小幅度摆动), 在地面上的固有振动周期分别为 T_1 和 T_2 。将它们拿到月球上去, 相应的周期分别为 T'_1 和 T'_2 。则有

- (A) $T'_1 > T_1$ 且 $T'_2 > T_2$ (B) $T'_1 < T_1$ 且 $T'_2 < T_2$
(C) $T'_1 = T_1$ 且 $T'_2 = T_2$ (D) $T'_1 = T_1$ 且 $T'_2 > T_2$

6. 5178: 一质点沿 x 轴作简谐振动, 振动方程为 $x = 4 \times 10^{-2} \cos(2\pi t + \frac{1}{3}\pi)$ (SI)。从 $t = 0$ 时刻起, 到质点位置在 $x = -2$ cm 处, 且向 x 轴正方向运动的最短时间间隔为

- (A) $\frac{1}{8}$ s (B) $\frac{1}{6}$ s (C) $\frac{1}{4}$ s (D) $\frac{1}{3}$ s (E) $\frac{1}{2}$ s

7. 5179: 一弹簧振子, 重物的质量为 m , 弹簧的劲度系数为 k , 该振子作振幅为 A 的简谐振动。当重物通过平衡位置且向规定的正方向运动时, 开始计时。则其振动方程为:

(A) $x = A \cos(\sqrt{k/m} t + \frac{1}{2}\pi)$ (B) $x = A \cos(\sqrt{k/m} t - \frac{1}{2}\pi)$

(C) $x = A \cos(\sqrt{m/k} t + \frac{1}{2}\pi)$ (D) $x = A \cos(\sqrt{m/k} t - \frac{1}{2}\pi)$

(E) $x = A \cos\sqrt{k/m} t$

8. 5312: 一质点在 x 轴上作简谐振动, 振幅 $A = 4$ cm, 周期 $T = 2$ s, 其平衡位置取作坐标原点。若 $t = 0$ 时刻质点第一次通过 $x = -2$ cm 处, 且向 x 轴负方向运动, 则质点第二次通过 $x = -2$ cm 处的时刻为

- (A) 1 s (B) $(2/3)$ s (C) $(4/3)$ s (D) 2 s

9. 5501: 一物体作简谐振动, 振动方程为 $x = A \cos(\omega t + \frac{1}{4}\pi)$ 。在 $t = T/4$ (T 为周

期)时刻, 物体的加速度为

- (A) $-\frac{1}{2}\sqrt{2}A\omega^2$ (B) $\frac{1}{2}\sqrt{2}A\omega^2$ (C) $-\frac{1}{2}\sqrt{3}A\omega^2$ (D) $\frac{1}{2}\sqrt{3}A\omega^2$

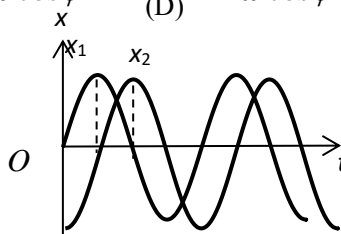
10. 5502: 一质点作简谐振动, 振动方程为 $x = A\cos(\omega t + \phi)$, 当时间 $t = T/2$ (T 为周期) 时, 质点的速度为

- (A) $-A\omega \sin \phi$ (B) $A\omega \sin \phi$ (C) $-A\omega \cos \phi$ (D) $A\omega \cos \phi$

11. 3030: 两个同周期简谐振动曲线如图所示。

x_1 的相位比 x_2 的相位

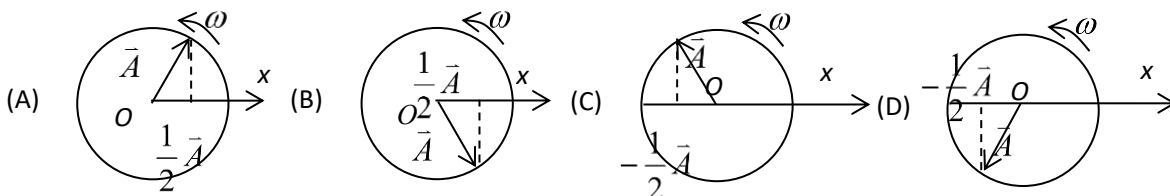
- (A) 落后 $\pi/2$
 (B) 超前 $\pi/2$
 (C) 落后 π
 (D) 超前 π



3030 图

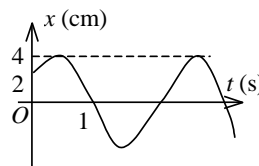
12. 3042: 一个质点作简谐振动, 振幅为 A , 在起始时刻质点的位移为 $\frac{A}{2}$, 且向 x 轴的正方向运动, 代表此简谐振动的旋转矢量图为

[B]



13. 3254: 一质点作简谐振动, 周期为 T . 质点由平衡位置向 x 轴正方向运动时, 由平衡位置到二分之一最大位移这段路程所需要的时间为

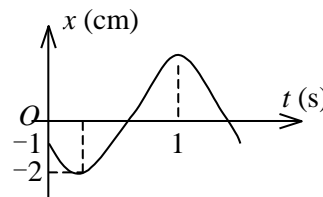
- (A) $T/4$ (B) $T/6$ (C) $T/8$ (D) $T/12$
 14. 3270: 一简谐振动曲线如图所示。则振动周期是
 (A) 2.62 s (B) 2.40 s
 (C) 2.20 s (D) 2.00 s



3270 图

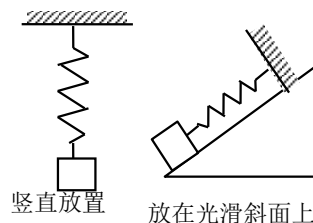
15. 5186: 已知某简谐振动的振动曲线如图所示, 位移的单位为厘米, 时间单位为秒。则此简谐振动的振动方程为:

- (A) $x = 2\cos(\frac{2}{3}\pi t + \frac{2}{3}\pi)$ (B) $x = 2\cos(\frac{2}{3}\pi t - \frac{2}{3}\pi)$
 (C) $x = 2\cos(\frac{4}{3}\pi t + \frac{2}{3}\pi)$ (D) $x = 2\cos(\frac{4}{3}\pi t - \frac{2}{3}\pi)$
 (E) $x = 2\cos(\frac{4}{3}\pi t - \frac{1}{4}\pi)$



16. 3023: 一弹簧振子, 当把它水平放置时, 它可以作简谐振动。若把它竖直放置或放在固定的光滑斜面上, 试判断下面哪种情况是正确的:

- (A) 竖直放置可作简谐振动, 放在光滑斜面上不能作简谐振动
 (B) 竖直放置不能作简谐振动, 放在光滑斜面上可作简谐振动
 (C) 两种情况都可作简谐振动
 (D) 两种情况都不能作简谐振动



17. 3028: 一弹簧振子作简谐振动, 总能量为 E_1 , 如果简谐振动振幅增加为原来的两倍, 重物的质量增为原来的四倍, 则它的总能量 E_2 变为

- (A) $E_1/4$ (B) $E_1/2$ (C) $2E_1$ (D) $4E_1$

18. 3393: 当质点以频率 ν 作简谐振动时, 它的动能的变化频率为

- (A) 4ν (B) 2ν (C) ν (D) $\frac{1}{2}\nu$

19. 3560: 弹簧振子在光滑水平面上作简谐振动时, 弹性力在半个周期内所作的功为

- (A) kA^2 (B) $\frac{1}{2}kA^2$ (C) $(1/4)kA^2$ (D) 0

20. 5182: 一弹簧振子作简谐振动, 当位移为振幅的一半时, 其动能为总能量的

- (A) $1/4$ (B) $1/2$ (C) $1/\sqrt{2}$ (D) $3/4$ (E) $\sqrt{3}/2$

21. 5504: 一物体作简谐振动, 振动方程为 $x = A \cos(\omega t + \frac{1}{2}\pi)$ 。则该物体在 $t=0$ 时刻的动能与 $t=T/8$ (T 为振动周期) 时刻的动能之比为:

- (A) 1:4 (B) 1:2 (C) 1:1 (D) 2:1 (E) 4:1

22. 5505: 一质点作简谐振动, 其振动方程为 $x = A \cos(\omega t + \phi)$ 。在求质点的振动动能时,

得出下面 5 个表达式: (1) $\frac{1}{2}m\omega^2 A^2 \sin^2(\omega t + \phi)$ (2) $\frac{1}{2}m\omega^2 A^2 \cos^2(\omega t + \phi)$

(3) $\frac{1}{2}kA^2 \sin^2(\omega t + \phi)$ (4) $\frac{1}{2}kA^2 \cos^2(\omega t + \phi)$ (5) $\frac{2\pi^2}{T^2}mA^2 \sin^2(\omega t + \phi)$

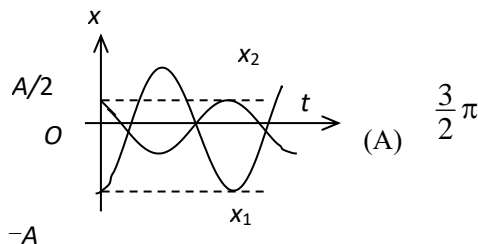
其中 m 是质点的质量, k 是弹簧的劲度系数, T 是振动的周期。这些表达式中

- (A) (1), (4)是对的 (B) (2), (4)是对的 (C) (1), (5)是对的
(D) (3), (5)是对的 (E) (2), (5)是对的

23. 3008: 一长度为 l 、劲度系数为 k 的均匀轻弹簧分割成长度分别为 l_1 和 l_2 的两部分, 且 $l_1 = n l_2$, n 为整数。则相应的劲度系数 k_1 和 k_2 为

- (A) $k_1 = \frac{kn}{n+1}$, $k_2 = k(n+1)$ (B) $k_1 = \frac{k(n+1)}{n}$, $k_2 = \frac{k}{n+1}$
(C) $k_1 = \frac{k(n+1)}{n}$, $k_2 = k(n+1)$ (D) $k_1 = \frac{kn}{n+1}$, $k_2 = \frac{k}{n+1}$

24. 3562: 图中所画的是两个简谐振动的振动曲线。若这两个简谐振动可叠加, 则合成的余弦振动的初相为



- (B) π

- (C) $\frac{1}{2}\pi$

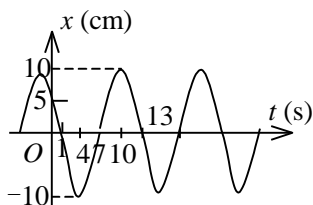
- (D) 0

二、填空题:

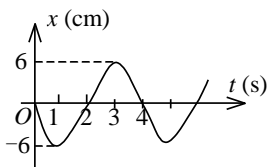
- 3009: 一弹簧振子作简谐振动, 振幅为 A , 周期为 T , 其运动方程用余弦函数表示。若 $t=0$ 时, (1) 振子在负的最大位移处, 则初相为_____ ; (2) 振子在平衡位置向正方向运动, 则初相为_____ ; (3) 振子在位移为 $A/2$ 处, 且向负方向运动, 则初相为_____。
- 3390: 一质点作简谐振动, 速度最大值 $v_m = 5 \text{ cm/s}$, 振幅 $A = 2 \text{ cm}$ 。若令速度具有正最大值的那一时刻为 $t=0$, 则振动表达式为_____。
- 3557: 一质点沿 x 轴作简谐振动, 振动范围的中心点为 x 轴的原点。已知周期为 T , 振幅为 A 。(1)若 $t=0$ 时质点过 $x=0$ 处且朝 x 轴正方向运动, 则振动方程为 $x = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

$$x = \frac{1}{2}A$$

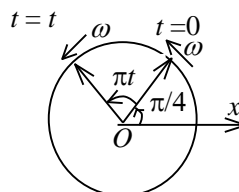
- (2)若 $t=0$ 时质点处于 $x = \frac{1}{2}A$ 处且向 x 轴负方向运动, 则振动方程为 $x =$ _____。
4. 3816: 一质点沿 x 轴以 $x=0$ 为平衡位置作简谐振动, 频率为 0.25 Hz 。 $t=0$ 时, $x = -0.37 \text{ cm}$ 而速度等于零, 则振幅是_____, 振动的数值表达式为_____。
5. 3817: 一简谐振动的表达式为 $x = A \cos(3t + \phi)$, 已知 $t=0$ 时的初位移为 0.04 m , 初速度为 0.09 m/s , 则振幅 $A =$ _____, 初相 $\phi =$ _____。
6. 3818: 两个弹簧振子的周期都是 0.4 s , 设开始时第一个振子从平衡位置向负方向运动, 经过 0.5 s 后, 第二个振子才从正方向的端点开始运动, 则这两振动的相位差为_____。
7. 3819: 两质点沿水平 x 轴线作相同频率和相同振幅的简谐振动, 平衡位置都在坐标原点。它们总是沿相反方向经过同一个点, 其位移 x 的绝对值为振幅的一半, 则它们之间的相位差为_____。
8. 3820: 将质量为 0.2 kg 的物体, 系于劲度系数 $k = 19 \text{ N/m}$ 的竖直悬挂的弹簧的下端。假定在弹簧不变形的位置将物体由静止释放, 然后物体作简谐振动, 则振动频率为_____, 振幅为_____。
9. 3033: 一简谐振动用余弦函数表示, 其振动曲线如图所示, 则此简谐振动的三个特征量为 $A =$ _____; $\omega =$ _____; $\phi =$ _____。



3033 图

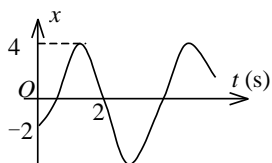


3041 图

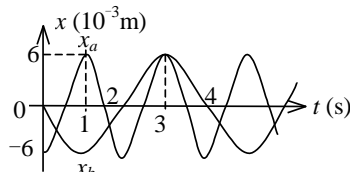


3046 图

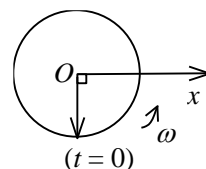
10. 3041: 一简谐振动曲线如图所示, 则由图可确定在 $t=2 \text{ s}$ 时刻质点的位移为_____, 速度为_____。
11. 3046: 一简谐振动的旋转矢量图如图所示, 振幅矢量长 2 cm , 则该简谐振动的初相为_____. 振动方程为_____。
12. 3398: 一质点作简谐振动。其振动曲线如图所示。根据此图, 它的周期 $T =$ _____, 用余弦函数描述时初相 $\phi =$ _____。



3398 图



3399 图



3567 图

13. 3399: 已知两简谐振动曲线如图所示, 则这两个简谐振动方程 (余弦形式) 分别为_____和_____。
14. 3567: 图中用旋转矢量法表示了一个简谐振动。旋转矢量的长度为 0.04 m , 旋转角速度 $\omega = 4\pi \text{ rad/s}$ 。此简谐振动以余弦函数表示的振动方程为 $x =$ _____ (SI)。
15. 3029: 一物块悬挂在弹簧下方作简谐振动, 当这物块的位移等于振幅的一半时, 其动能是总能量的_____。(设平衡位置处势能为零)。当这物块在平衡位置时, 弹簧的长度比原长长 Δl , 这一振动系统的周期为_____。
16. 3268 一系统作简谐振动, 周期为 T , 以余弦函数表达振动时, 初相为零。在 $0 \leq t \leq \frac{1}{2}T$ 范围内, 系统在 $t =$ _____ 时刻动能和势能相等。
17. 3561: 质量为 m 物体和一个轻弹簧组成弹簧振子, 其固有振动周期为 T 。当它作振幅为 A 自由简谐振动时, 其振动能量 $E =$ _____。
18. 3821: 一弹簧振子系统具有 1.0 J 的振动能量, 0.10 m 的振幅和 1.0 m/s 的最大速率, 则弹簧的劲度系数为_____, 振子的振动频率为_____。

19. 3401: 两个同方向同频率的简谐振动, 其振动表达式分别为:

$$x_1 = 6 \times 10^{-2} \cos(5t + \frac{1}{2}\pi) \quad (\text{SI}), \quad x_2 = 2 \times 10^{-2} \cos(\pi - 5t) \quad (\text{SI})$$

它们的合振动的振幅为_____，初相为_____。

20. 3839: 两个同方向的简谐振动, 周期相同, 振幅分别为 $A_1 = 0.05 \text{ m}$ 和 $A_2 = 0.07 \text{ m}$, 它们合成为一个振幅为 $A = 0.09 \text{ m}$ 的简谐振动。则这两个分振动的相位差_____rad。

21. 5314: 一质点同时参与了两个同方向的简谐振动, 它们的振动方程分别为

$$x_1 = 0.05 \cos(\omega t + \frac{1}{4}\pi) \quad (\text{SI}), \quad x_2 = 0.05 \cos(\omega t + \frac{9}{12}\pi) \quad (\text{SI})$$

其合成运动的运动方程为 $x =$ _____。

22. 5315: 两个同方向同频率的简谐振动, 其合振动的振幅为 20 cm , 与第一个简谐振动的相位差为 $\phi - \phi_1 = \pi/6$ 。若第一个简谐振动的振幅为 $10\sqrt{3} \text{ cm} = 17.3 \text{ cm}$, 则第二个简谐振动的振幅为_____cm, 第一、二两个简谐振动的相位差 $\phi_1 - \phi_2$ 为_____。

三、计算题:

1. 3017: 一质点沿 x 轴作简谐振动, 其角频率 $\omega = 10 \text{ rad/s}$ 。试分别写出以下两种初始状态下的振动方程: (1) 其初始位移 $x_0 = 7.5 \text{ cm}$, 初始速度 $v_0 = 75.0 \text{ cm/s}$; (2) 其初始位移 $x_0 = 7.5 \text{ cm}$, 初始速度 $v_0 = -75.0 \text{ cm/s}$ 。

2. 3018: 一轻弹簧在 60 N 的拉力下伸长 30 cm 。现把质量为 4 kg 的物体悬挂在该弹簧的下端并使之静止, 再把物体向下拉 10 cm , 然后由静止释放并开始计时。求: (1) 物体的振动方程; (2) 物体在平衡位置上方 5 cm 时弹簧对物体的拉力; (3) 物体从第一次越过平衡位置时刻起到它运动到上方 5 cm 处所需要的最短时间。

3. 5191: 一物体作简谐振动, 其速度最大值 $v_m = 3 \times 10^2 \text{ m/s}$, 其振幅 $A = 2 \times 10^2 \text{ m}$ 。若 $t = 0$ 时, 物体位于平衡位置且向 x 轴的负方向运动。求: (1) 振动周期 T ; (2) 加速度的最大值 a_m ; (3) 振动方程的数值式。

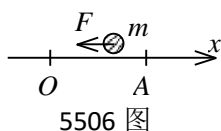
4. 3391: 在一竖直轻弹簧的下端悬挂一小球, 弹簧被拉长 $l_0 = 1.2 \text{ cm}$ 而平衡。再经拉动后, 该小球在竖直方向作振幅为 $A = 2 \text{ cm}$ 的振动, 试证此振动为简谐振动; 选小球在正最大位移处开始计时, 写出此振动的数值表达式。

5. 3835 在竖直悬挂的轻弹簧下端系一质量为 100 g 的物体, 当物体处于平衡状态时, 再对物体加一拉力使弹簧伸长, 然后从静止状态将物体释放。已知物体在 32 s 内完成 48 次振动, 振幅为 5 cm 。(1) 上述的外加拉力是多大? (2) 当物体在平衡位置以下 1 cm 处时, 此振动系统的动能和势能各是多少?

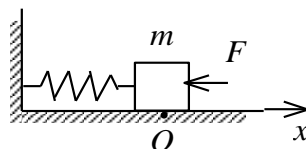
6. 3836 在一竖直轻弹簧下端悬挂质量 $m = 5 \text{ g}$ 的小球, 弹簧伸长 $\Delta l = 1 \text{ cm}$ 而平衡。经推动后, 该小球在竖直方向作振幅为 $A = 4 \text{ cm}$ 的振动, 求: (1) 小球的振动周期; (2) 振动能量。

7. 5506 一物体质量 $m = 2 \text{ kg}$, 受到的作用力为 $F = -8x$ (SI)。若该物体偏离坐标原点 O 的最大位移为 $A = 0.10 \text{ m}$, 则物体动能的最大值为多少?

8. 5511 如图, 有一水平弹簧振子, 弹簧的劲度系数 $k = 24 \text{ N/m}$, 重物的质量 $m = 6 \text{ kg}$, 重物静止在平衡位置上。设以一水平恒力 $F = 10 \text{ N}$ 向左作用于物体 (不计摩擦), 使之由平衡位置向左运动了 0.05 m 时撤去力 F 。当重物运动到左方最远位置时开始计时, 求物体的运动方程。



5506 图



5511 图

一、选择题:

1. 3001: C; 2. 3002: B; 3. 3007: B; 4. 3396: C; 5. 3552: D;
 6. 5178: E; 7. 5179: B; 8. 5312: B; 9. 5501: B; 10. 5502: B;
 11. 3030: B; 12. 3042: B; 13. 3254: D; 14. 3270: B; 15. 5186: C;
 16. 3023: C; 17. 3028: D; 18. 3393: B; 19. 3560: D; 20. 5182: D;
 21. 5504: D; 22. 5505: C; 23. 3008: C; 24. 3562: B;

二、填空题:

1. 3009: π ; $-\pi/2$; $\pi/3$

$$x = 2 \times 10^{-2} \cos(5t/2 - \frac{1}{2}\pi)$$
2. 3390:

$$A \cos(\frac{2\pi t}{T} - \frac{1}{2}\pi); \quad A \cos(\frac{2\pi t}{T} + \frac{1}{3}\pi)$$
3. 3557:

$$x = 0.37 \times 10^{-2} \cos(\frac{1}{2}\pi t \pm \pi)$$
4. 3816: 0.37 cm;
 5. 3817: 0.05 m; -0.205π (或 -36.9°)
 6. 3818: π
 7. 3819: $\pm 2\pi/3$
 8. 3820: 1.55 Hz; 0.103 m
 9. 3033: 10 cm ($\pi/6$) rad/s; $\pi/3$
 10. 3041: 0; 3π cm/s
 11. 3046: $\pi/4$; $x = 2 \times 10^{-2} \cos(\pi t + \pi/4)$ (SI)
 12. 3398: 3.43 s; $-2\pi/3$
13. 3399: $x_a = 6 \times 10^{-3} \cos(\pi t + \pi)$ (SI); $x_b = 6 \times 10^{-3} \cos(\frac{1}{2}\pi t + \frac{1}{2}\pi)$ (SI)
14. 3567:

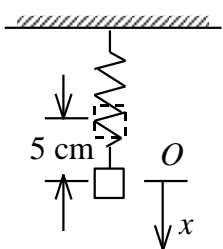
$$0.04 \cos(4\pi t - \frac{1}{2}\pi)$$
15. 3029: $3/4$; $2\pi\sqrt{\Delta l/g}$
 16. 3268: $T/8$; $3T/8$
 17. 3561: $2\pi^2 mA^2/T^2$
 18. 3821: 2×10^2 N/m; 1.6 Hz
 19. 3401: 4×10^{-2} m; $\frac{1}{2}\pi$
 20. 3839: 1.47
21. 5314:

$$0.05 \cos(\omega t + \frac{23}{12}\pi) \quad (\text{SI}) \quad \text{或} \quad 0.05 \cos(\omega t - \frac{1}{12}\pi) \quad (\text{SI})$$
22. 5315: 10; $-\frac{1}{2}\pi$

三、计算题:

1. 3017: 解: 振动方程: $x = A \cos(\omega t + \phi)$
 (1) $t = 0$ 时 $x_0 = 7.5 \text{ cm} = A \cos \phi$; $v_0 = 75 \text{ cm/s} = -A \sin \phi$
 解上两个方程得: $A = 10.6 \text{ cm}$ -----1分; $\phi = -\pi/4$ -----1分
 $\therefore x = 10.6 \times 10^{-2} \cos[10t - (\pi/4)]$ (SI)-----1分
 (2) $t = 0$ 时 $x_0 = 7.5 \text{ cm} = A \cos \phi$; $v_0 = -75 \text{ cm/s} = -A \sin \phi$
 解上两个方程得: $A = 10.6 \text{ cm}$, $\phi = \pi/4$ -----1分
 $\therefore x = 10.6 \times 10^{-2} \cos[10t + (\pi/4)]$ (SI)-----1分

2. 3018: 解: $k = f/x = 200 \text{ N/m}$, $\omega = \sqrt{k/m} \approx 7.07 \text{ rad/s}$ -----2 分

(1) 选平衡位置为原点, x 轴指向下方 (如图所示), 

(2) $t = 0$ 时, $x_0 = 10A \cos \phi$, $v_0 = 0 = -A\omega \sin \phi$

解以上二式得: $A = 10 \text{ cm}$, $\phi = 0$ -----2 分

\therefore 振动方程 $x = 0.1 \cos(7.07t)$ (SI)-----1 分

(2) 物体在平衡位置上方 5 cm 时, 弹簧对物体的拉力: $f = m(g-a)$

而: $a = -\omega^2 x = 2.5 \text{ m/s}^2$

$\therefore f = 4(9.8 - 2.5) \text{ N} = 29.2 \text{ N}$ -----3 分

(3) 设 t_1 时刻物体在平衡位置, 此时 $x = 0$, 即: $0 = A \cos \omega t_1$ 或 $\cos \omega t_1 = 0$

\therefore 此时物体向上运动, $v < 0$; $\therefore \omega t_1 = \pi/2$, $t_1 = \pi/2\omega = 0.222 \text{ s}$ -----1 分

再设 t_2 时物体在平衡位置上方 5 cm 处, 此时 $x = -5$, 即: $-5 = A \cos \omega t_2$, $\cos \omega t_2 = -1/2$

$\therefore 0, \omega t_2 = 2\pi/3$, $t_2 = 2\pi/3\omega = 0.296 \text{ s}$ -----2 分

$\Delta t = t_2 - t_1 = (0.296 - 0.222) \text{ s} = 0.074 \text{ s}$ -----1 分

3. 5191: 解: (1) $v_m = \omega A$ $\therefore \omega = v_m / A = 1.5 \text{ s}^{-1}$

$\therefore T = 2\pi/\omega = 4.19 \text{ s}$ -----3 分

(2) $a_m = \omega^2 A = v_m \omega = 4.5 \times 10^{-2} \text{ m/s}^2$ -----2 分

(3) $\phi = \frac{1}{2}\pi$, $x = 0.02 \cos(1.5t + \frac{1}{2}\pi)$ (SI)-----3 分

4. 3391: 解: 设小球的质量为 m , 则弹簧的劲度系数: $k = mg/l_0$

选平衡位置为原点, 向下为正方向. 小球在 x 处时,

根据牛顿第二定律得: $mg - k(l_0 + x) = m d^2 x / dt^2$

将 $k = mg/l_0$, 代入整理后得: $d^2 x / dt^2 + gx/l_0 = 0$

\therefore 此振动为简谐振动, 其角频率为-----3 分

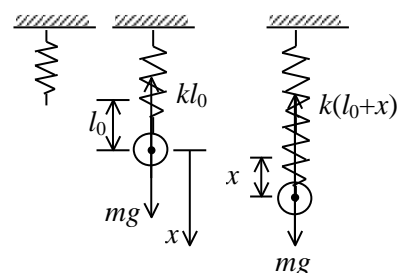
$\omega = \sqrt{g/l_0} = 28.58 = 9.1\pi$ -----2 分

设振动表达式为: $x = A \cos(\omega t + \phi)$

由题意: $t = 0$ 时, $x_0 = A = 2 \times 10^{-2} \text{ m}$, $v_0 = 0$,

解得: $\phi = 0$ -----1 分

$\therefore x = 2 \times 10^{-2} \cos(9.1\pi t)$ -----2 分



5. 3835: 解一: (1) 取平衡位置为原点, 向下为 x 正方向. 设物体在平衡位置时弹簧的伸

长量为 Δl , 则有 $mg = k\Delta l$, 加拉力 F 后弹簧又伸长 x_0 , 则: $F + mg - k(\Delta l + x_0) = 0$

解得: $F = kx_0$ -----2 分

由题意, $t = 0$ 时 $v_0 = 0$; $x = x_0$ 则: $A = \sqrt{x_0^2 + (v_0/\omega)^2} = x_0$ -----2 分

又由题给物体振动周期 $T = \frac{32}{48} \text{ s}$, 可得角频率 $\omega = \frac{2\pi}{T}$, $k = m\omega^2$

$\therefore F = kA = (4\pi^2 m / T^2) A = 0.444 \text{ N}$ -----1 分

(2) 平衡位置以下 1 cm 处: $v^2 = (2\pi/T)^2 (A^2 - x^2)$ -----2 分

$E_k = \frac{1}{2} m v^2 = 1.07 \times 10^{-2} \text{ J}$ -----2 分

$$E_p = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}(4\pi^2m/T^2)x^2 = 4.44 \times 10^{-4} \text{ J} \text{-----1 分}$$

解二: (1) 从静止释放, 显然拉长量等于振幅 A (5 cm), $F = kA$ -----2 分

$$k = m\omega^2 = 4m\pi^2\nu^2, \nu = 1.5 \text{ Hz} \text{-----2 分}$$

$$\therefore F = 0.444 \text{ N} \text{-----1 分}$$

$$E = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}FA = 1.11 \times 10^{-2} \text{ J} \text{-----2 分}$$

(2) 总能量:

当 $x = 1 \text{ cm}$ 时, $x = A/5$, E_p 占总能量的 $1/25$, E_k 占 $24/25$ -----2 分

$$\therefore E_k = (24/25)E = 1.07 \times 10^{-2} \text{ J}, E_p = E/25 = 4.44 \times 10^{-4} \text{ J} \text{-----1 分}$$

6. 3836: 解: (1) $T = 2\pi/\omega = 2\pi\sqrt{m/k} = 2\pi\sqrt{m/(g/\Delta l)} = 0.201 \text{ s} \text{-----3 分}$

(2) $E = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}(mg/\Delta l)A^2 = 3.92 \times 10^{-3} \text{ J} \text{-----2 分}$

7. 5506: 解: 由物体受力 $F = -8x$ 可知物体作简谐振动, 且和 $F = -kx$ 比较, 知 $k = 8 \text{ N/m}$,

则: $\omega^2 = k/m = 4 \text{ (rad/s)}^2 \text{-----2 分}$

简谐振动动能最大值为: $E_{km} = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 = 0.04 \text{ J} \text{-----3 分}$

8. 5511: 解: 设物体的运动方程为: $x = A \cos(\omega t + \phi)$

恒外力所做的功即为弹簧振子的能量: $F \times 0.05 = 0.5 \text{ J} \text{-----2 分}$

当物体运动到左方最远位置时, 弹簧的最大弹性势能为 0.5 J , 即: $\frac{1}{2}kA^2 = 0.5 \text{ J}$,

$$\therefore A = 0.204 \text{ m} \text{-----2 分}$$

A 即振幅。

$$\omega^2 = k/m = 4 \text{ (rad/s)}^2 \Rightarrow \omega = 2 \text{ rad/s} \text{-----2 分}$$

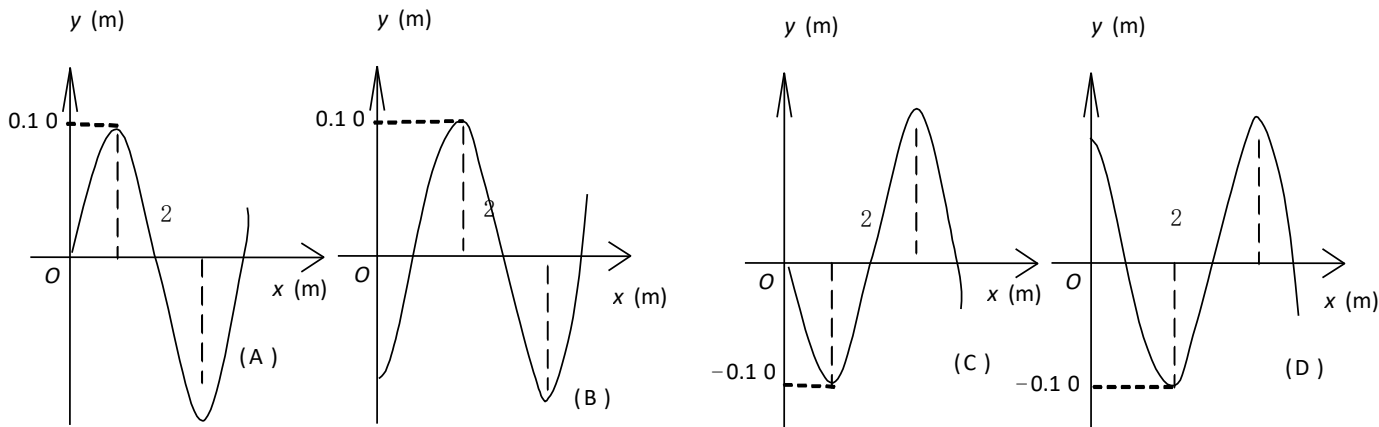
按题目所述时刻计时, 初相为 $\phi = \pi$ -----2 分

$$\therefore \text{物体运动方程为: } x = 0.204 \cos(2t + \pi) \text{ (SI)} \text{-----2 分}$$

05 机械波

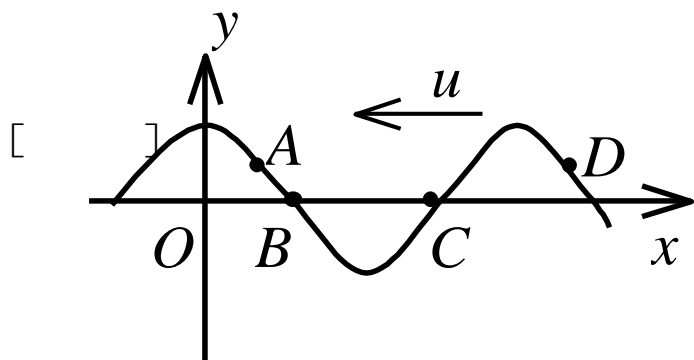
一、选择题:

1. 3147: 一平面简谐波沿 Ox 正方向传播, 波动表达式为 $y = 0.10 \cos[2\pi(\frac{t}{2} - \frac{x}{4}) + \frac{\pi}{2}]$ (SI), 该波在 $t = 0.5$ s 时刻的波形图是 []



2. 3407: 横波以波速 u 沿 x 轴负方向传播。 t 时刻波形曲线如图。 则该时刻

- (A) A 点振动速度大于零
- (B) B 点静止不动
- (C) C 点向下运动
- (D) D 点振动速度小于零



3. 3411: 若一平面简谐波的表达式为 $y = A \cos(Bt - Cx)$, 式中 A, B, C 为正值常量, 则:

- (A) 波速为 C
- (B) 周期为 $1/B$
- (C) 波长为 $2\pi/C$
- (D) 角频率为 $2\pi/B$

[]

4. 3413: 下列函数 $f(x, t)$ 可表示弹性介质中的一维波动, 式中 A, a 和 b 是正的常量。 其中哪个函数表示沿 x 轴负向传播的行波?

- (A) $f(x, t) = A \cos(ax + bt)$
- (B) $f(x, t) = A \cos(ax - bt)$
- (C) $f(x, t) = A \cos ax \cdot \cos bt$
- (D) $f(x, t) = A \sin ax \cdot \sin bt$

[]

5. 3479: 在简谐波传播过程中, 沿传播方向相距为 $\frac{1}{2}\lambda$ (λ 为波长) 的两点的振动速度必定

- (A) 大小相同, 而方向相反
- (B) 大小和方向均相同
- (C) 大小不同, 方向相同
- (D) 大小不同, 而方向相反

[]

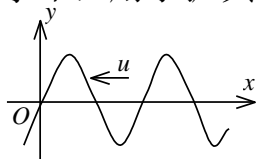
6. 3483: 一简谐横波沿 Ox 轴传播。 若 Ox 轴上 P_1 和 P_2 两点相距 $\lambda/8$ (其中 λ 为该波的波长), 则在波的传播过程中, 这两点振动速度的

- (A) 方向总是相同 (B) 方向总是相反
(C) 方向有时相同, 有时相反 (D) 大小总是不相等

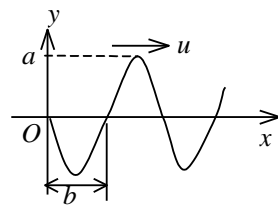
[]

7. 3841: 把一根十分长的绳子拉成水平, 用手握其一端。维持拉力恒定, 使绳端在垂直于绳子的方向上作简谐振动, 则

- (A) 振动频率越高, 波长越长
(B) 振动频率越低, 波长越长
(C) 振动频率越高, 波速越大
(D) 振动频率越低, 波速越大



3847 图



5193 图

8. 3847: 图为沿 x 轴负方向传播的平面简谐波在 $t = 0$ 时刻的波形。若波的表达式以余弦函数表示, 则 O 点处质点振动的初相为:

- (A) 0 (B) $\frac{1}{2}\pi$ (C) π (D) $\frac{3}{2}\pi$

[]

9. 5193: 一横波沿 x 轴负方向传播, 若 t 时刻波形曲线如图所示, 则在 $t + T/4$ 时刻 x 轴上的 1、2、3 三点的振动位移分别是:

- (A) $A, 0, -A$ (B) $-A, 0, A$ (C) $0, A, 0$ (D) $0, -A, 0$ []

10. 5513: 频率为 100 Hz, 传播速度为 300 m/s 的平面简谐波, 波线上距离小于波

长的两点振动的相位差为 $\frac{1}{3}\pi$, 则此两点相距

- (A) 2.86 m (B) 2.19 m (C) 0.5 m (D) 0.25 m

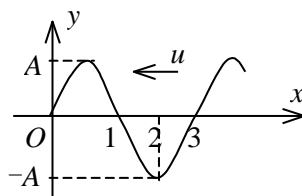
[]

11. 3068: 已知一平面简谐波的表达式为 $y = A\cos(at - bx)$ (a 、 b 为正值常量), 则

- (A) 波的频率为 a (B) 波的传播速度为 b/a
(C) 波长为 π/b (D) 波的周期为 $2\pi/a$ []

12. 3071: 一平面简谐波以速度 u 沿 x 轴正方向传播, 在 $t = t'$ 时波形曲线如图所示。则坐标原点 O 的振动方程为

- (A) $y = a \cos[\frac{u}{b}(t-t') + \frac{\pi}{2}]$ (B) $y = a \cos[2\pi\frac{u}{b}(t-t') - \frac{\pi}{2}]$
(C) $y = a \cos[\pi\frac{u}{b}(t+t') + \frac{\pi}{2}]$ (D) $y = a \cos[\pi\frac{u}{b}(t-t') - \frac{\pi}{2}]$

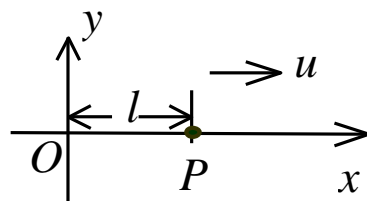


13. 3072: 如图所示, 一平面简谐波沿 x 轴正向传播, 已知 P 点的振动方程为

$$y = A\cos(\omega t + \phi_0)$$

则波的表达式为

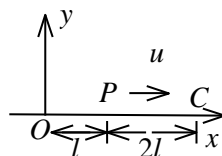
- (A) $y = A\cos\{\omega[t - (x-l)/u] + \phi_0\}$
(B) $y = A\cos\{\omega[t - (x/u)] + \phi_0\}$



(C) $y = A\cos\omega(t - x/u)$ (D) $y = A\cos\{\omega[t + (x-l)/u] + \phi_0\}$ []

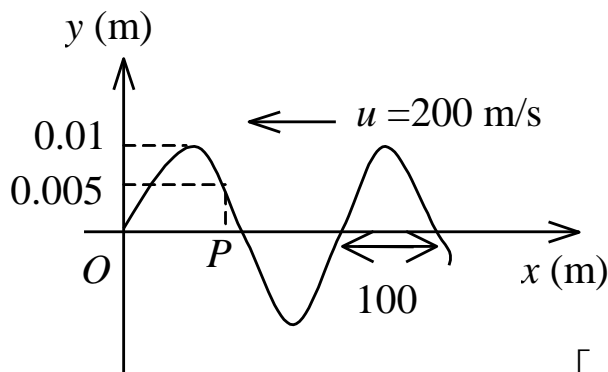
14. 3073: 如图, 一平面简谐波以波速 u 沿 x 轴正方向传播, O 为坐标原点。已知 P 点的振动方程为 $y = A\cos\omega t$, 则:

- (A) O 点的振动方程为 $y = A\cos\omega(t - l/u)$
 (B) 波的表达式为 $y = A\cos\omega[t - (l/u) - (l/u)]$
 (C) 波的表达式为 $y = A\cos\omega[t + (l/u) - (x/u)]$
 (D) C 点的振动方程为 $y = A\cos\omega(t - 3l/u)$



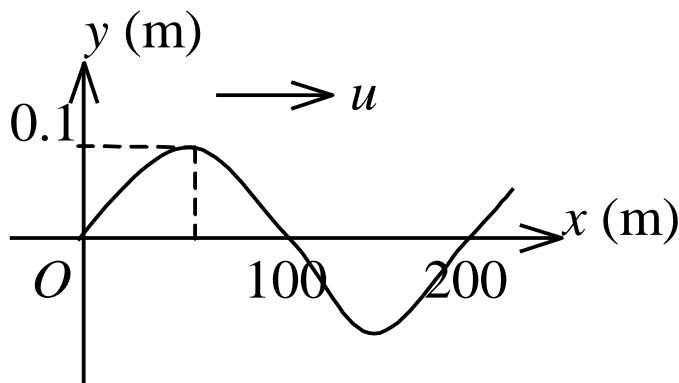
[]
 15. 3152: 图中画出一平面简谐波在 $t = 2$ s 时刻的波形图, 则平衡位置在 P 点的质点的振动方程是

- (A) $y_P = 0.01\cos[\pi(t - 2) + \frac{1}{3}\pi]$ (SI)
 (B) $y_P = 0.01\cos[\pi(t + 2) + \frac{1}{3}\pi]$ (SI)
 (C) $y_P = 0.01\cos[2\pi(t - 2) + \frac{1}{3}\pi]$ (SI)
 (D) $y_P = 0.01\cos[2\pi(t - 2) - \frac{1}{3}\pi]$ (SI)



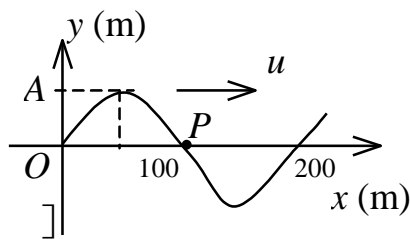
16. 3338: 图示一简谐波在 $t = 0$ 时刻的波形图, 波速 $u = 200$ m/s, 则图中 O 点的振动加速度的表达式为

- (A) $a = 0.4\pi^2 \cos(\pi t - \frac{1}{2}\pi)$ (SI)
 (B) $a = 0.4\pi^2 \cos(\pi t - \frac{3}{2}\pi)$ (SI)
 (C) $a = -0.4\pi^2 \cos(2\pi t - \pi)$ (SI)
 (D) $a = -0.4\pi^2 \cos(2\pi t + \frac{1}{2}\pi)$ (SI)



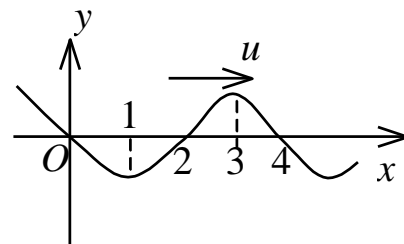
17. 3341: 图示一简谐波在 $t = 0$ 时刻的波形图, 波速 $u = 200$ m/s, 则 P 处质点的振动速度表达式为:

- (A) $v = -0.2\pi \cos(2\pi t - \pi)$ (SI)
 (B) $v = -0.2\pi \cos(\pi t - \pi)$ (SI)
 (C) $v = 0.2\pi \cos(2\pi t - \pi/2)$ (SI)
 (D) $v = 0.2\pi \cos(\pi t - 3\pi/2)$ (SI)



18. 3409: 一简谐波沿 x 轴正方向传播, $t = T/4$ 时的波形曲线如图所示。若振动以余弦函数表示, 且此题各点振动的初相取 $-\pi$ 到 π 之间的值, 则:

- (A) O 点的初相为 $\phi_0 = 0$ (B) 1 点的初相为 $\phi_1 = -\frac{1}{2}\pi$
 (C) 2 点的初相为 $\phi_2 = \pi$
 (D) 3 点的初相为 $\phi_3 = -\frac{1}{2}\pi$



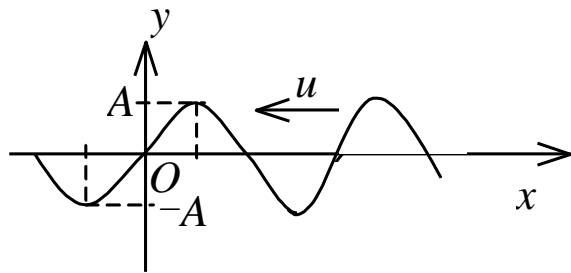
[]
 19. 3412: 一平面简谐波沿 x 轴负方向传播。已知 $x = x_0$ 处质点的振动方程为: $y = A\cos(\omega t + \phi_0)$, 若波速为 u , 则此波的表达式为

- (A) $y = A \cos\{\omega[t - (x_0 - x)/u] + \phi_0\}$
 (B) $y = A \cos\{\omega[t - (x - x_0)/u] + \phi_0\}$
 (C) $y = A \cos\{\omega t - [(x_0 - x)/u] + \phi_0\}$
 (D) $y = A \cos\{\omega t + [(x_0 - x)/u] + \phi_0\}$

[]

20. 3415: 一平面简谐波, 沿 x 轴负方向传播。角频率为 ω , 波速为 u 。设 $t = T/4$ 时刻的波形如图所示, 则该波的表达式为:

- (A) $y = A \cos \omega(t - xu)$
 (B) $y = A \cos[\omega(t - x/u) + \frac{1}{2}\pi]$
 (C) $y = A \cos[\omega(t + x/u)]$
 (D) $y = A \cos[\omega(t + x/u) + \pi]$



[]

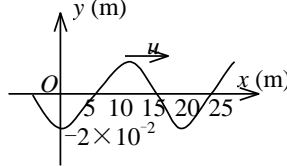
21. 3573: 一平面简谐波沿 x 轴负方向传播。已知 $x = b$ 处质点的振动方程为: $y = A \cos(\omega t + \phi_0)$, 波速为 u , 则波的表达式为:

- (A) $y = A \cos[\omega t + \frac{b+x}{u} + \phi_0]$ (B) $y = A \cos\{\omega[t - \frac{b+x}{u}] + \phi_0\}$
 (C) $y = A \cos\{\omega[t + \frac{x-b}{u}] + \phi_0\}$ (D) $y = A \cos\{\omega[t + \frac{b-x}{u}] + \phi_0\}$

[]

22. 3575: 一平面简谐波, 波速 $u = 5 \text{ m/s}$, $t = 3 \text{ s}$ 时波形曲线如图, 则 $x = 0$ 处质点的振动方程为:

- (A) $y = 2 \times 10^{-2} \cos(\frac{1}{2}\pi t - \frac{1}{2}\pi)$ (SI) (B) $y = 2 \times 10^{-2} \cos(\pi t + \pi)$ (SI)
 (C) $y = 2 \times 10^{-2} \cos(\frac{1}{2}\pi t + \frac{1}{2}\pi)$ (SI) (D) $y = 2 \times 10^{-2} \cos(\pi t - \frac{3}{2}\pi)$ (SI)



23. 3088: 一平面简谐波在弹性媒质中传播时, 某一时刻媒质中某质元在负的最大位移处, 则它的能量是

- (A) 动能为零, 势能最大 (B) 动能为零, 势能为零
 (C) 动能最大, 势能最大 (D) 动能最大, 势能为零

[]

24. 3089: 一平面简谐波在弹性媒质中传播, 在媒质质元从最大位移处回到平衡位置的过程中:

- (A) 它的势能转换成动能 (B) 它的动能转换成势能
 (C) 它从相邻的一段媒质质元获得能量, 其能量逐渐增加
 (D) 它把自己的能量传给相邻的一段媒质质元, 其能量逐渐减小

[]

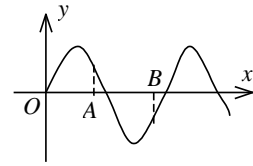
25. 3287: 当一平面简谐机械波在弹性媒质中传播时, 下述各结论哪个是正确的?

- (A) 媒质质元的振动动能增大时, 其弹性势能减小, 总机械能守恒
 (B) 媒质质元的振动动能和弹性势能都作周期性变化, 但二者的相位不相同
 (C) 媒质质元的振动动能和弹性势能的相位在任一时刻都相同, 但二者的数值不相等
 (D) 媒质质元在其平衡位置处弹性势能最大

[]

26. 3289: 图示一平面简谐机械波在 t 时刻的波形曲线。若此时 A 点处媒质质元的振动动能在增大, 则:

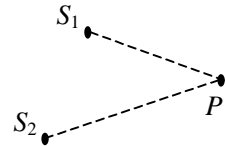
- (A) A 点处质元的弹性势能在减小
 (B) 波沿 x 轴负方向传播
 (C) B 点处质元的振动动能在减小
 (D) 各点的波的能量密度都不随时间变化



27. 3295: 如图所示, S_1 和 S_2 为两相干波源, 它们的振动方向均垂直于图面, 发出波长为 λ 的简谐波, P 点是两列波相遇区域中的一点, 已知 $\overline{S_1P} = 2\lambda$, $\overline{S_2P} = 2.2\lambda$, 两列波在

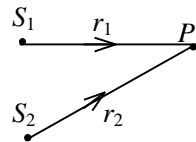
P 点发生相消干涉。若 S_1 的振动方程为 $y_1 = A \cos(2\pi t + \frac{1}{2}\pi)$, 则 S_2 的振动方程为

- (A) $y_2 = A \cos(2\pi t - \frac{1}{2}\pi)$ (B) $y_2 = A \cos(2\pi t - \pi)$
 (C) $y_2 = A \cos(2\pi t + \frac{1}{2}\pi)$ (D) $y_2 = 2A \cos(2\pi t - 0.1\pi)$



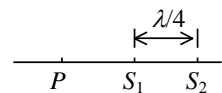
28. 3433: 如图所示, 两列波长为 λ 的相干波在 P 点相遇。波在 S_1 点振动的初相是 ϕ_1 , S_1 到 P 点的距离是 r_1 ; 波在 S_2 点的初相是 ϕ_2 , S_2 到 P 点的距离是 r_2 , 以 k 代表零或正、负整数, 则 P 点是干涉极大的条件为:

- (A) $r_2 - r_1 = k\lambda$ (B) $\phi_2 - \phi_1 = 2k\pi$
 (C) $\phi_2 - \phi_1 + 2\pi(r_2 - r_1)/\lambda = 2k\pi$
 (D) $\phi_2 - \phi_1 + 2\pi(r_1 - r_2)/\lambda = 2k\pi$



29. 3434: 两相干波源 S_1 和 S_2 相距 $\lambda/4$, (λ 为波长), S_1 的相位比 S_2 的相位超前 $\frac{1}{2}\pi$, 在 S_1, S_2 的连线上, S_1 外侧各点 (例如 P 点) 两波引起的两谐振动的相位差是:

- (A) 0 (B) $\frac{1}{2}\pi$ (C) π (D) $\frac{3}{2}\pi$



30. 3101: 在驻波中, 两个相邻波节间各质点的振动
 (A) 振幅相同, 相位相同 (B) 振幅不同, 相位相同
 (C) 振幅相同, 相位不同 (D) 振幅不同, 相位不同

31. 3308 在波长为 λ 的驻波中, 两个相邻波腹之间的距离为
 (A) $\lambda/4$ (B) $\lambda/2$ (C) $3\lambda/4$ (D) λ

32. 3309: 在波长为 λ 的驻波中两个相邻波节之间的距离为:
 (A) λ (B) $3\lambda/4$ (C) $\lambda/2$ (D) $\lambda/4$

33. 3591: 沿着相反方向传播的两列相干波, 其表达式为 $y_1 = A \cos 2\pi(\nu t - x/\lambda)$ 和 $y_2 = A \cos 2\pi(\nu t + x/\lambda)$ 。在叠加后形成的驻波中, 各处简谐振动的振幅是:

- (A) A (B) $2A$ (C) $2A \cos(2\pi x/\lambda)$ (D) $|2A \cos(2\pi x/\lambda)|$

34. 3592: 沿着相反方向传播的两列相干波, 其表达式为: $y_1 = A \cos 2\pi(\nu t - x/\lambda)$ 和 $y_2 = A \cos 2\pi(\nu t + x/\lambda)$ 。叠加后形成的驻波中, 波节的位置坐标为:

- (A) $x = \pm k\lambda$ (B) $x = \pm \frac{1}{2}k\lambda$ (C) $x = \pm \frac{1}{2}(2k+1)\lambda$ (D) $x = \pm(2k+1)\lambda/4$

其中的 $k=0, 1, 2, 3, \dots$

[]

35. 5523: 设声波在媒质中的传播速度为 u , 声源的频率为 ν_s . 若声源 S 不动, 而接收器 R 相对于媒质以速度 ν_R 沿着 S, R 连线向着声源 S 运动, 则位于 S, R 连线中点的质点 P 的振动频率为: (A) ν_s (B) $\frac{u+\nu_R}{u}\nu_s$ (C) $\frac{u}{u+\nu_R}\nu_s$ (D) $\frac{u}{u-\nu_R}\nu_s$

[]

36. 3112: 一机车汽笛频率为 750 Hz, 机车以时速 90 公里远离静止的观察者. 观察者听到的声音的频率是 (设空气中声速为 340 m/s).

(A) 810 Hz (B) 699 Hz (C) 805 Hz (D) 695 Hz

[]

二、填空题:

1. 3065: 频率为 500 Hz 的波, 其波速为 350 m/s, 相位差为 $2\pi/3$ 的两点间距离为_____。

2. 3075: 一平面简谐波的表达式为 $y = 0.025 \cos(125t - 0.37x)$ (SI), 其角频率 $\omega =$ _____, 波速 $u =$ _____, 波长 $\lambda =$ _____。

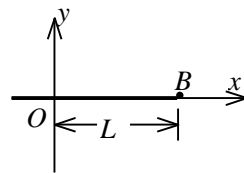
3. 3342: 一平面简谐波(机械波)沿 x 轴正方向传播, 波动表达式为 $y = 0.2 \cos(\pi t - \frac{1}{2}\pi x)$ (SI), 则 $x = -3$ m 处媒质质点的振动加速度 a 的表达式为_____。

4. 3423: 一列平面简谐波沿 x 轴正向无衰减地传播, 波的振幅为 2×10^{-3} m, 周期为 0.01 s, 波速为 400 m/s. 当 $t = 0$ 时 x 轴原点处的质元正通过平衡位置向 y 轴正方向运动, 则该简谐波的表达式为_____。

5. 3426 一声纳装置向海水中发出超声波, 其波的表达式为:

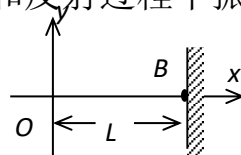
$$y = 1.2 \times 10^{-3} \cos(3.14 \times 10^5 t - 220x) \quad (\text{SI})$$

则此波的频率 $\nu =$ _____, 波长 $\lambda =$ _____, 海水中声速 $u =$ _____。



3441 图

6. 3441: 设沿弦线传播的一入射波的表达式为 $y_1 = A \cos[\omega t - 2\pi \frac{x}{\lambda}]$, 波在 $x = L$ 处 (B 点) 发生反射, 反射点为自由端 (如图)。设波在传播和反射过程中振幅不变, 则反射波的表达式是 $y_2 =$ _____。



3442 图

7. 3442: 设沿弦线传播的一入射波的表达式为:

$$y_1 = A \cos[2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}) + \phi]$$

波在 $x = L$ 处 (B 点) 发生反射, 反射点为固定端 (如图)。设波在传播和反射过程中振幅不变, 则反射波的表达式为 $y_2 =$ _____。

8. 3572: 已知一平面简谐波的波长 $\lambda = 1$ m, 振幅 $A = 0.1$ m, 周期 $T = 0.5$ s. 选波的传播方向为 x 轴正方向, 并以振动初相为零的点为 x 轴原点, 则波动表达式为 $y =$ _____ (SI)。

9. 3576: 已知一平面简谐波的表达式为 $A \cos(at - bx)$, (a, b 均为正值常量), 则波沿 x 轴传播的速度为_____。

10. 3852: 一横波的表达式是 $y = 0.02 \sin 2\pi(100t - 0.4\pi x)$ (SI), 则振幅是_____, 波长是_____, 频率是_____, 波的传播速度是_____。

11. 3853: 一平面简谐波。波速为 6.0 m/s, 振动周期为 0.1 s, 则波长为_____。在波的传播方向上, 有两质点 (其间距离小于波长) 的振动相位差为 $5\pi/6$, 则此两质点相距_____。

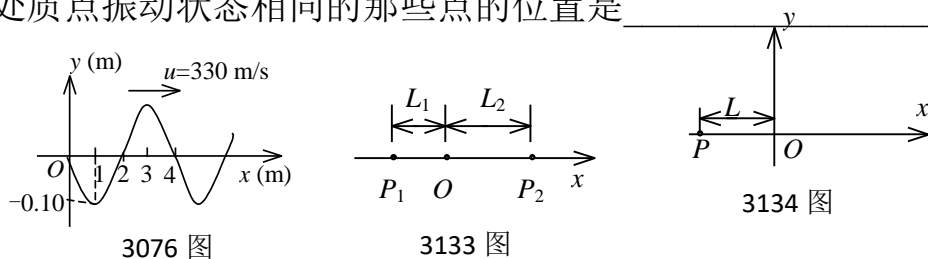
12. 5515: A, B 是简谐波波线上的两点。已知, B 点振动的相位比 A 点落后 $\frac{1}{3}\pi$, A, B 两点相距 0.5 m , 波的频率为 100 Hz , 则该波的波长 $\lambda =$ _____ m , 波速 $u =$ _____ m/s 。

13. 3062: 已知波源的振动周期为 $4.00 \times 10^{-2}\text{ s}$, 波的传播速度为 300 m/s , 波沿 x 轴正方向传播, 则位于 $x_1 = 10.0\text{ m}$ 和 $x_2 = 16.0\text{ m}$ 的两质点振动相位差为_____。

14. 3076: 图为 $t = T/4$ 时一平面简谐波的波形曲线, 则其波的表达式为_____。

15. 3077: 一平面简谐波沿 x 轴负方向传播。已知 $x = -1\text{ m}$ 处质点的振动方程为: $y = A\cos(\omega t + \phi)$, 若波速为 u , 则此波的表达式为_____。

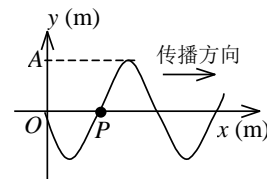
16. 3133: 一平面简谐波沿 Ox 轴正方向传播, 波长为 λ 。若如图 P_1 点处质点的振动方程为 $y_1 = A\cos(2\pi\nu t + \phi)$, 则 P_2 点处质点的振动方程为_____ ; 与 P_1 点处质点振动状态相同的那些点的位置是_____。



17. 3134: 如图所示, 一平面简谐波沿 Ox 轴负方向传播, 波长为 λ , 若 P 处质点的振动方程是 $y_P = A\cos(2\pi\nu t + \frac{1}{2}\pi)$, 则该波的表达式是_____ ; P 处质点_____ 时刻的振动状态与 O 处质点 t_1 时刻的振动状态相同。

18. 3136: 一平面余弦波沿 Ox 轴正方向传播, 波动表达式为 $y = A\cos[2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}) + \phi]$, 则 $x = -\lambda$ 处质点的振动方程是_____ ; 若以 $x = \lambda$ 处为新的坐标轴原点, 且此坐标轴指向与波的传播方向相反, 则对此新的坐标轴, 该波的波动表达式是_____。

19. 3330: 图示一平面简谐波在 $t = 2\text{ s}$ 时刻的波形图, 波的振幅为 0.2 m , 周期为 4 s , 则图中 P 点处质点的振动方程为_____。



3330 图

20. 3344 一简谐波沿 Ox 轴负方向传播, x 轴上 P_1 点处的振动方

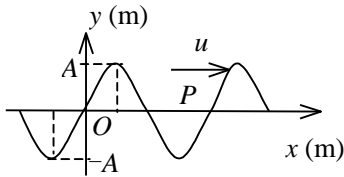
程为 $y_{P_1} = 0.04\cos(\pi t - \frac{1}{2}\pi)$ (SI)。 x 轴上 P_2 点的坐标减去 P_1 点的坐标等于 $3\lambda/4$ (λ 为波长), 则 P_2 点的振动方程为_____。

21. 3424: 一沿 x 轴正方向传播的平面简谐波, 频率为 ν , 振幅为 A , 已知 $t = t_0$ 时刻的波形曲线如图所示, 则 $x = 0$ 点的振动方程为_____。

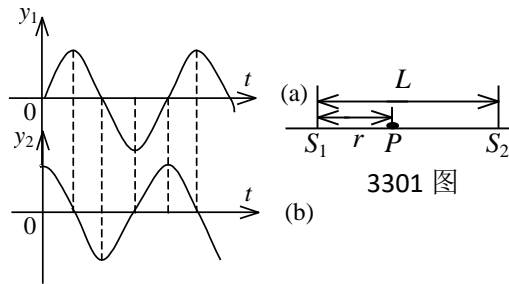
22. 3608: 一简谐波沿 x 轴正方向传播。 x_1 和 x_2 两点处的振动曲线分别如图(a)和(b)所示。已知 $x_2 > x_1$ 且 $x_2 - x_1 < \lambda$ (λ 为波长), 则 x_2 点的相位比 x_1 点的相位滞后_____。

23. 3294: 在截面积为 S 的圆管中, 有一列平面简谐波在传播, 其波的表达式为: $y = A\cos[\omega t - 2\pi(x/\lambda)]$, 管中波的平均能量密度是 w , 则通过截面积 S 的平均能流是_____。

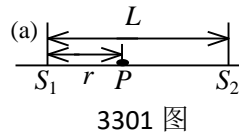
24. 3301: 如图所示, S_1 和 S_2 为同相位的两相干波源, 相距为 L , P 点距 S_1 为 r ; 波源 S_1 在 P 点引起的振动振幅为 A_1 , 波源 S_2 在 P 点引起的振动振幅为 A_2 , 两波波长都是 λ , 则 P 点的振幅 A _____。



3424 图



3608 图



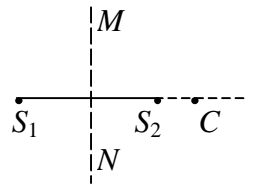
3301 图

25. 3587: 两个相干点波源 S_1 和 S_2 , 它们的振动方程分别是 $y_1 = A \cos(\omega t + \frac{1}{2}\pi)$ 和 $y_2 = A \cos(\omega t - \frac{1}{2}\pi)$ 。波从 S_1 传到 P 点经过的路程等于 2 个波长, 波从 S_2 传到 P 点的路程等于 $7/2$ 个波长。设两波波速相同, 在传播过程中振幅不衰减, 则两波传到 P 点的振动的合振幅为_____。

26. 3588: 两相干波源 S_1 和 S_2 的振动方程分别是 $y_1 = A \cos(\omega t + \phi)$ 和 $y_2 = A \cos(\omega t + \phi)$, S_1 距 P 点 3 个波长, S_2 距 P 点 4.5 个波长。设波传播过程中振幅不变, 则两波同时传到 P 点时的合振幅是_____。

27. 3589: 两相干波源 S_1 和 S_2 的振动方程分别是 $y_1 = A \cos \omega t$ 和 $y_2 = A \cos(\omega t + \frac{1}{2}\pi)$ 。 S_1 距 P 点 3 个波长, S_2 距 P 点 $21/4$ 个波长。两波在 P 点引起的两个振动的相位差是_____。

28. 5517: S_1, S_2 为振动频率、振动方向均相同的两个点波源, 振动方向垂直纸面, 两者相距 $\frac{3}{2}\lambda$ (λ 为波长) 如图。已知 S_1 的初相为 $\frac{1}{2}\pi$ 。



(1) 若使射线 S_2C 上各点由两列波引起的振动均干涉相消, 则 S_2 的初相应为_____。

(2) 若使 $S_1 S_2$ 连线的中垂线 MN 上各点由两列波引起的振动均干涉相消, 则 S_2 的初位相应为_____。

29. 3154: 一驻波表达式为 $y = 2A \cos(2\pi x / \lambda) \cos \omega t$, 则 $x = -\frac{1}{2}\lambda$ 处质点的振动方程是_____; 该质点的振动速度表达式是_____。

30. 3313: 设入射波的表达式为 $y_1 = A \cos 2\pi(\nu t + \frac{x}{\lambda})$ 。波在 $x = 0$ 处发生反射, 反射点为固定端, 则形成的驻波表达式为_____。

31. 3315: 设平面简谐波沿 x 轴传播时在 $x = 0$ 处发生反射, 反射波的表达式为: $y_2 = A \cos[2\pi(\nu t - x/\lambda) + \pi/2]$, 已知反射点为一自由端, 则由入射波和反射波形成的驻波的波节位置的坐标为_____。

32. 3487: 一驻波表达式为 $y = A \cos 2\pi x \cos 100\pi t$ (SI)。位于 $x_1 = (1/8)$ m 处的质元 P_1 与位于 $x_2 = (3/8)$ m 处的质元 P_2 的振动相位差为_____。

33. 3597: 在弦线上有一驻波, 其表达式为 $y = 2A \cos(2\pi x / \lambda) \cos(2\pi \nu t)$, 两个相邻波节

之间的距离是_____。

34. 3115: 一列火车以 20 m/s 的速度行驶, 若机车汽笛的频率为 600 Hz, 一静止观测者在机车前和机车后所听到的声音频率分别为_____和_____ (设空气中声速为 340 m/s)。

三、计算题:

1. 3410: 一横波沿绳子传播, 其波的表达式为 $y = 0.05 \cos(100\pi t - 2\pi x)$ (SI)

- (1) 求此波的振幅、波速、频率和波长;
- (2) 求绳子上各质点的最大振动速度和最大振动加速度;
- (3) 求 $x_1 = 0.2$ m 处和 $x_2 = 0.7$ m 处二质点振动的相位差。

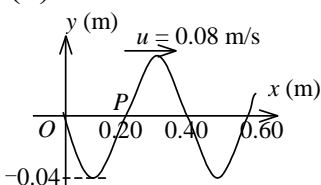
2. 5319: 已知一平面简谐波的表达式为 $y = A \cos \pi(4t + 2x)$ (SI)。

- (1) 求该波的波长 λ , 频率 ν 和波速 u 的值;
- (2) 写出 $t = 4.2$ s 时刻各波峰位置的坐标表达式, 并求出此时离坐标原点最近的那个波峰的位置;
- (3) 求 $t = 4.2$ s 时离坐标原点最近的那个波峰通过坐标原点的时刻 t 。

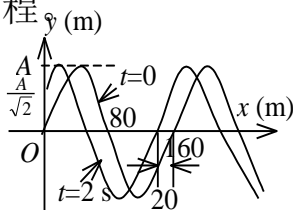
3. 3086: 一平面简谐波沿 x 轴正向传播, 波的振幅 $A = 10$ cm, 波的角频率 $\omega = 7\pi$ rad/s。当 $t = 1.0$ s 时, $x = 10$ cm 处的 a 质点正通过其平衡位置向 y 轴负方向运动, 而 $x = 20$ cm 处的 b 质点正通过 $y = 5.0$ cm 点向 y 轴正方向运动。设该波波长 $\lambda > 10$ cm, 求该平面波的表达式。

4. 3141: 图示一平面简谐波在 $t = 0$ 时刻的波形图, 求:

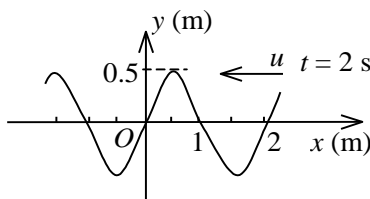
- (1) 该波的波动表达式;
- (2) P 处质点的振动方程



3141 图



3142 图



5206 图

5. 3142: 图示一平面余弦波在 $t = 0$ 时刻与 $t = 2$ s 时刻的波形图。已知波速为 u , 求:

- (1) 坐标原点处介质质点的振动方程;
- (2) 该波的波动表达式。

6. 5200: 已知波长为 λ 的平面简谐波沿 x 轴负方向传播。 $x = \lambda/4$ 处质点的振动方程为 $y = A \cos \frac{2\pi}{\lambda} \cdot ut$ (SI)

- (1) 写出该平面简谐波的表达式;
- (2) 画出 $t = T$ 时刻的波形图。

7. 5206: 沿 x 轴负方向传播的平面简谐波在 $t = 2$ s 时刻的波形曲线如图所示, 设波速 $u = 0.5$ m/s。求: 原点 O 的振动方程。

8. 5516: 平面简谐波沿 x 轴正方向传播, 振幅为 2 cm, 频率为 50 Hz, 波速为 200 m/s。在 $t = 0$ 时, $x = 0$ 处的质点正在平衡位置向 y 轴正方向运动, 求 $x = 4$ m 处媒质质点振动的表达式及该点在 $t = 2$ s 时的振动速度。

9. 3078: 一平面简谐波沿 x 轴正向传播, 其振幅为 A , 频率为 ν , 波速为 u 。设 $t = t'$ 时刻的波形曲线如图所示。求: (1) $x = 0$ 处质点振动方程; (2) 该波的表达式。

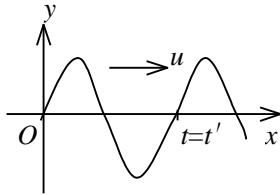
10. 3099: 如图所示, 两相干波源在 x 轴上的位置为 S_1 和 S_2 , 其间距离为 $d = 30$ m, S_1 位于坐标原点 O 。设波只沿 x 轴正负方向传播, 单独传播时强度保持不变。 $x_1 = 9$ m 和 $x_2 = 12$ m 处的两点是相邻的两个因干涉而静止的点。求两波的波长和两波源间最小相位

差。

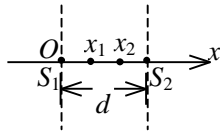
11. 3476: 一平面简谐波沿 Ox 轴正方向传播, 波的表达式为 $y = A \cos 2\pi(\nu t - x/\lambda)$, 而另一平面简谐波沿 Ox 轴负方向传播, 波的表达式为 $y = 2A \cos 2\pi(\nu t + x/\lambda)$, 求:

- (1) $x = \lambda/4$ 处介质质点的合振动方程;
- (2) $x = \lambda/4$ 处介质质点的速度表达式。

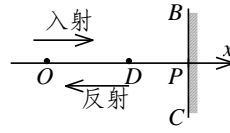
12. 3111: 如图所示, 一平面简谐波沿 x 轴正方向传播, BC 为波密媒质的反射面。波由 P 点反射, $\overline{OP} = 3\lambda/4$, $\overline{DP} = \lambda/6$ 。在 $t=0$ 时, O 处质点的合振动是经过平衡位置向负方向运动。求 D 点处入射波与反射波的合振动方程。(设入射波和反射波的振幅皆为 A , 频率为 ν 。)



3078 图



3099 图



3111 图

一、选择题:

1. 3147: B; 2. 3407: D; 3. 3411: C; 4. 3413: A; 5. 3479: A; 6. 3483: C;
7. 3841: B; 8. 3847: D; 9. 5193: B; 10. 5513: C; 11. 3068: D; 12. 3071: D;
13. 3072: A; 14. 3073: C; 15. 3152: C; 16. 3338: D; 17. 3341: A; 18. 3409: D;
19. 3412: A; 20. 3415: D; 21. 3573: C; 22. 3575: A; 23. 3088: B; 24. 3089: C;
25. 3287: D; 26. 3289: B; 27. 3295: D; 28. 3433: D; 29. 3434: C; 30. 3101: B;
31. 3308: B; 32. 3309: C; 33. 3591: D; 34. 3592: D; 35. 5523: A; 36. 3112: B

二、填空题:

1. 3065: 0.233m
2. 3075: 125 rad/s; 338m/s; 17.0m
3. 3342: $a = -0.2\pi^2 \cos(\pi t + \frac{3}{2}\pi x)$ (SI)
4. 3423: $y = 2 \times 10^{-3} \cos(200\pi t - \frac{1}{2}\pi x - \frac{1}{2}\pi)$ (SI)
5. 3426: 5.0×10^4 2.86×10^{-2} m 1.43×10^3 m/s
6. 3441: $A \cos[\omega t + 2\pi \frac{x}{\lambda} - 4\pi \frac{L}{\lambda}]$
7. 3442: $A \cos[2\pi(\frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda}) + (\phi + \pi - 2\pi \frac{2L}{\lambda})]$ 或 $A \cos[2\pi(\frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda}) + (\phi - \pi - 2\pi \frac{2L}{\lambda})]$

8. 3572: $0.1\cos(4\pi t - 2\pi x)$
9. 3576: a/b
10. 3852: 2 cm; 2.5 cm; 100 Hz; 250 cm/s
11. 3853: 0.6m; 0.25m
12. 5515: 3; 300
13. 3062: π
14. 3076: $y = 0.10\cos[165\pi(t - x/330) - \pi]$ (SI)
15. 3077: $y = A\cos\{\omega[t + (1 + x)/u] + \phi\}$ (SI)
16. 3133: $y_2 = A\cos[2\pi(\nu t - \frac{L_1 + L_2}{\lambda}) + \phi]$; $x = -L_1 + k\lambda$ ($k = \pm 1, \pm 2, \dots$)
17. 3134: $y = A\cos[2\pi(\nu t + \frac{x + L}{\lambda}) + \frac{\pi}{2}]$; $t_1 + \frac{L}{\lambda\nu} + \frac{k}{\nu}$, $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$
18. 3136: $y_1 = A\cos[2\pi t/T + \phi]$; $y_2 = A\cos[2\pi(t/T + x/\lambda) + \phi]$
19. 3330: $y_p = 0.2\cos(\frac{1}{2}\pi t - \frac{1}{2}\pi)$
20. 3344: $y_{P_2} = 0.04\cos(\pi t + \pi)$ (SI)
21. 3424: $y = A\cos[2\pi\nu(t - t_0) + \frac{1}{2}\pi]$
22. 3608: $\frac{3}{2}\pi$
23. 3294: $\frac{\omega\lambda}{2\pi}S_w$
24. 3301: $\sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(2\pi\frac{L - 2r}{\lambda})}$
25. 3587: $2A$
26. 3588: 0
27. 3589: 0
28. 5517: $2k\pi + \pi/2$, $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$; $2k\pi + 3\pi/2$, $k = 0, \pm 1, \pm 2$,
29. 3154: $y_1 = -2A\cos\omega t$ 或 $y_1 = 2A\cos(\omega t \pm \pi)$ $\nu = 2A\sin\omega t$
30. 3313: $y = 2A\cos[2\pi\frac{x}{\lambda} - \frac{1}{2}\pi]\cos(2\pi\nu t + \frac{1}{2}\pi)$ 或
 $y = 2A\cos[2\pi\frac{x}{\lambda} + \frac{1}{2}\pi]\cos(2\pi\nu t - \frac{1}{2}\pi)$ 或 $y = 2A\cos[2\pi\frac{x}{\lambda} + \frac{1}{2}\pi]\cos(2\pi\nu t)$
31. 3315: $x = (k + \frac{1}{2})\frac{1}{2}\lambda$, $k = 0, 1, 2, 3, \dots$
32. 3487: π
33. 3597: $\frac{1}{2}\lambda$
34. 3115: 637.5; 566.7

三、计算题:

1. 3410: (1) 已知波的表达式为: $y = 0.05\cos(100\pi t - 2\pi x)$

与标准形式: $y = A\cos(2\pi\nu t - 2\pi x/\lambda)$ 比较得:

$A = 0.05$ m, $\nu = 50$ Hz, $\lambda = 1.0$ m-----各 1 分

$$u = \lambda v = 50 \text{ m/s} \text{-----1 分}$$

$$(2) \quad v_{\max} = (\partial y / \partial t)_{\max} = 2\pi v A = 15.7 \text{ m/s} \text{-----2 分}$$

$$a_{\max} = (\partial^2 y / \partial t^2)_{\max} = 4\pi^2 v^2 A = 4.93 \times 10^3 \text{ m/s}^2 \text{-----2 分}$$

$$(3) \quad \Delta\phi = 2\pi(x_2 - x_1) / \lambda = \pi, \text{ 二振动反相} \text{-----2 分}$$

2. 5319: 解: 这是一个向 x 轴负方向传播的波

$$(1) \text{ 由波数 } k = 2\pi / \lambda \text{ 得波长 } \lambda = 2\pi / k = 1 \text{ m} \text{-----1 分}$$

$$\text{由 } \omega = 2\pi\nu \text{ 得频率 } \nu = \omega / 2\pi = 2 \text{ Hz} \text{-----1 分}$$

$$\text{波速 } u = \nu\lambda = 2 \text{ m/s} \text{-----1 分}$$

(2) 波峰的位置, 即 $y = A$ 的位置, 由: $\cos \pi(4t + 2x) = 1$, 有:

$$\pi(4t + 2x) = 2k\pi \quad (k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots)$$

$$\text{解上式, 有: } x = k - 2t$$

$$\text{当 } t = 4.2 \text{ s 时, } x = (k - 8.4) \text{ m} \text{-----2 分}$$

所谓离坐标原点最近, 即 $|x|$ 最小的波峰. 在上式中取 $k = 8$, 可得 $x = -0.4$ 的波峰离坐标原点最近-----2 分

(3) 设该波峰由原点传播到 $x = -0.4 \text{ m}$ 处所需的时间为 Δt , 则:

$$\Delta t = |\Delta x| / u = |\Delta x| / (v\lambda) = 0.2 \text{ s} \text{-----1 分}$$

$$\therefore \text{ 该波峰经过原点的时刻: } t = 4 \text{ s} \text{-----2 分}$$

3. 3086: 解: 设平面简谐波的波长为 λ , 坐标原点处质点振动初相为 ϕ , 则该列平面简谐波的表达式可写成: $y = 0.1 \cos(7\pi t - 2\pi x / \lambda + \phi)$ (SI)-----2 分

$$t = 1 \text{ s 时, } y = 0.1 \cos[7\pi - 2\pi(0.1 / \lambda) + \phi] = 0$$

$$\text{因此时 } a \text{ 质点向 } y \text{ 轴负方向运动, 故: } 7\pi - 2\pi(0.1 / \lambda) + \phi = \frac{1}{2}\pi \quad \textcircled{1} \text{-----2 分}$$

而此时, b 质点正通过 $y = 0.05 \text{ m}$ 处向 y 轴正方向运动, 应有:

$$y = 0.1 \cos[7\pi - 2\pi(0.2 / \lambda) + \phi] = 0.05$$

$$\text{且 } 7\pi - 2\pi(0.2 / \lambda) + \phi = -\frac{1}{3}\pi \quad \textcircled{2} \text{-----2 分}$$

$$\text{由 } \textcircled{1}、\textcircled{2} \text{ 两式联立得: } \lambda = 0.24 \text{ m} \text{-----1 分; } \phi = -17\pi/3 \text{-----1 分}$$

$$\therefore \text{ 该平面简谐波的表达式为: } y = 0.1 \cos[7\pi t - \frac{\pi x}{0.12} - \frac{17}{3}\pi] \text{ (SI)-----2 分}$$

$$\text{或 } y = 0.1 \cos[7\pi t - \frac{\pi x}{0.12} + \frac{1}{3}\pi] \text{ (SI)-----1 分}$$

4. 3141: 解: (1) O 处质点, $t = 0$ 时, $y_0 = A \cos \phi = 0$, $v_0 = -A\omega \sin \phi > 0$

$$\text{所以: } \phi = -\frac{1}{2}\pi \text{-----2 分}$$

$$\text{又 } T = \lambda / u = (0.40 / 0.08) \text{ s} = 5 \text{ s} \text{-----2 分}$$

$$\text{故波动表达式为: } y = 0.04 \cos[2\pi(\frac{t}{5} - \frac{x}{0.4}) - \frac{\pi}{2}] \text{ (SI)-----4 分}$$

(2) P 处质点的振动方程为:

$$y_P = 0.04 \cos[2\pi(\frac{t}{5} - \frac{0.2}{0.4}) - \frac{\pi}{2}] = 0.04 \cos(0.4\pi t - \frac{3\pi}{2}) \text{ (SI)-----2 分}$$

5. 3142: 解: (1) 比较 $t = 0$ 时刻波形图与 $t = 2 \text{ s}$ 时刻波形图, 可知此波向左传播. 在 $t = 0$ 时刻, O 处质点: $0 = A \cos \phi$, $0 < v_0 = -A\omega \sin \phi$

故: $\phi = -\frac{1}{2}\pi$ -----2 分

又 $t = 2\text{ s}$, O 处质点位移为: $A/\sqrt{2} = A\cos(4\pi\nu - \frac{1}{2}\pi)$

所以: $-\frac{1}{4}\pi = 4\pi\nu - \frac{1}{2}\pi$, $\nu = 1/16\text{ Hz}$ -----2 分

振动方程为: $y_0 = A\cos(\pi t/8 - \frac{1}{2}\pi)$ (SI)-----1 分

(2) 波速: $u = 20/2\text{ m/s} = 10\text{ m/s}$

波长: $\lambda = u/\nu = 160\text{ m}$ -----2 分

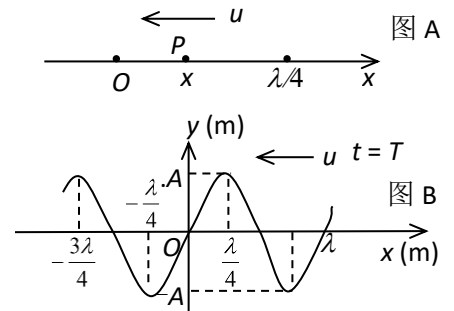
波动表达式: $y = A\cos[2\pi(\frac{t}{16} + \frac{x}{160}) - \frac{1}{2}\pi]$ (SI)-----3 分

6. 5200: 解: (1) 如图 A, 取波线上任一点 P , 其坐标设为 x , 由波的传播特性, P 点的振动落后于 $\lambda/4$ 处质点的振动-----2 分

该波的表达式为: $y = A\cos[\frac{2\pi ut}{\lambda} - \frac{2\pi}{\lambda}(\frac{\lambda}{4} - x)]$

$$= A\cos(\frac{2\pi ut}{\lambda} - \frac{\pi}{2} + \frac{2\pi}{\lambda}x)$$

-----3 分

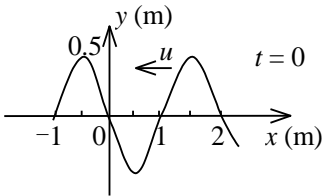


(2) $t = T$ 时的波形和 $t = 0$ 时波形一样。 $t = 0$ 时

$$y = A\cos(-\frac{\pi}{2} + \frac{2\pi}{\lambda}x) \frac{3\lambda}{4}$$

$$= A\cos(\frac{2\pi}{\lambda}x - \frac{\pi}{2})$$
 -----2 分

按上述方程画的波形图见图 B-----3 分



7. 5206: 解: 由图, $\lambda = 2\text{ m}$, 又 $\because u = 0.5\text{ m/s}$,

$\therefore \nu = 1/4\text{ Hz}$, $T = 4\text{ s}$ -----3 分

题图中 $t = 2\text{ s} = \frac{1}{2}T$ 。 $t = 0$ 时, 波形比题图中的波形

倒退 $\frac{1}{2}\lambda$, 见图-----2 分

此时 O 点位移 $y_0 = 0$ (过平衡位置) 且朝 y 轴负方向运动

$\therefore \phi = \frac{1}{2}\pi$ -----2 分

$\therefore y = 0.5\cos(\frac{1}{2}\pi t + \frac{1}{2}\pi)$ (SI)-----3 分

8. 5516: 解: 设 $x = 0$ 处质点振动的表达式为 $y_0 = A\cos(\omega t + \phi)$, 已知 $t = 0$ 时, $y_0 =$

0, 且 $v_0 > 0$ $\therefore \phi = -\frac{1}{2}\pi$

$\therefore y_0 = A\cos(2\pi\nu t + \phi) = 2 \times 10^{-2} \cos(100\pi t - \frac{1}{2}\pi)$ (SI)-----2 分

由波的传播概念, 可得该平面简谐波的表达式为

$$y_0 = A\cos(2\pi\nu t + \phi - 2\pi\nu x/u) = 2 \times 10^{-2} \cos(100\pi t - \frac{1}{2}\pi - \frac{1}{2}\pi x)$$
 (SI)-----2 分

$x = 4 \text{ m}$ 处的质点在 t 时刻的位移: $y = 2 \times 10^{-2} \cos(100\pi t - \frac{1}{2}\pi)$ (SI)-----1 分

该质点在 $t = 2 \text{ s}$ 时的振动速度为: $v = -2 \times 10^{-2} \times 100\pi \sin(200\pi - \frac{1}{2}\pi) = 6.28 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ -----3 分

9. 3078: 解: (1) 设 $x = 0$ 处质点的振动方程为: $y = A \cos(2\pi\nu t + \phi)$

由图可知, $t = t'$ 时, $y = A \cos(2\pi\nu t' + \phi) = 0$ -----1 分

$\frac{dy}{dt} = -2\pi\nu A \sin(2\pi\nu t' + \phi) < 0$ -----1 分

所以: $2\pi\nu t' + \phi = \pi/2$, $\phi = \frac{1}{2}\pi - 2\pi\nu t'$ -----2 分

$x = 0$ 处的振动方程为: $y = A \cos[2\pi\nu(t - t') + \frac{1}{2}\pi]$ -----1 分

(2) 该波的表达式为 $y = A \cos[2\pi\nu(t - t' - x/u) + \frac{1}{2}\pi]$ -----3 分

10. 3099: 解: 设 S_1 和 S_2 的振动相位分别为 ϕ_1 和 ϕ_2 . 在 x_1 点两波引起的振动相位差

$$[\phi_2 - 2\pi \frac{d-x_1}{\lambda}] - [\phi_1 - 2\pi \frac{x_1}{\lambda}] = (2K+1)\pi$$

即 $(\phi_2 - \phi_1) - 2\pi \frac{d-2x_1}{\lambda} = (2K+1)\pi$ ①-----2 分

在 x_2 点两波引起的振动相位差: $[\phi_2 - 2\pi \frac{d-x_2}{\lambda}] - [\phi_1 - 2\pi \frac{x_2}{\lambda}] = (2K+3)\pi$

即: $(\phi_2 - \phi_1) - 2\pi \frac{d-2x_2}{\lambda} = (2K+3)\pi$ ②-----3 分

②-①得: $4\pi(x_2 - x_1)/\lambda = 2\pi$
 $\lambda = 2(x_2 - x_1) = 6 \text{ m}$ -----2 分

由①: $\phi_2 - \phi_1 = (2K+1)\pi + 2\pi \frac{d-2x_1}{\lambda} = (2K+5)\pi$ -----2 分

当 $K = -2, -3$ 时相位差最小: $\phi_2 - \phi_1 = \pm\pi$ -----1 分

11. 3476: 解: (1) $x = \lambda/4$ 处, $y_1 = A \cos(2\pi\nu t - \frac{1}{2}\pi)$, $y_2 = 2A \cos(2\pi\nu t + \frac{1}{2}\pi)$ ---2 分

$\because y_1, y_2$ 反相, \therefore 合振动振幅: $A_s = 2A - A = A$, 且合振动的初相 ϕ 和 y_2 的初相一样为 $\frac{1}{2}\pi$ -----4 分

合振动方程: $y = A \cos(2\pi\nu t + \frac{1}{2}\pi)$ -----1 分

(2) $x = \lambda/4$ 处质点的速度: $v = \frac{dy}{dt} = -2\pi\nu A \sin(2\pi\nu t + \frac{1}{2}\pi)$
 $= 2\pi\nu A \cos(2\pi\nu t + \pi)$ -----3 分

12. 3111: 解: 选 O 点为坐标原点, 设入射波表达式为:

$$y_1 = A \cos[2\pi(\nu t - x/\lambda) + \phi]$$
 -----2 分

则反射波的表达式是: $y_2 = A \cos[2\pi(\nu t - \frac{OP+DP-x}{\lambda}) + \phi + \pi]$ -----2 分

合成波表达式 (驻波) 为: $y = 2A \cos(2\pi x/\lambda) \cos(2\pi\nu t + \phi)$ -----2 分

在 $t=0$ 时, $x=0$ 处的质点 $y_0=0$, $(\partial y_0/\partial t)<0$, 故得: $\phi = \frac{1}{2}\pi$ -----2 分
因此, D 点处的合成振动方程是:

$$y = 2A \cos\left(2\pi \frac{3\lambda/4 - \lambda/6}{\lambda}\right) \cos\left(2\pi\nu t + \frac{\pi}{2}\right) = \sqrt{3}A \sin 2\pi\nu t \text{ -----2 分}$$

06 光学

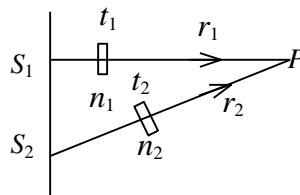
一、选择题

1. 3165: 在相同的时间内, 一束波长为 λ 的单色光在空气中和在玻璃中

- (A) 传播的路程相等, 走过的光程相等
- (B) 传播的路程相等, 走过的光程不相等
- (C) 传播的路程不相等, 走过的光程相等
- (D) 传播的路程不相等, 走过的光程不相等

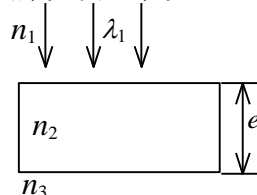
2. 3611: 如图, S_1 、 S_2 是两个相干光源, 它们到 P 点的距离分别为 r_1 和 r_2 。路径 S_1P 垂直穿过一块厚度为 t_1 , 折射率为 n_1 的介质板, 路径 S_2P 垂直穿过厚度为 t_2 , 折射率为 n_2 的另一介质板, 其余部分可看作真空, 这两条路径的光程差等于

- (A) $(r_2 + n_2 t_2) - (r_1 + n_1 t_1)$
- (B) $[r_2 + (n_2 - 1)t_2] - [r_1 + (n_1 - 1)t_1]$
- (C) $(r_2 - n_2 t_2) - (r_1 - n_1 t_1)$
- (D) $n_2 t_2 - n_1 t_1$



3. 3664: 如图所示, 平行单色光垂直照射到薄膜上, 经上下两表面反射的两束光发生干涉, 若薄膜的厚度为 e , 并且 $n_1 < n_2 > n_3$, λ_1 为入射光在折射率为 n_1 的媒质中的波长, 则两束反射光在相遇点的相位差为

- (A) $2\pi n_2 e / (n_1 \lambda_1)$
- (B) $[4\pi n_2 e / (n_2 \lambda_1)] + \pi$
- (C) $[4\pi n_2 e / (n_1 \lambda_1)] + \pi$
- (D) $4\pi n_2 e / (n_1 \lambda_1)$



4. 3169: 用白光光源进行双缝实验, 若用一个纯红色的滤光片遮盖一条缝, 用一个纯蓝色的滤光片遮盖另一条缝, 则:

- (A) 干涉条纹的宽度将发生改变
- (B) 产生红光和蓝光的两套彩色干涉条纹
- (C) 干涉条纹的亮度将发生改变
- (D) 不产生干涉条纹

5. 3171: 在双缝干涉实验中, 两条缝的宽度原来是相等的。若其中一缝的宽度略变窄(缝中心位置不变), 则

- (A) 干涉条纹的间距变宽
- (B) 干涉条纹的间距变窄
- (C) 干涉条纹的间距不变, 但原极小处的强度不再为零
- (D) 不再发生干涉现象

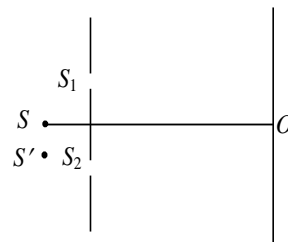
6. 3172: 在双缝干涉实验中, 为使屏上的干涉条纹间距变大, 可以采取的办法是

- (A) 使屏靠近双缝
- (B) 使两缝的间距变小
- (C) 把两个缝的宽度稍微调窄
- (D) 改用波长较小的单色光源

7. 3498: 在双缝干涉实验中, 入射光的波长为 λ , 用玻璃纸遮住双缝中的一个缝, 若玻璃纸中光程比相同厚度的空气的光程大 2.5λ , 则屏上原来的明纹处

- (A) 仍为明条纹
- (B) 变为暗条纹
- (C) 既非明纹也非暗纹;
- (D) 无法确定是明纹, 还是暗纹

8. 3612: 在双缝干涉实验中, 若单色光源 S 到两缝 S_1 、 S_2 距离相等, 则观察屏上中央明条纹位于图中 O 处。现将光源 S 向下移动到示意图中的 S' 位置, 则



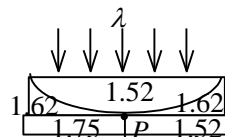
3612 图

- (A) 中央明条纹也向下移动, 且条纹间距不变
- (B) 中央明条纹向上移动, 且条纹间距不变
- (C) 中央明条纹向下移动, 且条纹间距增大
- (D) 中央明条纹向上移动, 且条纹间距增大

9. 3677: 把双缝干涉实验装置放在折射率为 n 的水中, 两缝间距离为 d , 双缝到屏的距离为 D ($D \gg d$), 所用单色光在真空中的波长为 λ , 则屏上干涉条纹中相邻的明纹之间的距离是

- (A) $\lambda D / (nd)$
- (B) $n\lambda D / d$
- (C) $\lambda d / (nD)$
- (D) $\lambda D / (2nd)$

10. 3185: 在图示三种透明材料构成的牛顿环装置中, 用单色光垂直照射, 在反射光中看到干涉条纹, 则在接触点 P 处形成的圆斑为



图中数字为各处的折射率

- (A) 全明

3185 图

- (B) 全暗
(C) 右半部明, 左半部暗
(D) 右半部暗, 左半部明

11. 3186: 一束波长为 λ 的单色光由空气垂直入射到折射率为 n 的透明薄膜上, 透明薄膜放在空气中, 要使反射光得到干涉加强, 则薄膜最小的厚度为

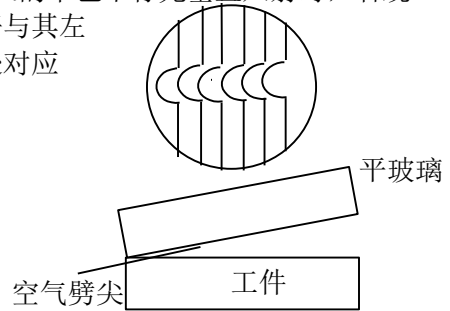
- (A) $\lambda/4$ (B) $\lambda/(4n)$ (C) $\lambda/2$ (D) $\lambda/(2n)$

12. 3187: 若把牛顿环装置(都是用折射率为 1.52 的玻璃制成的)由空气搬入折射率为 1.33 的水中, 则干涉条纹

- (A) 中心暗斑变成亮斑 (B) 变疏 (C) 变密 (D) 间距不变

13. 3188: 用劈尖干涉法可检测工件表面缺陷, 当波长为 λ 的单色平行光垂直入射时, 若观察到的干涉条纹如图所示, 每一条纹弯曲部分的顶点恰好与其左边条纹的直线部分的连线相切, 则工件表面与条纹弯曲处对应的部分

- (A) 凸起, 且高度为 $\lambda/4$
(B) 凸起, 且高度为 $\lambda/2$
(C) 凹陷, 且深度为 $\lambda/2$
(D) 凹陷, 且深度为 $\lambda/4$

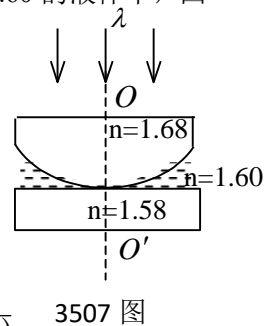


14. 3507: 如图所示, 平板玻璃和凸透镜构成牛顿环装置, 全部浸入 $n=1.60$ 的液体中, 凸透镜可沿 OO' 移动, 用波长 $\lambda=500\text{ nm}$ ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$)的单色光垂直入射。从上向下观察, 看到中心是一个暗斑, 此时凸透镜顶点距平板玻璃的距离最少是

- (A) 156.3 nm (B) 148.8 nm (C) 78.1 nm (D) 74.4 nm (E) 0

15. 3689: 在牛顿环实验装置中, 曲率半径为 R 的平凸透镜与平板玻璃板在中心恰好接触, 它们之间充满折射率为 n 的透明介质, 垂直入射到牛顿环装置上的平行单色光在真空中的波长为 λ , 则反射光形成的干涉条纹中暗环半径 r_k 的表达式为

- (A) $r_k = \sqrt{k\lambda R}$ (B) $r_k = \sqrt{k\lambda R/n}$ (C) $r_k = \sqrt{kn\lambda R}$ (D) $r_k = \sqrt{k\lambda/(nR)}$



3507 图

16. 5208: 在玻璃(折射率 $n_2=1.60$)表面镀一层 MgF_2 (折射率 $n_2=1.38$)薄膜作为增透膜。为了使波长为 500 nm ($1\text{ nm}=10^9\text{ m}$)的光从空气($n_1=1.00$)正入射时尽可能少反射, MgF_2 薄膜的最少厚度应是

- (A) 78.1 nm (B) 90.6 nm (C) 125 nm (D) 181 nm (E) 250nm

17. 5324: 把一平凸透镜放在平玻璃上, 构成牛顿环装置。当平凸透镜慢慢地向上平移时, 由反射光形成的牛顿环

- (A) 向中心收缩, 条纹间隔变小 (B) 向中心收缩, 环心呈明暗交替变化
(C) 向外扩张, 环心呈明暗交替变化 (D) 向外扩张, 条纹间隔变大

18. 5325: 两块平玻璃构成空气劈形膜, 左边为棱边, 用单色平行光垂直入射。若上面的平玻璃慢慢地向上平移, 则干涉条纹

- (A) 向棱边方向平移, 条纹间隔变小
(B) 向棱边方向平移, 条纹间隔变大
(C) 向棱边方向平移, 条纹间隔不变
(D) 向远离棱边的方向平移, 条纹间隔不变
(E) 向远离棱边的方向平移, 条纹间隔变小

19. 5326: 两块平玻璃构成空气劈形膜, 左边为棱边, 用单色平行光垂直入射。若上面的平玻璃以棱边为轴, 沿逆时针方向作微小转动, 则干涉条纹的

- (A) 间隔变小, 并向棱边方向平移
(B) 间隔变大, 并向远离棱边方向平移
(C) 间隔不变, 向棱边方向平移
(D) 间隔变小, 并向远离棱边方向平移

20. 7936: 由两块玻璃片($n_1=1.75$)所形成的空气劈形膜, 其一端厚度为零, 另一端厚度为 0.002 cm 。现用波长为 700 nm ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$)的单色平行光, 沿入射角为 30° 角的方向射在膜的上表面, 则形成的干涉条纹数为

(A) 27 (B) 40 (C) 56 (D) 100

21. 3200: 在迈克耳孙干涉仪的一条光路中, 放入一折射率为 n , 厚度为 d 的透明薄片, 放入后, 这条光路的光程改变了

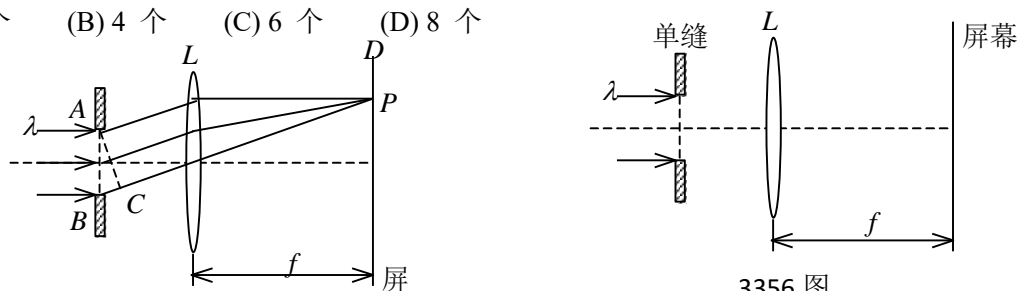
(A) $2(n-1)d$ (B) $2nd$ (C) $2(n-1)d+\lambda/2$ (D) nd (E) $(n-1)d$

22. 3516: 在迈克耳孙干涉仪的一支光路中, 放入一片折射率为 n 的透明介质薄膜后, 测出两束光的光程差的改变量为一个波长 λ , 则薄膜的厚度是

(A) $\lambda/2$ (B) $\lambda/(2n)$ (C) λ/n (D) $\frac{\lambda}{2(n-1)}$

23. 3353: 在单缝夫琅禾费衍射实验中, 波长为 λ 的单色光垂直入射在宽度为 $a=4\lambda$ 的单缝上, 对应于衍射角为 30° 的方向, 单缝处波阵面可分成的半波带数目为

(A) 2 个 (B) 4 个 (C) 6 个 (D) 8 个



3356 图

24. 3355: 一束波长为 λ 的平行单色光垂直入射到一单缝 AB 上, 装置如图。在屏幕 D 上形成衍射图样, 如果 P 是中央亮纹一侧第一个暗纹所在的位置, 则 \overline{BC} 的长度为

(A) $\lambda/2$ (B) λ (C) $3\lambda/2$ (D) 2λ

25. 3356: 在如图所示的单缝夫琅禾费衍射实验中, 若将单缝沿透镜光轴方向向透镜平移, 则屏幕上的衍射条纹

(A) 间距变大 (B) 间距变小 (C) 不发生变化
(D) 间距不变, 但明暗条纹的位置交替变化

26. 3520: 根据惠更斯-菲涅耳原理, 若已知光在某时刻的波阵面为 S , 则 S 的前方某点 P 的光强度决定于波阵面 S 上所有面积元发出的子波各自传到 P 点的

(A) 振动振幅之和 (B) 光强之和 (C) 振动振幅之和的平方 (D) 振动的相干叠加

27. 3523: 波长为 λ 的单色平行光垂直入射到一狭缝上, 若第一级暗纹的位置对应的衍射角为 $\theta=\pm\pi/6$, 则缝宽的大小为

(A) $\lambda/2$ (B) λ (C) 2λ (D) 3λ

28. 3631: 在夫琅禾费单缝衍射实验中, 对于给定的入射单色光, 当缝宽度变小时, 除中央亮纹的中心位置不变外, 各级衍射条纹

(A) 对应的衍射角变小 (B) 对应的衍射角变大
(C) 对应的衍射角也不变 (D) 光强也不变

29. 3715: 一单色平行光束垂直照射在宽度为 1.0 mm 的单缝上, 在缝后放一焦距为 2.0 m 的会聚透镜。已知位于透镜焦平面处的屏幕上的中央明条纹宽度为 2.0 mm , 则入射光波长约为

(A) 100 nm (B) 400 nm (C) 500 nm (D) 600 nm

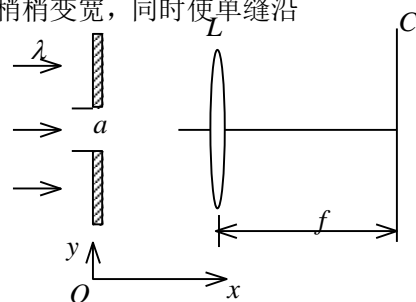
30. 3718: 在单缝夫琅禾费衍射实验中, 若增大缝宽, 其他条件不变, 则中央明条纹

(A) 宽度变小 (B) 宽度变大 (C) 宽度不变, 且中心强度也不变
(D) 宽度不变, 但中心强度增大

31. 5327: 波长 $\lambda=500\text{ nm}$ ($1\text{ nm}=10^9\text{ m}$) 的单色光垂直照射到宽度 $a=0.25\text{ mm}$ 的单缝上, 单缝后面放置一凸透镜, 在凸透镜的焦平面上放置一屏幕, 用以观测衍射条纹。今测得屏幕上中央明条纹一侧第三个暗条纹和另一侧第三个暗条纹之间的距离为 $d=12\text{ mm}$, 则凸透镜的焦距 f 为

(A) 2 m (B) 1 m (C) 0.5 m (D) 0.2 m (E) 0.1 m

32. 5648: 在如图所示的单缝夫琅禾费衍射装置中, 将单缝宽度 a 稍稍变宽, 同时使单缝沿 y 轴正方向作微小平移(透镜屏幕位置不动), 则屏幕 C 上的中央衍射条纹将



- (A) 变窄, 同时向上移;
 (B) 变窄, 同时向下移;
 (C) 变窄, 不移动;
 (D) 变宽, 同时向上移;
 (E) 变宽, 不移

33. 5649: 在如图所示的夫琅禾费衍射装置中, 将单缝宽度 a 稍稍变窄, 同时使会聚透镜 L 沿 y 轴正方向作微小平移(单缝与屏幕位置不动), 则屏幕 C 上的中央衍射条纹将

5648、5649、5650 图

- (A) 变宽, 同时向上移动 (B) 变宽, 同时向下移动 (C) 变宽, 不移动
 (D) 变窄, 同时向上移动 (E) 变窄, 不移动

34. 5650: 在如图所示的单缝夫琅禾费衍射装置中, 设中央明纹的衍射角范围很小。若使单缝宽度 a 变为原来的 $3/2$, 同时使入射的单色光的波长 λ 变为原来的 $3/4$, 则屏幕 C 上单缝衍射条纹中央明纹的宽度 Δx 将变为原来的

- (A) $3/4$ 倍 (B) $2/3$ 倍 (C) $9/8$ 倍 (D) $1/2$ 倍 (E) 2 倍

35. 3204: 测量单色光的波长时, 下列方法中哪一种方法最为准确?

- (A) 双缝干涉 (B) 牛顿环 (C) 单缝衍射 (D) 光栅衍射

36. 3212: 一束平行单色光垂直入射在光栅上, 当光栅常数 $(a+b)$ 为下列哪种情况时 (a 代表每条缝的宽度), $k=3, 6, 9$ 等级次的主极大均不出现?

- (A) $a+b=2a$ (B) $a+b=3a$ (C) $a+b=4a$ (D) $a+b=6a$

37. 3213: 一束白光垂直照射在一光栅上, 在形成的同一级光栅光谱中, 偏离中央明纹最远的是

- (A) 紫光 (B) 绿光 (C) 黄光 (D) 红光

38. 3214: 对某一定波长的垂直入射光, 衍射光栅的屏幕上只能出现零级和一级主极大, 欲使屏幕上出现更高级次的主极大, 应该

- (A) 换一个光栅常数较小的光栅 (B) 换一个光栅常数较大的光栅
 (C) 将光栅向靠近屏幕的方向移动 (D) 将光栅向远离屏幕的方向移动

39. 3361: 某元素的特征光谱中含有波长分别为 $\lambda_1=450 \text{ nm}$ 和 $\lambda_2=750 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm}=10^{-9} \text{ m}$) 的光谱线。在光栅光谱中, 这两种波长的谱线有重叠现象, 重叠处 λ_2 的谱线的级数将是

- (A) 2, 3, 4, 5 (B) 2, 5, 8, 11.....
 (C) 2, 4, 6, 8 (D) 3, 6, 9, 12.....

40. 3525: 波长为 λ 的单色光垂直入射于光栅常数为 d 、缝宽为 a 、总缝数为 N 的光栅上。取 $k=0, \pm 1, \pm 2, \dots$, 则决定出现主极大的衍射角 θ 的公式可写成

- (A) $N a \sin \theta = k \lambda$ (B) $a \sin \theta = k \lambda$ (C) $N d \sin \theta = k \lambda$ (D) $d \sin \theta = k \lambda$

41. 3635: 在光栅光谱中, 假如所有偶数级次的主极大都恰好在单缝衍射的暗纹方向上, 因而实际上不出现, 那么此光栅每个透光缝宽度 a 和相邻两缝间不透光部分宽度 b 的关系为

- (A) $a=b/2$ (B) $a=b$ (C) $a=2b$ (D) $a=3b$

42. 3636: 波长 $\lambda=550 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm}=10^{-9} \text{ m}$) 的单色光垂直入射于光栅常数 $d=2 \times 10^{-4} \text{ cm}$ 的平面衍射光栅上, 可能观察到的光谱线的最大级次为

- (A) 2 (B) 3 (C) 4 (D) 5

43. 5534: 设光栅平面、透镜均与屏幕平行。则当入射的平行单色光从垂直于光栅平面入射变为斜入射时, 能观察到的光谱线的最高级次 k

- (A) 变小 (B) 变大 (C) 不变 (D) 的改变无法确定

44. 3162: 在真空中波长为 λ 的单色光, 在折射率为 n 的透明介质中从 A 沿某路径传播到 B , 若 A, B 两点相位差为 3π , 则此路径 AB 的光程为

- (A) 1.5λ (B) $1.5 \lambda/n$ (C) $1.5 n \lambda$ (D) 3λ

45. 3246: 一束光是自然光和线偏振光的混合光, 让它垂直通过一偏振片. 若以此入射光束为轴旋转偏振片, 测得透射光强度最大值是最小值的 5 倍, 那么入射光束中自然光与线偏振光的光强比值为

- (A) $1/2$ (B) $1/3$ (C) $1/4$ (D) $1/5$

46. 3368: 一束光强为 I_0 的自然光垂直穿过两个偏振片, 且此两偏振片的偏振化方向成 45° 角, 则穿过两个偏振片后的光强 I 为

- (A) $I_0/4\sqrt{2}$ (B) $I_0/4$ (C) $I_0/2$ (D) $\sqrt{2}I_0/2$

47. 3542: 如果两个偏振片堆叠在一起, 且偏振化方向之间夹角为 60° , 光强为 I_0 的自然光垂直入射在偏振片上, 则出射光强为

- (A) $I_0/8$ (B) $I_0/4$ (C) $3I_0/8$ (D) $3I_0/4$

48. 3545: 自然光以 60° 的入射角照射到某两介质交界面时, 反射光为完全线偏振光, 则知折射光为

- (A) 完全线偏振光且折射角是 30°

(B) 部分偏振光且只是在该光由真空入射到折射率为 $\sqrt{3}$ 的介质时, 折射角是 30°

(C) 部分偏振光, 但须知两种介质的折射率才能确定折射角

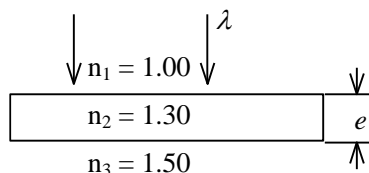
- (D) 部分偏振光且折射角是 30°

49.3639: 自然光以布儒斯特角由空气入射到一玻璃表面上, 反射光是

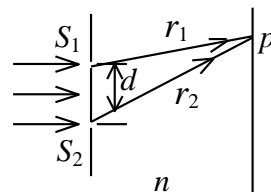
- (A) 在入射面内振动的完全线偏振光
 (B) 平行于入射面的振动占优势的部分偏振光
 (C) 垂直于入射面振动的完全线偏振光
 (D) 垂直于入射面的振动占优势的部分偏振光

二、填空题

1. 3619: 波长为 λ 的单色光垂直照射如图所示的透明薄膜. 膜厚度为 e , 两束反射光的光程差 $\delta =$ _____。



3619 图



3671 图

2. 3671: 单色平行光垂直入射到双缝上. 观察屏上 P 点到两缝的距离分别为 r_1 和 r_2 . 设双缝和屏之间充满折射率为 n 的媒质, 则 P 点处二相干光线的光程差为_____。

3. 3178: 一双缝干涉装置, 在空气中观察时干涉条纹间距为 1.0 mm . 若整个装置放在水中, 干涉条纹的间距将为_____ mm . (设水的折射率为 $4/3$)

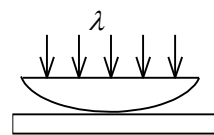
4. 3500: 在双缝干涉实验中, 所用单色光波长为 $\lambda = 562.5\text{ nm}$ ($1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}$), 双缝与观察屏的距离 $D = 1.2\text{ m}$, 若测得屏上相邻明条纹间距为 $\Delta x = 1.5\text{ mm}$, 则双缝的间距 $d =$ _____。

5. 3504: 在双缝干涉实验中, 所用光波波长 $\lambda = 5.461 \times 10^{-4}\text{ mm}$, 双缝与屏间的距离 $D = 300\text{ mm}$, 双缝间距为 $d = 0.134\text{ mm}$, 则中央明条纹两侧的两个第三级明条纹之间的距离为_____。

6. 3683: 在双缝干涉实验中, 双缝间距为 d , 双缝到屏的距离为 D ($D \gg d$), 测得中央零级明纹与第五级明纹之间的距离为 x , 则入射光的波长为_____。

7. 3684 在双缝干涉实验中, 若两缝的间距为所用光波波长的 N 倍, 观察屏到双缝的距离为 D , 则屏上相邻明纹的间距为_____。

8. 3189: 用波长为 λ 的单色光垂直照射如图所示的牛顿环装置, 观察从空气膜上下表面反射的光形成的牛顿环. 若使平凸透镜慢慢地垂直向上移动, 从透镜顶点与平面玻璃接触到两者距离为 d 的移动过程中, 移过视场中某固定观察点的条纹数目等于_____。



3189 图

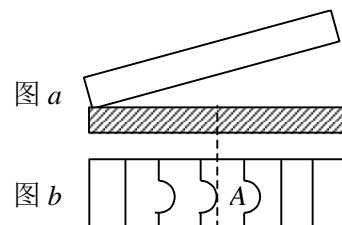
9. 3190 一个平凸透镜的顶点和一平板玻璃接触, 用单色光垂直照射, 观察反射光形成的牛顿环, 测得中央暗斑外第 k 个暗环半径为 r_1 . 现将透镜和玻璃板之间的空气换成某种液体 (其折射率小于玻璃的折射率), 第 k 个暗环的半径变为

r_2 ，由此可知该液体的折射率为_____。

10. 7938: 空气中一玻璃劈形膜其一端厚度为零另一端厚度为 0.005 cm ，折射率为 1.5 。现用波长为 600 nm ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$) 的单色平行光，沿入射角为 30° 角的方向射到劈的上表面，则在劈形膜上形成的干涉条纹数目为_____。

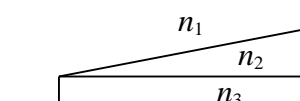
11. 3194: 在空气中有一劈形透明膜，其劈尖角 $\theta=1.0\times 10^{-4}\text{ rad}$ ，在波长 $\lambda=700\text{ nm}$ 的单色光垂直照射下，测得两相邻干涉明条纹间距 $l=0.25\text{ cm}$ ，由此可知此透明材料的折射率 $n=$ _____。

12. 3509: 图 a 为一块光学平板玻璃与一个加工过的平面一端接触，构成的空气劈尖，用波长为 λ 的单色光垂直照射。看到反射光干涉条纹(实线为暗条纹)如图 b 所示。则干涉条纹上 A 点处所对应的空气薄膜厚度为 $e=$ _____。



3509 图

13. 3510: 折射率分别为 n_1 和 n_2 的两块平板玻璃构成空气劈尖，用波长为 λ 的单色光垂直照射。如果将该劈尖装置浸入折射率为 n 的透明液体中，且 $n_2>n>n_1$ ，则劈尖厚度为 e 的地方两反射光的光程差的改变量是_____。



3621 图

14. 3621: 用波长为 λ 的单色光垂直照射如图所示的、折射率为 n_2 的劈形膜($n_1>n_2$ ， $n_3>n_2$)，观察反射光干涉。从劈形膜顶开始，第 2 条明条纹对应的膜厚度 $e=$ _____。

15. 3622: 用波长为 λ 的单色光垂直照射折射率为 n 的劈形膜形成等厚干涉条纹，若测得相邻明条纹的间距为 l ，则劈尖角 $\theta=$ _____。

16. 3693: 分别用波长 $\lambda_1=500\text{ nm}$ 与波长 $\lambda_2=600\text{ nm}$ 的平行单色光垂直照射到劈形膜上，劈形膜的折射率为 3.1 ，膜两侧是同样的媒质，则这两种波长的光分别形成的第七条明纹所对应的膜的厚度之差为_____ nm 。

17. 3699: 波长为 λ 的平行单色光垂直照射到劈形膜上，劈尖角为 θ ，劈形膜的折射率为 n ，第 k 级明条纹与第 $k+5$ 级明纹的间距是_____。

18. 7946: 一平凸透镜，凸面朝下放在一平玻璃板上。透镜刚好与玻璃板接触。波长分别为 $\lambda_1=600\text{ nm}$ 和 $\lambda_2=500\text{ nm}$ 的两种单色光垂直入射，观察反射光形成的牛顿环。从中心向外数的两种光的第五个明环所对应的空气膜厚度之差为_____ nm 。

19. 3201: 若在迈克耳孙干涉仪的可动反射镜 M 移动 0.620 mm 过程中，观察到干涉条纹移动了 2300 条，则所用光波的波长为_____ nm 。 ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$)

20. 3203: 用迈克耳孙干涉仪测微小的位移。若入射光波波长 $\lambda=628.9\text{ nm}$ ，当动臂反射镜移动时，干涉条纹移动了 2048 条，反射镜移动的距离 $d=$ _____。

21. 3378: 光强均为 I_0 的两束相干光相遇而发生干涉时，在相遇区域内有可能出现的最大光强是_____。

22. 3517: 在迈克耳孙干涉仪的一支光路上，垂直于光路放入折射率为 n 、厚度为 h 的透明介质薄膜。与未放入此薄膜时相比较，两光束光程差的改变量为_____。

23. 3711: 已知在迈克耳孙干涉仪中使用波长为 l 的单色光。在干涉仪的可动反射镜移动距离 d 的过程中，干涉条纹将移动_____条。

24. 3713: 在迈克耳孙干涉仪的可动反射镜移动了距离 d 的过程中，若观察到干涉条纹移动了 N 条，则所用光波的波长 $l=$ _____。

25. 3207: 在单缝的夫琅禾费衍射实验中，屏上第三级暗纹对应于单缝处波面可划分为_____个半波带，若将缝宽缩小一半，原来第三级暗纹处将是_____纹。

26. 3357: 在单缝夫琅禾费衍射实验中，设第一级暗纹的衍射角很小，若钠黄光($\lambda_1\approx 589\text{ nm}$) 中央明纹宽度为 4.0 mm ，则 $\lambda_2=442\text{ nm}$ ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$) 的蓝紫色光的中央明纹宽度为_____。

27. 3524: 平行单色光垂直入射在缝宽为 $a=0.15\text{ mm}$ 的单缝上。缝后有焦距为 $f=400\text{ mm}$ 的凸透镜，在其焦平面上放置观察屏幕。现测得屏幕上中央明条纹两侧的两个第三级暗纹之间的距离为 8 mm ，则入射光的波长为 $\lambda=$ _____。

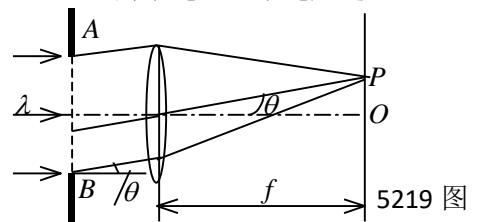
28. 3633: 将波长为 λ 的平行单色光垂直投射于一狭缝上，若对应于衍射图样的第一级暗纹位置的衍射角的绝对值为 θ ，则缝的宽度等于_____。

29. 3720: 若对应于衍射角 $\varphi=30^\circ$ ，单缝处的波面可划分为 4 个半波带，则单缝的宽度

$a = \frac{\lambda}{\sin \theta}$ (λ 为入射光波长)。

30. 3742: 在单缝夫琅禾费衍射实验中, 波长为 λ 的单色光垂直入射在宽度 $a=5\lambda$ 的单缝上。对应于衍射角 φ 的方向上若单缝处波面恰好可分成 5 个半波带, 则衍射角 $\varphi =$ _____。

31. 5219: 波长为 $\lambda=480.0\text{ nm}$ 的平行光垂直照射到宽度为 $a=0.40\text{ mm}$ 的单缝上, 单缝后透镜的焦距为 $f=60\text{ cm}$, 当单缝两边缘点 A 、 B 射向 P 点的两条光线在 P 点的相位差为 π 时, P 点离透镜焦点 O 的距离等于 _____。



32. 3362: 某单色光垂直入射到一个每毫米有 800 条刻线的光栅上, 如果第一级谱线的衍射角为 30° , 则入射光的波长应为 _____。

33. 3637: 波长为 λ 的单色光垂直投射于缝宽为 a , 总缝数为 N , 光栅常数为 d 的光栅上, 光栅方程(表示出现主极大的衍射角 φ 应满足的条件)为 _____。

34. 3638: 波长为 500 nm ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$) 的单色光垂直入射到光栅常数为 $1.0\times 10^{-4}\text{ cm}$ 的平面衍射光栅上, 第一级衍射主极大所对应的衍射角 $\varphi =$ _____。

35. 3731: 波长为 $\lambda=550\text{ nm}$ ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$) 的单色光垂直入射于光栅常数 $d=2\times 10^{-4}\text{ cm}$ 的平面衍射光栅上, 可能观察到光谱线的最高级次为第 _____ 级。

36. 5656: 用波长为 λ 的单色平行光垂直入射在一块多缝光栅上, 其光栅常数 $d=3\ \mu\text{m}$, 缝宽 $a=1\ \mu\text{m}$, 则在单缝衍射的中央明条纹中共有 _____ 条谱线(主极大)。

37. 5659: 可见光的波长范围是 $400\text{ nm} - 760\text{ nm}$ 。用平行的白光垂直入射在平面透射光栅上时, 它产生的不与另一级光谱重叠的完整的可见光谱是第 _____ 级光谱。 ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$)

38. 3164: 若一双缝装置的两个缝分别被折射率为 n_1 和 n_2 的两块厚度均为 e 的透明介质所遮盖, 此时由双缝分别到屏上原中央极大所在处的两束光的光程差 $\delta =$ _____。

39. 3233: 一束自然光从空气投射到玻璃表面上(空气折射率为 1), 当折射角为 30° 时, 反射光是完全偏振光, 则此玻璃板的折射率等于 _____。

40. 3640: 自然光以布儒斯特角 i_0 从第一种介质(折射率为 n_1)入射到第二种介质(折射率为 n_2)内, 则 $\text{tg } i_0 =$ _____。

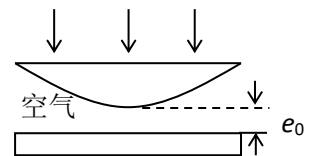
三、计算题

1. 3182: 在双缝干涉实验中, 波长 $\lambda=550\text{ nm}$ 的单色平行光垂直入射到缝间距 $a=2\times 10^{-4}\text{ m}$ 的双缝上, 屏到双缝的距离 $D=2\text{ m}$ 。求:

(1) 中央明纹两侧的两条第 10 级明纹中心的间距;

(2) 用一厚度为 $e=6.6\times 10^{-5}\text{ m}$ 、折射率为 $n=1.58$ 的玻璃片覆盖一缝后, 零级明纹将移到原来的第几级明纹处? ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$)

2. 3198: 如图所示, 牛顿环装置的平凸透镜与平板玻璃有一小缝隙 e_0 。现用波长为 λ 的单色光垂直照射, 已知平凸透镜的曲率半径为 R , 求反射光形成的牛顿环的各暗环半径。



3198 图

3. 3660: 用波长为 500 nm ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$) 的单色光垂直照射到由两块光学平玻璃构成的空气劈形膜上。在观察反射光的干涉现象中, 距劈形膜棱边 $l=1.56\text{ cm}$ 的 A 处是从棱边算起的第四条暗条纹中心

(1) 求此空气劈形膜的劈尖角 θ ;

(2) 改用 600 nm 的单色光垂直照射到此劈尖上仍观察反射光的干涉条纹, A 处是明条纹还是暗条纹?

(3) 在第(2)问的情形从棱边到 A 处的范围内共有几条明纹? 几条暗纹?

4. 0470: 用每毫米 300 条刻痕的衍射光栅来检验仅含有属于红和蓝的两种单色成分的光谱。已知红谱线波长 λ_R 在 $0.63-0.76\ \mu\text{m}$ 范围内, 蓝谱线波长 λ_B 在 $0.43-0.49\ \mu\text{m}$ 范围内。当光垂直入射到光栅时, 发现在衍射角为 24.46° 处, 红蓝两谱线同时出现。

(1) 在什么角度下红蓝两谱线还会同时出现?

(2) 在什么角度下只有红谱线出现?

5. 3211: (1) 在单缝夫琅禾费衍射实验中, 垂直入射的光有两种波长, $\lambda_1=400\text{ nm}$, $\lambda_2=760\text{ nm}$ ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$)。已知单缝宽度 $a=1.0\times 10^{-2}\text{ cm}$, 透镜焦距 $f=50\text{ cm}$ 。求两种光第一级衍射明

纹中心之间的距离。

(2) 若用光栅常数 $d=1.0 \times 10^{-3} \text{ cm}$ 的光栅替换单缝，其他条件和上一问相同，求两种光第一级主极大之间的距离。

6. 3220: 波长 $\lambda=600 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm}=10^{-9} \text{ m}$) 的单色光垂直入射到一光栅上，测得第二级主极大的衍射角为 30° ，且第三级是缺级。

(1) 光栅常数 $(a+b)$ 等于多少？

(2) 透光缝可能的最小宽度 a 等于多少？

(3) 在选定了上述 $(a+b)$ 和 a 之后，求在衍射角 $-\frac{1}{2}\pi < \varphi < \frac{1}{2}\pi$ 范围内可能观察到的全部主极大的级次。

7. 3221: 一束平行光垂直入射到某个光栅上，该光束有两种波长的光， $\lambda_1=440 \text{ nm}$ ， $\lambda_2=660 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm}=10^{-9} \text{ m}$)。实验发现，两种波长的谱线(不计中央明纹)第二次重合于衍射角 $\varphi=60^\circ$ 的方向上。求此光栅的光栅常数 d 。

8. 3738: 用钠光($\lambda=589.3 \text{ nm}$)垂直照射到某光栅上，测得第三级光谱的衍射角为 60° 。

(1) 若换用另一光源测得其第二级光谱的衍射角为 30° ，求后一光源发光的波长。

(2) 若以白光($400 \text{ nm}-760 \text{ nm}$)照射在该光栅上，求其第二级光谱的张角。($1 \text{ nm}=10^{-9} \text{ m}$)

9. 5536: 设光栅平面和透镜都与屏幕平行，在平面透射光栅上每厘米有 5000 条刻线，用它来观察钠黄光 ($\lambda=589 \text{ nm}$) 的光谱线。

(1) 当光线垂直入射到光栅上时，能看到的光谱线的最高级次 k_m 是多少？

(2) 当光线以 30° 的入射角(入射线与光栅平面的法线的夹角)斜入射到光栅上时，能看到的光谱线的最高级次 k'_m 是多少？ ($1 \text{ nm}=10^{-9} \text{ m}$)

10. 3530: 一衍射光栅，每厘米 200 条透光缝，每条透光缝宽为 $a=2 \times 10^{-3} \text{ cm}$ ，在光栅后放一焦距 $f=1 \text{ m}$ 的凸透镜，现以 $\lambda=600 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm}=10^{-9} \text{ m}$) 的单色平行光垂直照射光栅，求：

(1) 透光缝 a 的单缝衍射中央明条纹宽度为多少？

(2) 在该宽度内，有几个光栅衍射主极大？

(3) 选择题

1. 3165: C; 2. 3611: B; 3. 3664: C; 4. 3169: D; 5. 3171: C;

6. 3172: B; 7. 3498: B; 8. 3612: B; 9. 3677: A; 10. 3185: D;

11. 3186: B; 12. 3187: C; 13. 3188: C; 14. 3507: C; 15. 3689: B;

16. 5208: B; 17. 5324: B; 18. 5325: C; 19. 5326: A; 20. 7936: A;

21. 3200: A; 22. 3516: D; 23. 3353: B; 24. 3355: B; 25. 3356: C;

26. 3520: D; 27. 3523: C; 28. 3631: B; 29. 3715: C; 30. 3718: A;

31. 5327: B; 32. 5648: C; 33. 5649: A; 34. 5650: D; 35. 3204: D;

36. 3212: B; 37. 3213: D; 38. 3214: B; 39. 3361: D; 40. 3525: D;

41. 3635: B; 42. 3636: B; 43. 5534: B; 44. 3162: A; 45. 3246: A;

46. 3368: B; 47. 3542: A; 48. 3545: D; 49. 3639: C;

二、填空题

1. 3619: $2.60 e$

2. 3671: $n(r_2 - r_1)$

3. 3178: 0.75

4. 3500: 0.45 mm

5. 3504: 7.32 mm

6. 3683: $xd / (5D)$

7. 3684: D / N

8. 3189: $2d / \lambda$

9. 3190: r_1^2 / r_2^2

10. 7938: 236
 11. 3194: 1.40
 12. 3509: $\frac{3}{2}\lambda$
 13. 3510: $2(n-1)e - \lambda/2$ 或者 $2(n-1)e + \lambda/2$
 14. 3621: $\frac{3\lambda}{4n_2}$
 15. 3622: $\frac{\lambda}{2nl}$
 16. 3693: 105
 17. 3699: $5\lambda / (2n\theta)$
 18. 7946: 225
 19. 3201: 539.1
 20. 3203: 0.664mm
 21. 3378: $4I_0$
 22. 3517: $2(n-1)h$
 23. 3711: $2d / l$
 24. 3713: $2d / N$
 25. 3207: 6
 26. 3357: 3.0mm
 27. 3524: 500nm
 28. 3633: $\lambda / \sin\theta$
 29. 3720: 4
 30. 3742: 30°
 31. 5219: 0.36mm
 32. 3362: 6250Å (或 625 nm)
 33. 3637: $d \sin\varphi = k\lambda$ ($k=0, \pm 1, \pm 2, \dots$)
 34. 3638: 30°
 35. 3731: 3
 36. 5656: 5
 37. 5659: 1
 38. 3164: $(n_1 - n_2)e$ 或 $(n_2 - n_1)e$ 均可
 39. 3233: $\sqrt{3}$
 40. 3640: n_2 / n_1

三、计算题

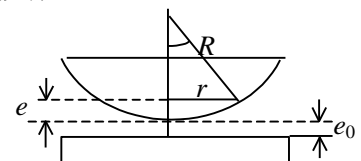
1. 3182: 解: (1) $\Delta x = 20 D\lambda / a = 0.11 \text{ m}$ -----4 分
 (2) 覆盖云玻璃后, 零级明纹应满足: $(n-1)e + r_1 = r_2$ -----2 分
 设不盖玻璃片时, 此点为第 k 级明纹, 则应有: $r_2 - r_1 = k\lambda$ -----2 分
 所以: $(n-1)e = k\lambda \Rightarrow k = (n-1)e / \lambda = 6.96 \approx 7$
 零级明纹移到原第 7 级明纹处 -----2 分

2. 3198: 解: 设某暗环半径为 r , 由图可知, 根据几何关系, 近似有:

$$e = r^2 / (2R) \quad \text{①} \text{-----3 分}$$

再根据干涉减弱条件有:

$$2e + 2e_0 + \frac{1}{2}\lambda = \frac{1}{2}(2k+1)\lambda \quad \text{②} \text{-----4 分}$$



式中 k 为大于零的整数. 把式①代入式②可得: $r = \sqrt{R(k\lambda - 2e_0)}$ -----2 分

(k 为整数, 且 $k > 2e_0 / \lambda$)-----1 分

3. 3660: 解: (1) 棱边处是第一条暗纹中心, 在膜厚度为 $e_2 = \frac{1}{2} \lambda$ 处是第二条暗纹中心, 依

此可知第四条暗纹中心处, 即 A 处膜厚度: $e_4 = \frac{3}{2} \lambda$

$\therefore \theta = e_4 / l = 3\lambda / (2l) = 4.8 \times 10^{-5} \text{ rad}$ -----5 分

(2) 由上问可知 A 处膜厚为: $e_4 = 3 \times 500 / 2 \text{ nm} = 750 \text{ nm}$, 对于 $\lambda' = 600 \text{ nm}$ 的光, 连同附

加光程差, 在 A 处两反射光的光程差为: $2e_4 + \frac{1}{2} \lambda'$, 它与波长 λ' 之比为 $2e_4 / \lambda' + \frac{1}{2} = 3.0$ 。

所以 A 处是明纹-----3 分

(3) 棱边处仍是暗纹, A 处是第三条明纹, 所以共有三条明纹, 三条暗纹。-----2 分

4. 0470: 解: $\therefore a+b = (1/300) \text{ mm} = 3.33 \mu\text{m}$ -----1 分

(1) $(a+b) \sin \psi = k\lambda$; $k\lambda = (a+b) \sin 24.46^\circ = 1.38 \mu\text{m}$

$\therefore \lambda_R = 0.63 - 0.76 \mu\text{m}$; $\lambda_B = 0.43 - 0.49 \mu\text{m}$

对于红光, 取 $k=2$, 则: $\lambda_R = 0.69 \mu\text{m}$ -----2 分

对于蓝光, 取 $k=3$, 则: $\lambda_B = 0.46 \mu\text{m}$ -----1 分

红光最大级次 $k_{\max} = (a+b) / \lambda_R = 4.8$ -----1 分

取 $k_{\max} = 4$ 则红光的第 4 级与蓝光的第 6 级还会重合. 设重合处的衍射角为 ψ' , 则:

$\sin \psi' = 4\lambda_R / (a+b) = 0.828$, $\therefore \psi' = 55.9^\circ$ -----2 分

(2) 红光的第二、四级与蓝光重合, 且最多只能看到四级, 所以纯红光谱的第一、三级将出现。

$\sin \psi_1 = \lambda_R / (a+b) = 0.207$ $\psi_1 = 11.9^\circ$ -----2 分

$\sin \psi_3 = 3\lambda_R / (a+b) = 0.621$ $\psi_3 = 38.4^\circ$ -----1 分

5. 3211: 解: (1) 由单缝衍射明纹公式可知: $a \sin \varphi_1 = \frac{1}{2} (2k+1) \lambda_1 = \frac{3}{2} \lambda_1$ (取 $k=1$)--1 分

$a \sin \varphi_2 = \frac{1}{2} (2k+1) \lambda_2 = \frac{3}{2} \lambda_2$ -----1 分

$\text{tg } \varphi_1 = x_1 / f$, $\text{tg } \varphi_2 = x_2 / f$

由于: $\sin \varphi_1 \approx \text{tg } \varphi_1$, $\sin \varphi_2 \approx \text{tg } \varphi_2$

所以: $x_1 = \frac{3}{2} f \lambda_1 / a$ -----1 分; $x_2 = \frac{3}{2} f \lambda_2 / a$ -----1 分

则两个第一级明纹之间距为: $\Delta x = x_2 - x_1 = \frac{3}{2} f \Delta \lambda / a = 0.27 \text{ cm}$ -----2 分

(2) 由光栅衍射主极大的公式: $d \sin \varphi_1 = k \lambda_1 = 1 \lambda_1$; $d \sin \varphi_2 = k \lambda_2 = 1 \lambda_2$ -----2 分

且有: $\sin \varphi \approx \text{tg } \varphi = x / f$

所以: $\Delta x = x_2 - x_1 = f \Delta \lambda / d = 1.8 \text{ cm}$ -----2 分

6. 3220: 解: (1) 由光栅衍射主极大公式得: $a+b = \frac{\sin \varphi}{k} = 2.4 \times 10^{-4} \text{ cm}$ -----3 分

(2) 若第三级不缺级, 则由光栅公式得 $(a+b) \sin \varphi' = 3\lambda$

由于第三级缺级, 则对应于最小可能的 a , φ' 方向应是单缝衍射第一级暗纹: $a \sin \varphi' = \lambda$
两式比较, 得: $a = (a+b)/3 = 0.8 \times 10^{-4} \text{ cm}$ -----3 分

(3) $(a+b)\sin\varphi = k\lambda$, (主极大); $a\sin\varphi = k'\lambda$, (单缝衍射极小) ($k' = 1, 2, 3, \dots$)
 因此 $k=3, 6, 9, \dots$ 缺级-----2分
 又因为 $k_{\max}=(a+b)/\lambda=4$, 所以实际呈现 $k=0, \pm 1, \pm 2$ 级明纹. ($k=\pm 4$ 在 $\pi/2$ 处看不到)
 -----2分

7. 3221: 解: 由光栅衍射主极大公式得: $d\sin\varphi_1 = k_1\lambda_1$; $d\sin\varphi_2 = k_2\lambda_2$

$$\frac{\sin\varphi_1}{\sin\varphi_2} = \frac{k_1\lambda_1}{k_2\lambda_2} = \frac{k_1 \times 440}{k_2 \times 660} = \frac{2k_1}{3k_2} \text{-----4分}$$

当两谱线重合时有: $\varphi_1 = \varphi_2$ -----1分

$$\text{即: } \frac{k_1}{k_2} = \frac{3}{2} = \frac{6}{4} = \frac{9}{6} \text{-----1分}$$

两谱线第二次重合即是: $\frac{k_1}{k_2} = \frac{6}{4}$, $k_1=6, k_2=4$ -----2分

$$d = \frac{6\lambda_1}{\sin 60^\circ} = 3.05 \times 10^{-3} \text{ mm} \text{-----2分}$$

8. 3738: 解: (1) $(a+b)\sin\varphi = 3\lambda$ $a+b=3\lambda/\sin\varphi$, $\varphi=60^\circ$ -----2分

$$a+b=2\lambda'/\sin\varphi'; \quad \varphi'=30^\circ \text{-----1分}$$

$$3\lambda/\sin\varphi=2\lambda'/\sin\varphi' \text{-----1分}$$

$$\lambda'=510.3 \text{ nm} \text{-----1分}$$

(2) $(a+b)=3\lambda/\sin\varphi=2041.4 \text{ nm}$ -----2分

$$\varphi_2' = \sin^{-1}(2 \times 400 / 2041.4) \quad (\lambda=400\text{nm}) \text{-----1分}$$

$$\varphi_2'' = \sin^{-1}(2 \times 760 / 2041.4) \quad (\lambda=760\text{nm}) \text{-----1分}$$

白光第二级光谱的张角: $\Delta\varphi = \varphi_2'' - \varphi_2' = 25^\circ$ -----1分

9. 5536: 解: 光栅常数 $d=2 \times 10^{-6} \text{ m}$ -----1分

(1) 垂直入射时, 设能看到的光谱线的最高级次为 k_m , 则据光栅方程有: $d\sin\theta = k_m\lambda$

$$\because \sin\theta \leq 1 \quad \therefore k_m\lambda/d \leq 1, \quad \therefore k_m \leq d/\lambda = 3.39$$

$$\because k_m \text{ 为整数, 有: } k_m = 3 \text{-----4分}$$

(2) 斜入射时, 设能看到的光谱线的最高级次为 k'_m , 则据斜入射时的光栅方程有:

$$d(\sin 30^\circ + \sin \theta') = k'_m\lambda \Rightarrow \frac{1}{2} + \sin \theta' = k'_m\lambda/d$$

$$\because \sin\theta' \leq 1 \quad \therefore k'_m\lambda/d \leq 1.5$$

$$\therefore k'_m \leq 1.5d/\lambda = 5.09; \quad \because k'_m \text{ 为整数, 有: } k'_m = 5 \text{-----5分}$$

10. 3530: 解: (1) $a\sin\varphi = k\lambda$ $\text{tg}\varphi = x/f$ -----2分

当 $x \ll f$ 时, $\text{tg}\varphi \approx \sin\varphi \approx \varphi$, $ax/f = k\lambda$, 取 $k=1$ 有: $x = fl/a = 0.03 \text{ m}$ -----1分

\therefore 中央明纹宽度为 $\Delta x = 2x = 0.06 \text{ m}$ -----1分

(2) $(a+b)\sin\varphi = k'\lambda$

$$k' = (a+b)x/(f\lambda) = 2.5 \text{-----2分}$$

取 $k'=2$, 共有 $k'=0, \pm 1, \pm 2$ 等 5 个主极大-----2分

07 热学

一、选择题

1. 4251: 一定量的理想气体贮于某一容器中, 温度为 T , 气体分子的质量为 m 。根据理想气体的分子模型和统计假设, 分子速度在 x 方向的分量平方的平均值

(A) $\overline{v_x^2} = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$ (B) $\overline{v_x^2} = \frac{1}{3}\sqrt{\frac{3kT}{m}}$ (C) $\overline{v_x^2} = 3kT/m$ (D) $\overline{v_x^2} = kT/m$ []

2. 4252: 一定量的理想气体贮于某一容器中, 温度为 T , 气体分子的质量为 m 。根据理想气体分子模型和统计假设, 分子速度在 x 方向的分量的平均值

(A) $\overline{v_x} = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m}}$ (B) $\overline{v_x} = \frac{1}{3}\sqrt{\frac{8kT}{\pi m}}$ (C) $\overline{v_x} = \sqrt{\frac{8kT}{3\pi m}}$ (D) $\overline{v_x} = 0$ []

3. 4014: 温度、压强相同的氮气和氧气, 它们分子的平均动能 $\overline{\varepsilon}$ 和平均平动动能 \overline{w} 有如下关系:

(A) $\overline{\varepsilon}$ 和 \overline{w} 都相等 (B) $\overline{\varepsilon}$ 相等, 而 \overline{w} 不相等 (C) \overline{w} 相等, 而 $\overline{\varepsilon}$ 不相等 (D) $\overline{\varepsilon}$ 和 \overline{w} 都不相等 []

4. 4022: 在标准状态下, 若氧气(视为刚性双原子分子的理想气体)和氮气的体积比 $V_1/V_2=1/2$, 则其内能之比 E_1/E_2 为:

(A) 3/10 (B) 1/2 (C) 5/6 (D) 5/3 []

5. 4023: 水蒸气分解成同温度的氢气和氧气, 内能增加了百分之几(不计振动自由度和化学能)?

(A) 66.7% (B) 50% (C) 25% (D) 0 []

6. 4058: 两瓶不同种类的理想气体, 它们的温度和压强都相同, 但体积不同, 则单位体积内的气体分子数 n , 单位体积内的气体分子的总平动动能(E_k/V), 单位体积内的气体质量 ρ , 分别有如下关系:

(A) n 不同, (E_k/V)不同, ρ 不同 (B) n 不同, (E_k/V)不同, ρ 相同 (C) n 相同, (E_k/V)相同, ρ 不同 (D) n 相同, (E_k/V)相同, ρ 相同 []

7. 4013: 一瓶氮气和一瓶氦气密度相同, 分子平均平动动能相同, 而且它们都处于平衡状态, 则它们

(A) 温度相同、压强相同 (B) 温度、压强都不相同 (C) 温度相同, 但氮气的压强大于氦气的压强 (D) 温度相同, 但氮气的压强小于氦气的压强 []

8. 4012: 关于温度的意义, 有下列几种说法: (1) 气体的温度是分子平均平动动能的量度; (2) 气体的温度是大量气体分子热运动的集体表现, 具有统计意义; (3) 温度的高低反映物质内部分子运动剧烈程度的不同; (4) 从微观上看, 气体的温度表示每个气体分子的冷热程度。这些说法中正确的是

(A) (1)、(2)、(4); (B) (1)、(2)、(3); (C) (2)、(3)、(4); (D) (1)、(3)、(4); []

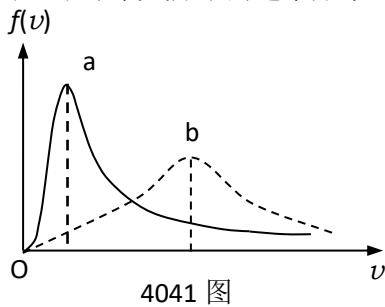
9. 4039: 设声波通过理想气体的速率正比于气体分子的热运动平均速率, 则声波通过具有相同温度的氧气和氢气的速率之比 v_{O_2}/v_{H_2} 为

(A) 1 (B) 1/2 (C) 1/3 (D) 1/4 []

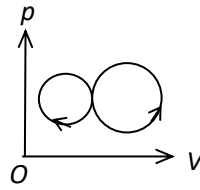
10. 4041: 设图示的两条曲线分别表示在相同温度下氧气和氢气分子的速率分布曲线; 令 $(v_p)_{O_2}$ 和 $(v_p)_{H_2}$ 分别表示氧气和氢气的最概然速率, 则:

(A) 图中 a 表示氧气分子的速率分布曲线; $(v_p)_{O_2}/(v_p)_{H_2}=4$
 (B) 图中 a 表示氧气分子的速率分布曲线; $(v_p)_{O_2}/(v_p)_{H_2}=1/4$
 (C) 图中 b 表示氧气分子的速率分布曲线; $(v_p)_{O_2}/(v_p)_{H_2}=1/4$

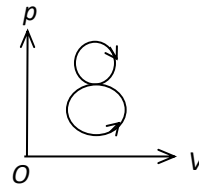
(D) 图中 b 表示氧气分子的速率分布曲线; $(v_p)_{O_2} / (v_p)_{H_2} = 4$ []



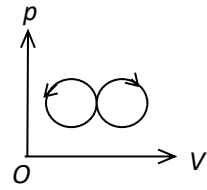
4041 图



图(a)



图(b)



图(c)

4084 图

11. 4084: 图(a)、(b)、(c)各表示联接在一起的两个循环过程, 其中(c)图是两个半径相等的圆构成的两个循环过程, 图(a)和(b)则为半径不等的两个圆。那么:

- (A) 图(a)总净功为负。图(b)总净功为正。图(c)总净功为零
 (B) 图(a)总净功为负。图(b)总净功为负。图(c)总净功为正
 (C) 图(a)总净功为负。图(b)总净功为负。图(c)总净功为零
 (D) 图(a)总净功为正。图(b)总净功为正。图(c)总净功为负

12. 4133: 关于可逆过程和不可逆过程的判断:

(1) 可逆热力学过程一定是准静态过程; (2) 准静态过程一定是可逆过程; (3) 不可逆过程就是不能向相反方向进行的过程; (4) 凡有摩擦的过程, 一定是不可逆过程。以上四种判断, 其中正确的是

- (A) (1)、(2)、(3) (B) (1)、(2)、(4) (C) (2)、(4) (D) (1)、(4) []

13. 4098: 质量一定的理想气体, 从相同状态出发, 分别经历等温过程、等压过程和绝热过程, 使其体积增加一倍。那么气体温度的改变(绝对值)在

- (A) 绝热过程中最大, 等压过程中最小 (B) 绝热过程中最大, 等温过程中最小
 (C) 等压过程中最大, 绝热过程中最小 (D) 等压过程中最大, 等温过程中最小 []

14. 4089: 有两个相同的容器, 容积固定不变, 一个盛有氨气, 另一个盛有氢气(看成刚性分子的理想气体), 它们的压强和温度都相等, 现将 5J 的热量传给氢气, 使氢气温度升高, 如果使氨气也升高同样的温度, 则应向氨气传递热量是:

- (A) 6J (B) 5J (C) 3J (D) 2J []

15. 4094: 1mol 的单原子分子理想气体从状态 A 变为状态 B, 如果不知是什么气体, 变化过程也不知道, 但 A、B 两态的压强、体积和温度都知道, 则可求出:

- (A) 气体所作的功 (B) 气体内能的变化
 (C) 气体传给外界的热量 (D) 气体的质量

16. 4100: 一定量的理想气体经历 acb 过程时吸热 500 J。则经历 acbda 过程时, 吸热为

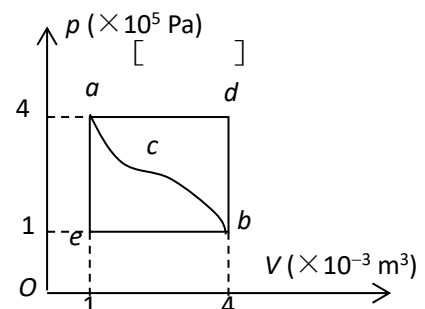
- (A) -1200 J (B) -700 J
 (C) -400 J (D) 700 J []

17. 4095: 一定量的某种理想气体起始温度为 T , 体积为 V , 该气体在下面循环过程中经过三个平衡过程: (1) 绝热膨胀到体积为 $2V$, (2) 等体变化使温度恢复为 T , (3) 等温压缩到原来体积 V , 则此整个循环过程中

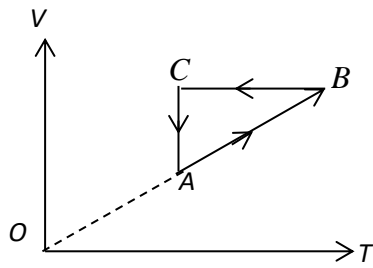
- (A) 气体向外界放热 (B) 气体对外界作正功
 (C) 气体内能增加 (D) 气体内能减少 []

18. 4116: 一定量理想气体经历的循环过程用 $V-T$ 曲线表示如图。在此循环过程中, 气体从外界吸热的过程是

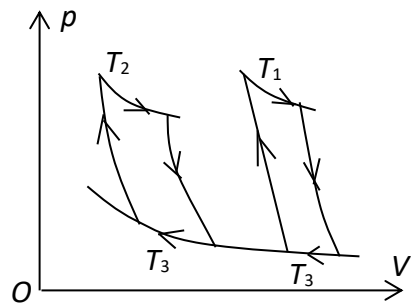
- (A) $A \rightarrow B$ (B) $B \rightarrow C$ (C) $C \rightarrow A$ (D) $B \rightarrow C$ 和 $B \rightarrow C$ []



4100 图



4116 图



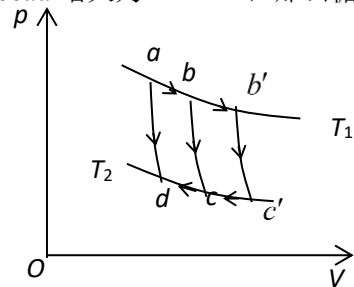
4121 图

19. 4121: 两个卡诺热机的循环曲线如图所示, 一个工作在温度为 T_1 与 T_3 的两个热源之间, 另一个工作在温度为 T_2 与 T_3 的两个热源之间, 已知这两个循环曲线所包围的面积相等。由此可知:

- (A) 两个热机的效率一定相等
- (B) 两个热机从高温热源所吸收的热量一定相等
- (C) 两个热机向低温热源所放出的热量一定相等
- (D) 两个热机吸收的热量与放出的热量 (绝对值) 的差值一定相等 []

20. 4122: 如果卡诺热机的循环曲线所包围的面积从图中的 $abcd$ 增大为 $ab'c'da$, 那么循环 $abcd$ 与 $ab'c'da$ 所作的净功和热机效率变化情况是:

- (A) 净功增大, 效率提高
- (B) 净功增大, 效率降低
- (C) 净功和效率都不变
- (D) 净功增大, 效率不变 []



4122 图

21. 4123: 在温度分别为 327°C 和 27°C 的高温热源和低温热源之间工作的热机, 理论上的最大效率为

- (A) 25% (B) 50% (C) 75% (D) 91.74% []

22. 4124: 设高温热源的热力学温度是低温热源的热力学

温度的 n 倍, 则理想气体在一次卡诺循环中, 传给低温热源的热量是从高温热源吸取热量的

- (A) n 倍 (B) $n-1$ 倍 (C) $\frac{1}{n}$ 倍 (D) $\frac{n+1}{n}$ 倍 []

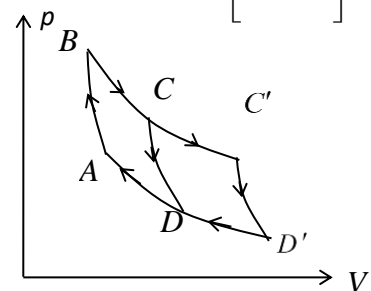
23. 4125: 有人设计一台卡诺热机(可逆的)。每循环一次可从 400 K 的高温热源吸热 1800 J , 向 300 K 的低温热源放热 800 J 。同时对外做功 1000 J , 这样的设计是

- (A) 可以的, 符合热力学第一定律
- (B) 可以的, 符合热力学第二定律
- (C) 不行的, 卡诺循环所作的功不能大于向低温热源放出的热量
- (D) 不行的, 这个热机的效率超过理论值 []

24. 4126: 如图表示的两个卡诺循环, 第一个沿 $ABCD$

进行, 第二个沿 $ABC'D'A$ 进行, 这两个循环的效率 η_1 和 η_2 的关系及这两个循环所作的净功 W_1 和 W_2 的关系是

- (A) $\eta_1 = \eta_2, W_1 = W_2$
- (B) $\eta_1 > \eta_2, W_1 = W_2$
- (C) $\eta_1 = \eta_2, W_1 > W_2$
- (D) $\eta_1 = \eta_2, W_1 < W_2$



4126 图

25. 4135: 根据热力学第二定律可知:

- (A) 功可以全部转换为热, 但热不能全部转换为功
- (B) 热可以从高温物体传到低温物体, 但不能从低温物体传到高温物体
- (C) 不可逆过程就是不能向相反方向进行的过程
- (D) 一切自发过程都是不可逆的 []

26. 4136: 根据热力学第二定律判断下列哪种说法是正确的

- (A) 热量能从高温物体传到低温物体, 但不能从低温物体传到高温物体

- (B) 功可以全部变为热，但热不能全部变为功
 (C) 气体能够自由膨胀，但不能自动收缩
 (D) 有规则运动的能量能够变为无规则运动的能量，但无规则运动的能量不能变为有规则运动的能量
 []

27. 4142: 一绝热容器被隔板分成两半，一半是真空，另一半是理想气体。若把隔板抽出，气体将进行自由膨胀，达到平衡后

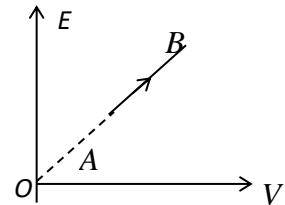
- (A) 温度不变，熵增加 (B) 温度升高，熵增加
 (C) 温度降低，熵增加 (D) 温度不变，熵不变 []

28. 4143: “理想气体和单一热源接触作等温膨胀时，吸收的热量全部用来对外作功。”对此说法，有如下几种评论，哪种是正确的？

- (A) 不违反热力学第一定律，但违反热力学第二定律
 (B) 不违反热力学第二定律，但违反热力学第一定律
 (C) 不违反热力学第一定律，也不违反热力学第二定律
 (D) 违反热力学第一定律，也违反热力学第二定律 []

29. 4101: 某理想气体状态变化时，内能随体积的变化关系如图中 AB 直线所示。 $A \rightarrow B$ 表示的过程是

- (A) 等压过程 (B) 等体过程
 (C) 等温过程 (D) 绝热过程 []



4101 图

30. 4056: 若理想气体的体积为 V ，压强为 p ，温度为 T ，一个分子的质量为 m ， k 为玻尔兹曼常量， R 为普适气体常量，则该理想气体的分子数为：

- (A) pV/m (B) $pV/(kT)$
 (C) $pV/(RT)$ (D) $pV/(mT)$ []

31. 4407: 气缸内盛有一定量的氢气(可视作理想气体)，当温度不变而压强增大一倍时，氢气分子的平均碰撞频率 \bar{Z} 和平均自由程 $\bar{\lambda}$ 的变化情况是：

- (A) \bar{Z} 和 $\bar{\lambda}$ 都增大一倍 (B) \bar{Z} 和 $\bar{\lambda}$ 都减为原来的一半
 (C) \bar{Z} 增大一倍而 $\bar{\lambda}$ 减为原来的一半 (D) \bar{Z} 减为原来的一半而 $\bar{\lambda}$ 增大一倍
 []

32. 4465: 在一封闭容器中盛有 1 mol 氦气(视作理想气体)，这时分子无规则运动的平均自由程仅决定于：

- (A) 压强 p (B) 体积 V (C) 温度 T (D) 平均碰撞频率 \bar{Z} []

33. 4955: 容积恒定的容器内盛有一定量某种理想气体，其分子热运动的平均自由程为 $\bar{\lambda}_0$ ，平均碰撞频率为 \bar{Z}_0 ，若气体的热力学温度降低为原来的 1/4 倍，则此时分子平均自由程 $\bar{\lambda}$ 和平均碰撞频率 \bar{Z} 分别为：

- (A) $\bar{\lambda} = \bar{\lambda}_0$ ， $\bar{Z} = \bar{Z}_0$ (B) $\bar{\lambda} = \bar{\lambda}_0$ ， $\bar{Z} = \frac{1}{2} \bar{Z}_0$
 (C) $\bar{\lambda} = 2 \bar{\lambda}_0$ ， $\bar{Z} = 2 \bar{Z}_0$ (D) $\bar{\lambda} = \sqrt{2} \bar{\lambda}_0$ ， $\bar{Z} = \frac{1}{2} \bar{Z}_0$
 []

二、填空题

1. 4008: 若某种理想气体分子的方均根速率 $(\bar{v}^2)^{1/2} = 450 \text{ m/s}$ ，气体压强为 $p = 7 \times 10^4 \text{ Pa}$ ，则该气体的密度为 $\rho = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

2. 4253: 一定量的理想气体贮于某一容器中，温度为 T ，气体分子的质量为 m 。根据理想

气体分子模型和统计假设, 分子速度在 x 方向的分量的下列平均值 $\overline{v_x} = \underline{\hspace{2cm}}$, $\overline{v_x^2} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

3. 4017: 1 mol 氧气(视为刚性双原子分子的理想气体)贮于一氧气瓶中, 温度为 27°C , 这瓶氧气的内能为 $\underline{\hspace{2cm}}$ J; 分子的平均平动动能为 $\underline{\hspace{2cm}}$ J; 分子的平均总动能为 $\underline{\hspace{2cm}}$ J。

(摩尔气体常量 $R=8.31\text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ 玻尔兹曼常量 $k=1.38\times 10^{-23}\text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$)

4. 4018: 有一瓶质量为 M 的氢气(视作刚性双原子分子的理想气体), 温度为 T , 则氢分子的平均平动动能为 $\underline{\hspace{2cm}}$, 氢分子的平均动能为 $\underline{\hspace{2cm}}$, 该瓶氢气的内能为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

5. 4025: 一气体分子的质量可以根据该气体的定体比热来计算。氩气的定体比热 $C_v = 0.314\text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, 则氩原子的质量 $m = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

6. 4068: 储有某种刚性双原子分子理想气体的容器以速度 $v=100\text{ m/s}$ 运动, 假设该容器突然停止, 气体的全部定向运动动能都变为气体分子热运动的动能, 此时容器中气体的温度上升 6.74 K , 由此可知容器中气体的摩尔质量 $M_{\text{mol}} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

7. 4069: 容积为 10 L (升)的盒子以速率 $v=200\text{ m/s}$ 匀速运动, 容器中充有质量为 50 g , 温度为 18°C 的氢气, 设盒子突然停止, 气体的全部定向运动的动能都变为气体分子热运动的动能, 容器与外界没有热量交换, 则达到热平衡后; 氢气的温度将增加 $\underline{\hspace{2cm}}$ K; 氢气的压强将增加 $\underline{\hspace{2cm}}$ Pa。

8. 4075: 已知一容器内的理想气体在温度为 273 K 、压强为 $1.0\times 10^{-2}\text{ atm}$ 时, 其密度为 $1.24\times 10^{-2}\text{ kg/m}^3$, 则该气体的摩尔质量 $M_{\text{mol}} = \underline{\hspace{2cm}}$; 容器单位体积内分子的总平动动能 = $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

9. 4273: 一定量 H_2 气(视为刚性分子的理想气体), 若温度每升高 1 K , 其内能增加 41.6 J , 则该 H_2 气的质量为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。(普适气体常量 $R=8.31\text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)

10. 4655: 有两瓶气体, 一瓶是氦气, 另一瓶是氢气(均视为刚性分子理想气体), 若它们的压强、体积、温度均相同, 则氢气的内能是氦气的 $\underline{\hspace{2cm}}$ 倍。

11. 4656: 用绝热材料制成的一个容器, 体积为 $2V_0$, 被绝热板隔成 A、B 两部分, A 内储有 1 mol 单原子分子理想气体, B 内储有 2 mol 刚性双原子分子理想气体, A、B 两部分压强相等均为 p_0 , 两部分体积均为 V_0 , 则:

(1) 两种气体各自的内能分别为 $E_A = \underline{\hspace{2cm}}$; $E_B = \underline{\hspace{2cm}}$;

(2) 抽去绝热板, 两种气体混合后处于平衡时的温度为 $T = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

12. 4016: 三个容器内分别贮有 1 mol 氦(He)、 1 mol 氢(H_2)和 1 mol 氨(NH_3)(均视为刚性分子的理想气体)。若它们的温度都升高 1 K , 则三种气体的内能的增加值分别为:

氦: $\Delta E = \underline{\hspace{2cm}}$; 氢: $\Delta E = \underline{\hspace{2cm}}$; 氨: $\Delta E = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

13. 0192: 处于重力场中的某种气体, 在高度 z 处单位体积内的分子数即分子数密度为 n 。若 $f(v)$ 是分子的速率分布函数, 则坐标介于 $x\sim x+dx$ 、 $y\sim y+dy$ 、 $z\sim z+dz$ 区间内, 速率介于 $v\sim v+dv$ 区间内的分子数 $dN = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

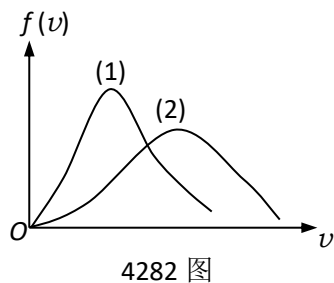
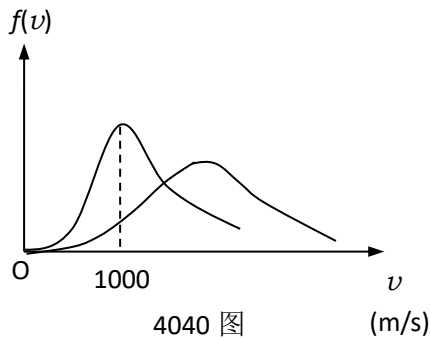
$$n = n_0 \exp\left(-\frac{M_{\text{mol}}gh}{RT}\right)$$

14. 4029: 已知大气中分子数密度 n 随高度 h 的变化规律: $n = n_0 \exp\left(-\frac{M_{\text{mol}}gh}{RT}\right)$, 式中 n_0 为 $h=0$ 处的分子数密度。若大气中空气的摩尔质量为 M_{mol} , 温度为 T , 且处处相同, 并设重力场是均匀的, 则空气分子数密度减少到地面的一半时的高度为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。(符号 $\exp(a)$, 即 e^a)

15. 4282: 现有两条气体分子速率分布曲线(1)和(2), 如图所示。若两条曲线分别表示同一种气体处于不同的温度下的速率分布, 则曲线 $\underline{\hspace{2cm}}$ 表示气体的温度较高。若两条曲线分别表示同一温度下的氢气和氧气的速率分布, 则曲线 $\underline{\hspace{2cm}}$ 表示的是氧气的速率分布。

16. 4459: 已知 $f(v)$ 为麦克斯韦速率分布函数, N 为总分子数, 则: (1) 速率 $v > 100\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的分子数占总分子数的百分比的表达式为 $\underline{\hspace{2cm}}$; (2) 速率 $v > 100\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的分子数的表达式为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

17. 4040: 图示的曲线分别表示了氢气和氦气在同一温度下的分子速率的分布情况。由图可知, 氦气分子的最概然速率为 $\underline{\hspace{2cm}}$, 氢气分子的最概然速率为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

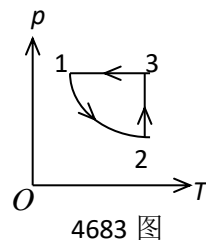
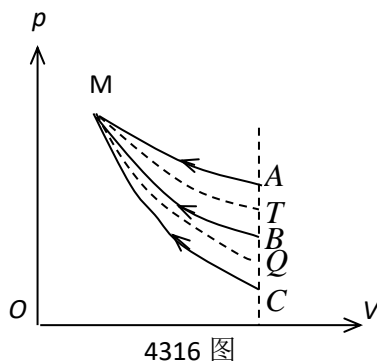
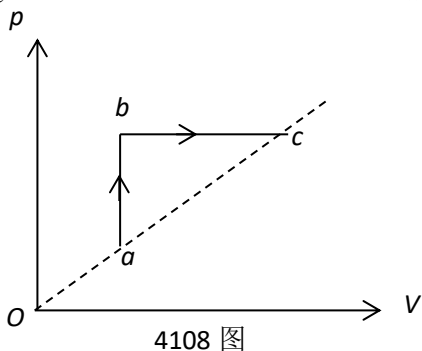


18. 4042: 某气体在温度为 $T=273\text{ K}$ 时, 压强为 $p=1.0\times 10^{-2}\text{ atm}$, 密度 $\rho=1.24\times 10^{-2}\text{ kg/m}^3$, 则该气体分子的方均根速率为_____。(1 atm = $1.013\times 10^5\text{ Pa}$)

19. 4092: 某理想气体等温压缩到给定体积时外界对气体作功 $|W_1|$, 又经绝热膨胀返回原来体积时气体对外作功 $|W_2|$, 则整个过程中气体

(1) 从外界吸收的热量 $Q=$ _____; (2) 内能增加了 $\Delta E=$ _____。

20. 4108: 如图所示, 一定量的理想气体经历 $a\rightarrow b\rightarrow c$ 过程, 在此过程中气体从外界吸收热量 Q , 系统内能变化 ΔE , 请在以下空格内填上 >0 或 <0 或 $=0$: Q _____, ΔE _____。



21. 4316: 右图为一理想气体几种状态变化过程的 $p-V$ 图, 其中 MT 为等温线, MQ 为绝热线, 在 AM 、 BM 、 CM 三种准静态过程中:

(1) 温度降低的是_____过程; (2) 气体放热的是_____过程。

22. 4584: 一定量理想气体, 从同一状态开始使其体积由 V_1 膨胀到 $2V_1$, 分别经历以下三种过程: (1) 等压过程; (2) 等温过程; (3) 绝热过程。其中: _____过程气体对外作功最多; _____过程气体内能增加最多; _____过程气体吸收的热量最多。

23. 4683: 已知一定量的理想气体经历 $p-T$ 图上所示的循环过程, 图中各过程的吸热、放热情况为:

(1) 过程 1-2 中, 气体_____;

(2) 过程 2-3 中, 气体_____;

(3) 过程 3-1 中, 气体_____。

24. 4109: 一定量的某种理想气体在等压过程中对外作功为 200 J。

若此种气体为单原子分子气体, 则该过程中需吸热_____ J; 若为双原子分子气体, 则需吸热_____ J。

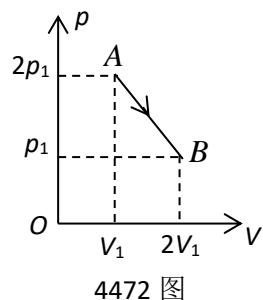
25. 4319: 有 1mol 刚性双原子分子理想气体, 在等压膨胀过程中

对外作功 W , 则其温度变化 $\Delta T=$ ____; 从外界吸取的热量 $Q_p=$ _____。

26. 4472: 一定量理想气体, 从 A 状态 ($2p_1, V_1$) 经历如图所示的直线过程变到 B 状态 (p_1, V_2), 则 AB 过程中系统作功 $W=$ ____; 内能改变 $\Delta E=$ _____。

27. 4689: 压强、体积和温度都相同的氢气和氦气(均视为刚性分子的理想气体), 它们的质量之比为 $m_1:m_2=$ ____, 它们的内能之比为 $E_1:E_2=$ ____, 如果它们分别在等压过程中吸收了相同的热量, 则它们对外作功之比为 $W_1:W_2=$ ____。(各量下角标 1 表示氢气, 2 表示氦气)

28. 5345: 3 mol 的理想气体开始时处在压强 $p_1=6\text{ atm}$ 、温度 $T_1=500\text{ K}$ 的平衡态。经过一



个等温过程,压强变为 $p_2 = 3 \text{ atm}$ 。该气体在此等温过程中吸收的热量为 $Q =$ _____ J。

29. 4127: 一卡诺热机(可逆的), 低温热源的温度为 27°C , 热机效率为 40% , 其高温热源温度为 _____ K。今欲将该热机效率提高到 50% , 若低温热源保持不变, 则高温热源的温度应增加 _____ K。

30. 4128: 可逆卡诺热机可以逆向运转。逆向循环时, 从低温热源吸热, 向高温热源放热, 而且吸的热量和放出的热量等于它正循环时向低温热源放出的热量和从高温热源吸的热量。

设高温热源的温度为 $T_1 = 450\text{K}$, 低温热源的温度为 $T_2 = 300\text{K}$, 卡诺热机逆向循环时从低温热源吸热 $Q_2 = 400\text{J}$, 则该卡诺热机逆向循环一次外界必须做功 $W =$ _____。

31. 4698: 一个作可逆卡诺循环的热机, 其效率为 η , 它逆向运转时便成为一台致冷机, 该

$$w = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$$

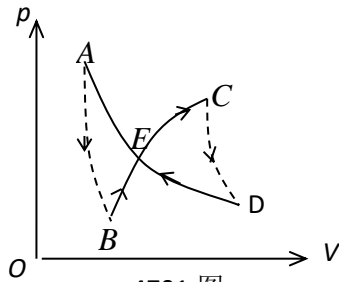
致冷机的致冷系数 _____, 则 η 与 w 的关系为 _____。

32. 4701: 如图所示, 绝热过程 AB 、 CD , 等温过程 DEA , 和任意过程 BEC , 组成一循环过程。若图中 ECD 所包围的面积为 70J , EAB 所包围的面积为 30J , DEA 过程中系统放热 100J , 则:

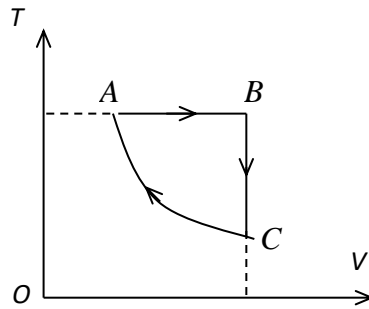
(1) 整个循环过程($ABCDEA$)系统对外做功为 _____。

(2) BEC 过程中系统从外界吸热为 _____。

33. 4336: 由绝热材料包围的容器被隔板隔为两半, 左边是理想气体, 右边真空。如果把隔板撤去, 气体将进行自由膨胀过程, 达到平衡后气体的温度 _____ (升高、降低或不变), 气体的熵 _____ (增加、减小或不变)。



4701 图



4145 图

34. 4596: 在一个孤立系统内, 一切实过程都向着 _____ 的方向进行。这就是热力学第二定律的统计意义。从宏观上说, 一切与热现象有关的过程都是 _____。

35. 4154: 1 mol 理想气体(设 $\gamma = C_p/C_V$ 为已知)的循环过程如 $T-V$ 图所示, 其中 CA 为绝热过程, A 点状态参量(T_1, V_1)和 B 点的状态参量(T_2, V_2)为已知。试求 C 点的状态参量:

$V_c =$ _____, $T_c =$ _____, $p_c =$ _____

36. 4006: 在容积为 10^{-2} m^3 的容器中, 装有质量 100 g 的气体, 若气体分子的方均根速率为 $200 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 则气体的压强为 _____。

37. 4956: 一定量的某种理想气体, 先经过等体过程使其热力学温度升高为原来的 2 倍; 再经过等压过程使其体积膨胀为原来的 2 倍, 则分子的平均自由程变为原来的 _____ 倍。

三、计算题

1. 4302: 储有 1 mol 氧气, 容积为 1 m^3 的容器以 $v = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的速度运动。设容器突然停止, 其中氧气的 80% 的机械运动动能转化为气体分子热运动动能, 问气体的温度及压强各升高了多少? (氧气分子视为刚性分子, 普适气体常量 $R = 8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)

2. 4070: 容积为 20.0 L (升)的瓶子以速率 $v = 200 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 匀速运动, 瓶子中充有质量为 100g 的氦气。设瓶子突然停止, 且气体的全部定向运动动能都变为气体分子热运动的动能, 瓶子与外界没有热量交换, 求热平衡后氦气的温度、压强、内能及氦气分子的平均动能各增加多少?(摩尔气体常量 $R = 8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, 玻尔兹曼常量 $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$)

3. 4077: 有 $2 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ 刚性双原子分子理想气体, 其内能为 $6.75 \times 10^2 \text{ J}$ 。(1) 试求气体的压强; (2) 设分子总数为 5.4×10^{22} 个, 求分子的平均平动动能及气体的温度。

4. 4301: 一超声波源发射超声波的功率为 10 W 。假设它工作 10 s , 并且全部波动能量都被 1 mol 氧气吸收而用于增加其内能, 则氧气的温度升高了多少?

(氧气分子视为刚性分子, 普适气体常量 $R=8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)

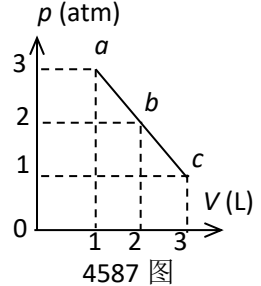
5. 4111: 0.02 kg 的氦气(视为理想气体), 温度由 17°C 升为 27°C 。若在升温过程中, (1) 体积保持不变; (2) 压强保持不变; (3) 不与外界交换热量; 试分别求出气体内能的改变、吸收的热量、外界对气体所作的功。(普适气体常量 $R=8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)

6. 4324: 3 mol 温度为 $T_0=273 \text{ K}$ 的理想气体, 先经等温过程体积膨胀到原来的 5 倍, 然后等体加热, 使其末态的压强刚好等于初始压强, 整个过程传给气体的热量为 $Q=8 \times 10^4 \text{ J}$ 。

试画出此过程的 $p-V$ 图, 并求这种气体的比热容比 γ 值。(普适气体常量 $R=8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)

7. 4587: 一定量的理想气体, 由状态 a 经 b 到达 c 。(如图, abc 为一直线)求此过程中

- (1) 气体对外作的功;
- (2) 气体内能的增量;
- (3) 气体吸收的热量。($1 \text{ atm}=1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$)

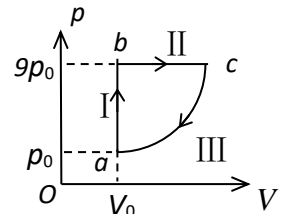


4587 图

8. 5347: 一气缸内盛有 1 mol 温度为 27°C , 压强为 1 atm 的氮气(视作刚性双原子分子的理想气体)。先使它等压膨胀到原来体积的两倍, 再等体升压使其压强变为 2 atm , 最后使它等温膨胀到压强为 1 atm 。求: 氮气在全部过程中对外作的功, 吸的热及其内能的变化。(普适气体常量 $R=8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)

9. 0203: 1 mol 单原子分子的理想气体, 经历如图所示的可逆循环, 联结 ac 两点的曲线 III 的方程为 $p = p_0 V^2 / V_0^2$, a 点的温度为 T_0

- (1) 试以 T_0 , 普适气体常量 R 表示 I、II、III 过程中气体吸收的热量;
- (2) 求此循环的效率。



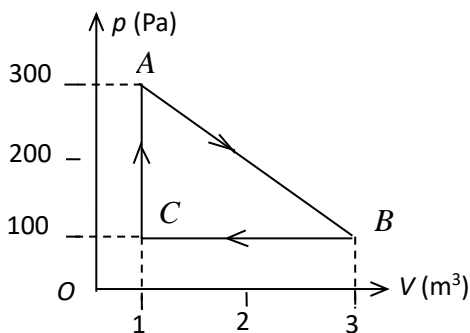
0203 图

10. 4097: 1 mol 理想气体在 $T_1 = 400 \text{ K}$ 的高温热源与 $T_2 = 300 \text{ K}$ 的低温热源间作卡诺循环(可逆的), 在 400 K 的等温线上起始体积为 $V_1 = 0.001 \text{ m}^3$, 终止体积为 $V_2 = 0.005 \text{ m}^3$, 试求此气体在每一循环中

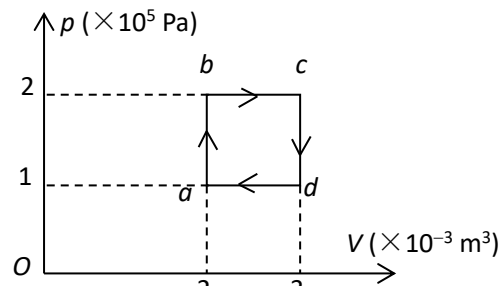
- (1) 从高温热源吸收的热量 Q_1 ;
- (2) 气体所作的净功 W ;
- (3) 气体传给低温热源的热量 Q_2

11. 4104: 一定量的某种理想气体进行如图所示的循环过程。已知气体在状态 A 的温度为 $T_A=300 \text{ K}$, 求:

- (1) 气体在状态 B 、 C 的温度;
- (2) 各过程中气体对外所作的功;
- (3) 经过整个循环过程, 气体从外界吸收的总热量(各过程吸热的代数和)。



4104 图



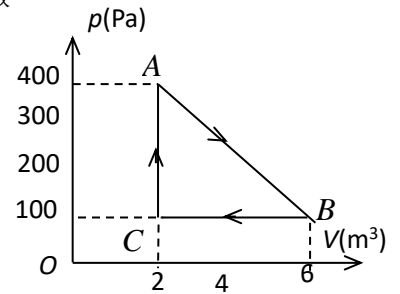
4110 图

12. 4114: 一定量的某单原子分子理想气体装在封闭的汽缸里。此汽缸有可活动的活塞(活塞与汽缸壁之间无摩擦且无漏气)。已知气体的初压强 $p_1=1 \text{ atm}$, 体积 $V_1=1 \text{ L}$, 现将该气体在等压下加热直到体积为原来的两倍, 然后在等体积下加热直到压强为原来的 2 倍, 最后作绝热膨胀, 直到温度下降到初温为止, (1) 在 $p-V$ 图上将整个循环表示出来; (2) 试求在整个过程中气体内能的改变; (3) 试求在整个过程中气体所吸收的热量; (4) 试求在整个过程中气体所作的功。

13. 4155: 有 1 mol 刚性多原子分子的理想气体, 原来的压强为 1.0 atm , 温度为 27°C , 若

经过一绝热过程，使其压强增加到 16 atm。试求：(1) 气体内能的增量；(2) 在该过程中气体所作的功；(3) 终态时，气体的分子数密度。

14. 4110: 如图所示， $abcd$ 为 1 mol 单原子分子理想气体的循环过程，求：(1) 气体循环一次，在吸热过程中从外界共吸收的热量；(2) 气体循环一次对外做的净功；(3) 证明在 $abcd$ 四态，气体的温度有 $T_a T_c = T_b T_d$ 。



4130 图

15. 4130: 比热容比 $\gamma = 1.40$ 的理想气体进行如图所示的循环。已知状态 A 的温度为 300 K。求：

- (1) 状态 B、C 的温度；
(2) 每一过程中气体所吸收的净热量。

16. 4258: 已知某理想气体分子的方均根速率为 $400 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。当其压强为 1 atm 时，求气体的密度。

一、选择题

1. 4251: D; 2. 4252: D; 3. 4014: C; 4. 4022: C; 5. 4023: C; 6. 4058: C;
7. 4013: C; 8. 4012: B; 9. 4039: D; 10. 4041: B; 11. 4084: C; 12. 4133: D;
13. 4098: D; 14. 4089: C; 15. 4094: B; 16. 4100: B; 17. 4095: A; 18. 4116: A;
19. 4121: D; 20. 4122: D; 21. 4123: B; 22. 4124: C; 23. 4125: D; 24. 4126: D;
25. 4135: D; 26. 4136: C; 27. 4142: A; 28. 4143: C; 29. 4101: A; 30. 4056: B;
31. 4407: C; 32. 4465: B; 33. 4955: B;

二、填空题

1. 4008: $1.04 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$
2. 4253: 0 ; kT/m
3. 4017: 6.23×10^3 ; 6.21×10^{-21} ; 1.035×10^{-21}
4. 4018: $\frac{3}{2} kT$; $\frac{5}{2} kT$; $\frac{5}{2} MRT/M_{\text{mol}}$
5. 4025: $6.59 \times 10^{-26} \text{ kg}$
6. 4068: $28 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}$
7. 4069: 1.93; 4.01×10^4
8. 4075: $28 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}$; $1.5 \times 10^3 \text{ J}$
9. 4273: $4.0 \times 10^{-3} \text{ kg}$
10. 4655: 5/3
11. 4656: $\frac{3}{2} p_0 V_0$; $\frac{5}{2} p_0 V_0$; $\frac{8 p_0 V_0}{13 R}$
12. 4016: 12.5J ; 20.8J ; 24.9J
13. 0192: $\eta f(v) dx dy dz dv$
14. 4029: $(\ln 2) RT / (M_{\text{mol}} g)$
15. 4282: (2) ; (1)
16. 4459: $\int_{100}^{\infty} f(v) dv$; $\int_{100}^{\infty} N f(v) dv$
17. 4040: 1000m/s; $\sqrt{2} \times 1000 \text{ m/s}$
18. 4042: 495m/s
19. 4092: $-|W_1|$; $-|W_2|$
20. 4108: >0 ; >0
21. 4316: AM ; AM 、 BM

22. 4584: 等压 ; 等压; 等压
 23. 4683: 吸热 ; 放热; 放热
 24. 4109: 500 ; 700

25. 4319: $W/R ; \frac{7}{2}W$

26. 4472: $\frac{3}{2}p_1V_1 ; 0$

27. 4689: 1:2 ; 5:3; 5:7

28. 5345: 8.64×10^3

29. 4127: 500; 100

30. 4128: 200J

31. 4698: $\eta = \frac{1}{w+1}$ (或 $w = \frac{1}{\eta} - 1$)

32. 4701: 40J ; 140J

33. 4336: 不变 ; 增加

34. 4596: 状态几率增大 ; 不可逆的

35. 4154: $V_2; (V_1/V_2)^{\gamma-1}T_1 ; (RT_1/V_2)(V_1/V_2)^{\gamma-1}$

36. 4006: $1.33 \times 10^5 \text{ Pa}$

37. 4956: 2

三、计算题

1. 4302: 解: $0.8 \times \frac{1}{2}Mv^2 = (M/M_{\text{mol}}) \frac{5}{2}R\Delta T$, $\therefore T = 0.8 M_{\text{mol}} v^2 / (5R) = 0.062 \text{ K}$ -----3 分
 又: $\Delta p = R \Delta T / V$ (一摩尔氧气)
 $\therefore \Delta p = 0.51 \text{ Pa}$ -----2 分

2. 4070: 解: 定向运动动能 $\frac{1}{2}Nmv^2$, 气体内能增量 $N \frac{1}{2}ik\Delta T$, $i=3$ 。按能量守恒应有:
 $\frac{1}{2}Nmv^2 = N \frac{1}{2}ik\Delta T$, $\therefore mv^2 = iR\Delta T / N_A$ -----2 分

(1) $\Delta T = N_A mv^2 / (iR) = M_{\text{mol}} v^2 / (iR) = 6.42 \text{ K}$ -----2 分

(2) $\Delta p = (M / M_{\text{mol}}) R\Delta T / V = 6.67 \times 10^{-4} \text{ Pa}$ -----2 分

(3) $\Delta U = (M / M_{\text{mol}}) \frac{1}{2}iR\Delta T = 2.00 \times 10^3 \text{ J}$ -----2 分

(4) $\Delta \bar{\epsilon} = \frac{1}{2}ik\Delta T = 1.33 \times 10^{-22} \text{ J}$ -----2 分

3. 4077: 解: (1) 设分子数为 N , 据: $U = N(i/2)kT$ 及 $p = (N/V)kT$
 得: $p = 2U / (iV) = 1.35 \times 10^5 \text{ Pa}$ -----4 分

$$\frac{\bar{w}}{\bar{U}} = \frac{\frac{3}{2}kT}{N \frac{5}{2}kT}$$

(2) 由: $\bar{w} = 3U / (5N) = 7.5 \times 10^{-21} \text{ J}$ -----3 分

$$U = N \frac{5}{2} kT$$

又:

得: $T = 2U / (5Nk) = 362\text{K}$ -----3 分

4. 4301: 解: $A = Pt = \frac{1}{2} v i R \Delta T$ -----2 分

$\therefore \Delta T = 2Pt / (v i R) = 4.81\text{K}$ -----3 分

5. 4111: 解: 氦气为单原子分子理想气体, $i = 3$

(1) 等体过程, $V = \text{常量}$, $W = 0$, 据 $Q = \Delta U + W$ 可知:

$$Q = \Delta U = \frac{M}{M_{mol}} C_V (T_2 - T_1) = 623\text{J}$$
 -----3 分

(2) 定压过程, $p = \text{常量}$, $Q = \frac{M}{M_{mol}} C_p (T_2 - T_1) = 1.04 \times 10^3\text{J}$; ΔU 与(1) 相同

$W = Q - \Delta U = 417\text{J}$ -----4 分

(3) $Q = 0$; ΔU 与(1) 相同; $W = -\Delta U = -623\text{J}$ (负号表示外界做功) -----3 分

6. 4324: 解: 初态参量 p_0 、 V_0 、 T_0 。末态参量 p_0 、 $5V_0$ 、 T 。由 $p_0 V_0 / T_0 = p_0 (5V_0) / T$

得: $T = 5T_0$ -----1 分

$p-V$ 图如图所示 -----2 分

等温过程: $\Delta U = 0$

$$Q_T = W_T = (M / M_{mol}) RT \ln(V_2 / V_1) = 3RT_0 \ln 5 = 1.09 \times 10^4\text{J}$$
 -----2 分

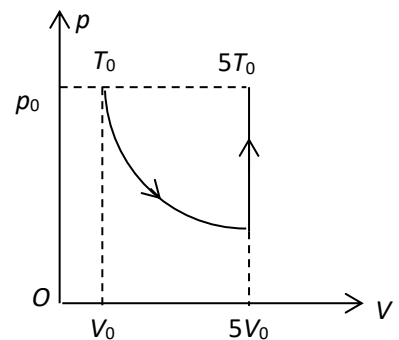
等体过程: $W_V = 0$

$$Q_V = \Delta U_V = (M / M_{mol}) C_V \Delta T = (M / M_{mol}) C_V (4T_0) = 3.28 \times 10^3 C_V$$
 -----2 分

由: $Q = Q_T + Q_V$

得: $C_V = (Q - Q_T) / (3.28 \times 10^3) = 21.0\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

$$\gamma = \frac{C_p}{C_V} = \frac{C_V + R}{C_V} = 1.40$$
 -----3 分



7. 4587: 解: (1) 气体对外作的功等于线段 \bar{ac} 下所围的面积
 $W = (1/2) \times (1+3) \times 1.013 \times 10^5 \times 2 \times 10^{-3}\text{J} = 405.2\text{J}$ -----3 分

(2) 由图看出 $P_a V_a = P_c V_c \therefore T_a = T_c$ -----2 分

内能增量 $\Delta U = 0$ -----2 分

(3) 由热力学第一定律得: $Q = \Delta U + W = 405.2\text{J}$ -----3 分

8. 5347: 解: 该氮气系统经历的全部过程如图

设初态的压强为 p_0 、体积为 V_0 、温度为 T_0 ，而终态压强为 p_0 、体积为 V 、温度为 T 。在全部过程中氮气对外所作的功

$$W = W(\text{等压}) + W(\text{等温})$$

$$W(\text{等压}) = p_0(2V_0 - V_0) = RT_0$$
 -----1 分

$$W(\text{等温}) = 4p_0 V_0 \ln(2p_0 / p_0) = 4p_0 V_0 \ln 2 = 4RT_0 \ln 2$$
 -----2 分

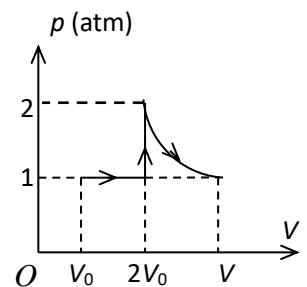
$$\therefore W = RT_0 + 4RT_0 \ln 2 = RT_0 (1 + 4 \ln 2) = 9.41 \times 10^3\text{J}$$
 -----2 分

$$\Delta U = C_V (T - T_0) = \frac{5}{2} R(4T_0 - T_0)$$

氮气内能改变:

$$= 15RT_0 / 2 = 1.87 \times 10^4$$
 -----3 分

氮气在全部过程中吸收的热量: $Q = \Delta U + W = 2.81 \times 10^4\text{J}$ -----2 分



9. 0203: 解: 设 a 状态的状态参量为 p_0 、 V_0 、 T_0 ，则 $p_b = 9p_0$ 、 $V_b = V_0$ 、 $T_b = (p_b / p_a) T_a = 9T_0$ ---1 分

$$\begin{aligned} \therefore p_c &= \frac{p_0 V_c^2}{V_0^2}; & \therefore V_c &= \sqrt{\frac{p}{p_0}} V_0 = 3V_0 & \text{-----1分} \\ \therefore p_c V_c &= RT_c; & \therefore T_c &= 27T_0 & \text{-----1分} \end{aligned}$$

(1) 过程 I $Q_V = C_V(T_b - T_a) = \frac{3}{2}R(9T_0 - T_0) = 12RT_0$ -----1分

过程 II $Q_p = C_p(T_c - T_b) = 45RT_0$ -----1分

过程 III $Q = C_V(T_a - T_c) + \int_{V_c}^{V_a} (p_0 V^2) dV / V_0^2 = \frac{3}{2}R(T_0 - 27T_0) + \frac{p_0}{3V_0^2}(V_a^3 - V_c^3)$

$$= -39RT_0 + \frac{p_0(V_0^3 - 27V_0^3)}{3V_0^2} = -47.7RT_0 \text{ -----3分}$$

(2) $\eta = 1 - \frac{|Q|}{Q_V + Q_p} = 1 - \frac{47.7RT_0}{12RT_0 + 45RT_0} = 16.3\%$ -----2分

10. 4097: 解: (1) $Q_1 = RT_1 \ln(V_2/V_1) = 5.35 \times 10^3 \text{ J}$ -----3分

(2) $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 0.25$; $W = \eta Q_1 = 1.34 \times 10^3 \text{ J}$ -----4分

(3) $Q_2 = Q_1 - W = 4.01 \times 10^3 \text{ J}$ -----3分

11. 4104: 解: 由图, $p_A=300 \text{ Pa}$, $p_B=p_C=100 \text{ Pa}$; $V_A=V_C=1 \text{ m}^3$, $V_B=3 \text{ m}^3$.

(1) $C \rightarrow A$ 为等体过程, 据方程 $p_A/T_A = p_C/T_C$ 得: $T_C = T_A p_C / p_A = 100 \text{ K}$ -----2分

$B \rightarrow C$ 为等压过程, 据方程 $V_B/T_B = V_C/T_C$ 得: $T_B = T_C V_B / V_C = 300 \text{ K}$ -----2分

(2) 各过程中气体所作的功分别为: $A \rightarrow B$: $W_1 = \frac{1}{2}(p_A + p_B)(V_B - V_C) = 400 \text{ J}$

$B \rightarrow C$: $W_2 = p_B(V_C - V_B) = -200 \text{ J}$

$C \rightarrow A$: $W_3 = 0$ -----3分

(3) 整个循环过程中气体所作总功为: $W = W_1 + W_2 + W_3 = 200 \text{ J}$

因为循环过程气体内能增量为 $\Delta U = 0$, 因此该循环中气体总吸热: $Q = W + \Delta U = 200 \text{ J}$ -----3分

12. 4114: 解: (1) $p-V$ 图如右图 -----2分

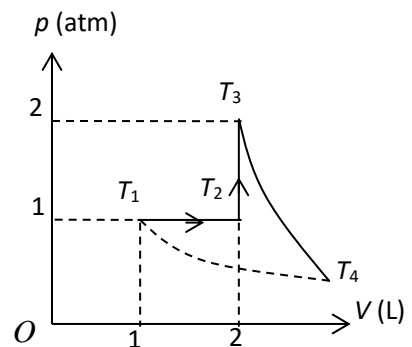
(2) $T_4 = T_1$ $\Delta U = 0$ -----2分

(3) $Q = \frac{M}{M_{mol}} C_p (T_2 - T_1) + \frac{M}{M_{mol}} C_V (T_3 - T_2)$

$$= \frac{5}{2} p_1 (2V_1 - V_1) + \frac{3}{2} [2V_1 (2p_1 - p_1)]$$

$$= \frac{11}{2} p_1 V_1 = 5.6 \times 10^2 \text{ J} \text{ -----4分}$$

(4) $W = Q = 5.6 \times 10^2 \text{ J}$ -----2分



13. 4155: 解: (1) \therefore 刚性多原子分子 $i = 6$, $\gamma = \frac{i+2}{i} = 4/3$ -----1分

$\therefore T_2 = T_1 (p_2/p_1)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = 600 \text{ K}$ -----2分

$\Delta U = (M/M_{mol}) \frac{1}{2} i R (T_2 - T_1) = 7.48 \times 10^3 \text{ J}$ -----2分

(2) \therefore 绝热 $W = -\Delta U = -7.48 \times 10^3 \text{ J}$ (外界对气体做功) -----2分

(3) $\because p_2 = n k T_2$

$\therefore n = p_2 / (k T_2) = 1.96 \times 10^{26} \text{ 个/m}^3$ -----3 分

14. 4110: 解: (1) 过程 ab 与 bc 为吸热过程, 吸热总和为:

$$Q_1 = C_V(T_b - T_a) + C_p(T_c - T_b) = \frac{3}{2}(p_b V_b - p_a V_a) + \frac{5}{2}(p_c V_c - p_b V_b) = 800 \text{ J} \text{-----4 分}$$

(2) 循环过程对外所作总功为图中矩形面积: $W = p_b(V_c - V_b) - p_d(V_d - V_a) = 100 \text{ J}$ -----2 分

(3) $T_a = p_a V_a / R, T_c = p_c V_c / R; T_b = p_b V_b / R, T_d = p_d V_d / R$

$T_a T_c = (p_a V_a p_c V_c) / R^2 = (12 \times 10^4) / R^2$

$T_b T_d = (p_b V_b p_d V_d) / R^2 = (12 \times 10^4) / R^2$

$\therefore T_a T_c = T_b T_d$ -----4 分

15. 4130: 解: 由图得: $p_A = 400 \text{ Pa}, p_B = p_C = 100 \text{ Pa}, V_A = V_B = 2 \text{ m}^3, V_C = 6 \text{ m}^3$

(1) $C \rightarrow A$ 为等体过程, 据方程 $p_A / T_A = p_C / T_C$, 得: $T_C = T_A p_C / p_A = 75 \text{ K}$ -----1 分

$B \rightarrow C$ 为等压过程, 据方程 $V_B / T_B = V_C / T_C$, 得: $T_B = T_C V_B / V_C = 225 \text{ K}$ -----1 分

(2) 根据理想气体状态方程求出气体的物质的量 (即摩尔数), 为:

$$\frac{m}{M_{mol}} = \frac{p_A V_A}{RT_A} = 0.321 \text{ mol}$$

由 $\gamma = 1.4$ 知该气体为双原子分子气体, $C_V = \frac{5}{2} R, C_P = \frac{7}{2} R$

$B \rightarrow C$ 等压过程吸热: $Q_2 = \frac{7}{2} \nu R(T_C - T_B) = -1400 \text{ J}$ -----2 分

$C \rightarrow A$ 等体过程吸热: $Q_3 = \frac{5}{2} \nu R(T_A - T_C) = 1500 \text{ J}$ -----2 分

循环过程 $\Delta U = 0$, 整个循环过程净吸热: $Q = W = \frac{1}{2}(p_A - p_C)(V_B - V_C) = 600 \text{ J}$

$\therefore A \rightarrow B$ 过程净吸热: $Q_1 = Q - Q_2 - Q_3 = 500 \text{ J}$ -----4 分

$p = \frac{1}{3} n m \overline{v^2} = \frac{1}{3} \rho \overline{v^2}$

16. 4258: 解:

$\therefore \rho = 3p / \overline{v^2} = 1.90 \text{ kg/m}^3$ -----5 分

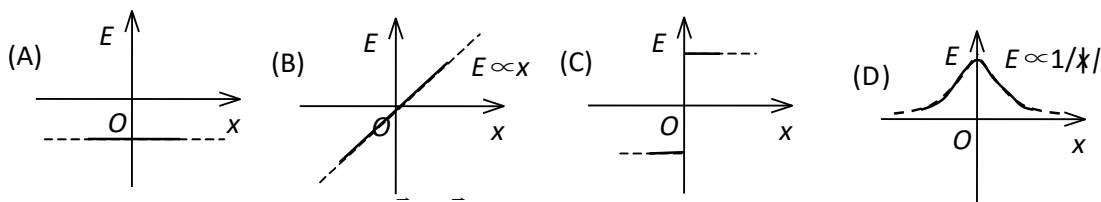
08 静力学

一、选择题

1. 1003: 下列几个说法中哪一个是正确的?

- (A) 电场中某点场强的方向, 就是将点电荷放在该点所受电场力的方向
- (B) 在以点电荷为中心的球面上, 由该点电荷所产生的场强处处相同
- (C) 场强可由 $\vec{E} = \vec{F}/q$ 定出, 其中 q 为试验电荷, q 可正、可负, \vec{F} 为试验电荷所受的电场力
- (D) 以上说法都不正确

2. 1405: 设有一“无限大”均匀带正电荷的平面。取 x 轴垂直带电平面, 坐标原点在带电平面上, 则其周围空间各点的电场强度 \vec{E} 随距离平面的位置坐标 x 变化的关系曲线为 (规定场强方向沿 x 轴正向为正、反之为负):



3. 1551: 关于电场强度定义式 $\vec{E} = \vec{F}/q_0$, 下列说法中哪个是正确的?

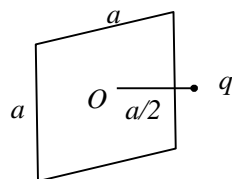
- (A) 场强 \vec{E} 的大小与试探电荷 q_0 的大小成反比
- (B) 对场中某点, 试探电荷受力 \vec{F} 与 q_0 的比值不因 q_0 而变
- (C) 试探电荷受力 \vec{F} 的方向就是场强 \vec{E} 的方向
- (D) 若场中某点不放试探电荷 q_0 , 则 $\vec{F} = 0$, 从而 $\vec{E} = 0$

4. 1558: 下面列出的真空中静电场的场强公式, 其中哪个是正确的?

- (A) 点电荷 q 的电场:
$$\vec{E} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$
 (r 为点电荷到场点的距离)
- (B) “无限长”均匀带电直线(电荷线密度 λ)的电场:
$$\vec{E} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r^3} \vec{r}$$
 (\vec{r} 为带电直线到场点的垂直于直线的矢量)
- (C) “无限大”均匀带电平面(电荷面密度 σ)的电场:
$$\vec{E} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$
- (D) 半径为 R 的均匀带电球面(电荷面密度 σ)外的电场:
$$\vec{E} = \frac{\sigma R^2}{\epsilon_0 r^3} \vec{r}$$
 (\vec{r} 为球心到场点的矢量)

5. 1035: 有一边长为 a 的正方形平面, 在其中垂线上距中心 O 点 $a/2$ 处, 有一电荷为 q 的正点电荷, 如图所示, 则通过该平面的电场强度通量为

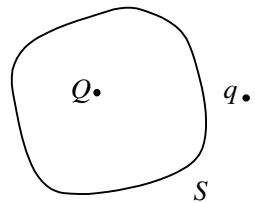
- (A) $\frac{q}{3\epsilon_0}$
- (B) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0}$
- (C) $\frac{q}{3\pi\epsilon_0}$
- (D) $\frac{q}{6\epsilon_0}$



1035 图

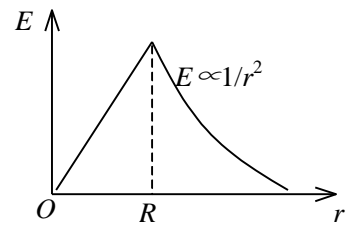
6. 1056: 点电荷 Q 被曲面 S 所包围, 从无穷远处引入另一点电荷 q 至曲面外一点, 如图所示, 则引入前后:

- (A) 曲面 S 的电场强度通量不变, 曲面上各点场强不变
- (B) 曲面 S 的电场强度通量变化, 曲面上各点场强不变
- (C) 曲面 S 的电场强度通量变化, 曲面上各点场强变化
- (D) 曲面 S 的电场强度通量不变, 曲面上各点场强变化



7. 1255: 图示为一具有球对称性分布的静电场的 $E \sim r$ 关系曲线。请指出该静电场是由下列哪种带电体产生的

- (A) 半径为 R 的均匀带电球面
- (B) 半径为 R 的均匀带电球体
- (C) 半径为 R 的、电荷体密度为 $\rho = Ar$ 的非均匀带电球体
- (D) 半径为 R 的、电荷体密度为 $\rho = Ar$ 的非均匀带电球体



8. 1370: 半径为 R 的均匀带电球面, 若其电荷面密度为 σ , 则在距离球面 R 处的电场强度大小为:

- (A) $\frac{\sigma}{\epsilon_0}$
- (B) $\frac{\sigma}{2\epsilon_0}$
- (C) $\frac{\sigma}{4\epsilon_0}$
- (D) $\frac{\sigma}{8\epsilon_0}$

9. 1432: 高斯定理 $\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \int_V \rho dV / \epsilon_0$

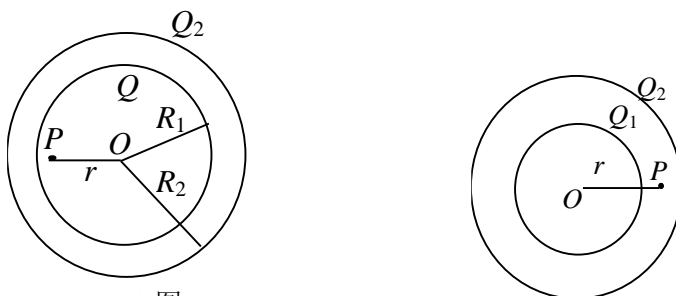
- (A) 适用于任何静电场
- (B) 只适用于真空中的静电场
- (C) 只适用于具有球对称性、轴对称性和平面对称性的静电场
- (D) 只适用于虽然不具有(C)中所述的对称性、但可以找到合适的高斯面的静电场

10. 1434: 关于高斯定理的理解有下面几种说法, 其中正确的是:

- (A) 如果高斯面上 \vec{E} 处处为零, 则该面内必无电荷
- (B) 如果高斯面内无电荷, 则高斯面上 \vec{E} 处处为零
- (C) 如果高斯面上 \vec{E} 处处不为零, 则高斯面内必有电荷
- (D) 如果高斯面内有净电荷, 则通过高斯面的电场强度通量必不为零

11. 1490: 如图所示, 两个同心的均匀带电球面, 内球面半径为 R_1 、带有电荷 Q_1 , 外球面半径为 R_2 、带有电荷 Q_2 , 则在内球面里面、距离球心为 r 处的 P 点的场强大小 E 为:

- (A) $\frac{Q_1 + Q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$
- (B) $\frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 R_1^2} + \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 R_2^2}$
- (C) $\frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 r^2}$
- (D) 0



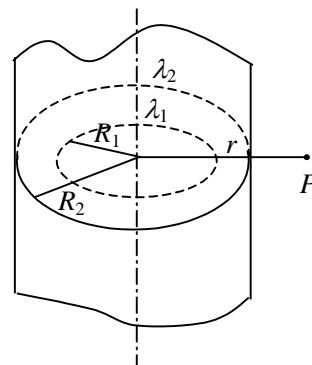
1490 图

12. 1492: 如图所示, 两个同心的均匀带电球面, 内球面带电荷 Q_1 , 外球面带电荷 Q_2 , 则在两球面之间、距离球心为 r 处的 P 点的场强大小 E 为:

- (A) $\frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ (B) $\frac{Q_1 + Q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$
 (C) $\frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ (D) $\frac{Q_2 - Q_1}{4\pi\epsilon_0 r^2}$

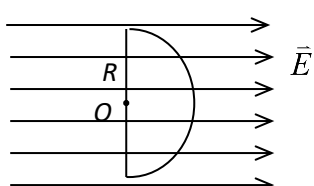
13. 1494: 如图所示, 两个“无限长”的、半径分别为 R_1 和 R_2 的共轴圆柱面, 均匀带电, 沿轴线方向单位长度上的所带电荷分别为 λ_1 和 λ_2 , 则在外圆柱面外面、距离轴线为 r 处的 P 点的电场强度大小 E 为:

- (A) $\frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2\pi\epsilon_0 r}$ (B) $\frac{\lambda_1}{2\pi\epsilon_0(r - R_1)} + \frac{\lambda_2}{2\pi\epsilon_0(r - R_2)}$
 (C) $\frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2\pi\epsilon_0(r - R_2)}$ (D) $\frac{\lambda_1}{2\pi\epsilon_0 R_1} + \frac{\lambda_2}{2\pi\epsilon_0 R_2}$

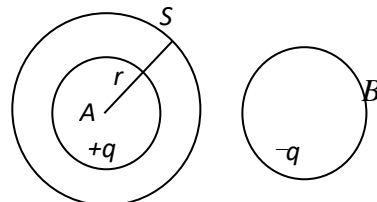


14. 5083: 若匀强电场的场强为 \vec{E} , 其方向平行于半径为 R 的半球面的轴, 如图所示。则通过此半球面的电场强度通量 Φ_e 为

- (A) $\pi R^2 E$ (B) $2\pi R^2 E$
 (C) $\frac{1}{2}\pi R^2 E$ (D) $\sqrt{2}\pi R^2 E$
 (E) $\pi R^2 E / \sqrt{2}$



5083 图



5084 图

15. 5084: A 和 B 为两个均匀带电球体, A 带电荷 $+q$, B 带电荷 $-q$, 作一与 A 同心的球面 S 为高斯面, 如图所示。则

(A) 通过 S 面的电场强度通量为零, S 面上各点的场强为零

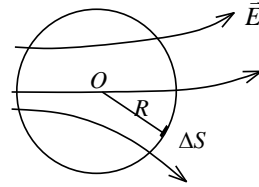
(B) 通过 S 面的电场强度通量为 $\frac{q}{\epsilon_0}$, S 面上场强的大小为 $E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$

(C) 通过 S 面的电场强度通量为 $-\frac{q}{\epsilon_0}$, S 面上场强的大小为 $E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$

(D) 通过 S 面的电场强度通量为 $\frac{q}{\epsilon_0}$, 但 S 面上各点的场强不能直接由高斯定理求出

16. 5272: 在空间有一非均匀电场, 其电场线分布如图所示。在电场中作一半径为 R 的闭合球面 S , 已知通过球面上某一面元 ΔS 的电场强度通量为 Φ_e , 则通过该球面其余部分的电场强度通量为

- (A) $-\Phi_e$ (B) $\frac{4\pi R^2}{\Delta S} \Delta\Phi_e$ (C) $\frac{4\pi R^2 - \Delta S}{\Delta S} \Delta\Phi_e$ (D) 0

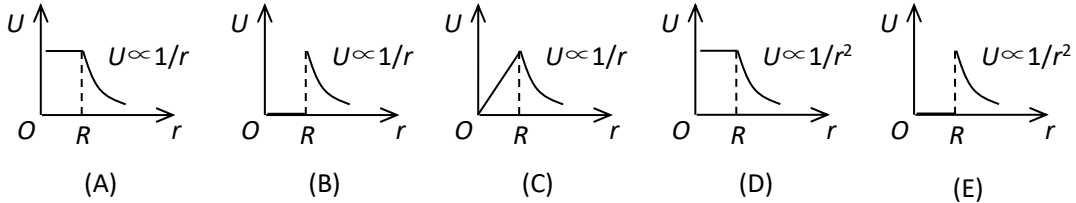


5272 图

17. 1016: 静电场中某点电势的数值等于

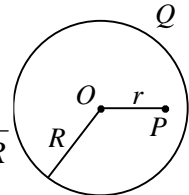
- (A) 试验电荷 q_0 置于该点时具有的电势能
 (B) 单位试验电荷置于该点时具有的电势能
 (C) 单位正电荷置于该点时具有的电势能
 (D) 把单位正电荷从该点移到电势零点外力所作的功

18. 1017: 半径为 R 的均匀带电球面, 总电荷为 Q 。设无穷远处电势为零, 则该带电体所产生的电场的电势 U , 随离球心的距离 r 变化的分布曲线为



19. 1087: 如图所示, 半径为 R 的均匀带电球面, 总电荷为 Q , 设无穷远处的电势为零, 则球内距离球心为 r 的 P 点处的电场强度的大小和电势为:

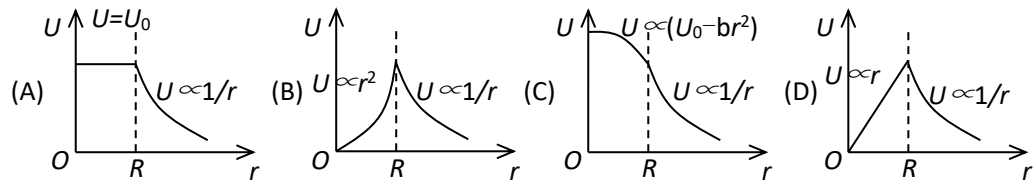
- (A) $E=0, U = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$ (B) $E=0, U = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$
 (C) $E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}, U = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$ (D) $E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}, U = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$



20. 1267: 关于静电场中某点电势值的正负, 下列说法中正确的是:

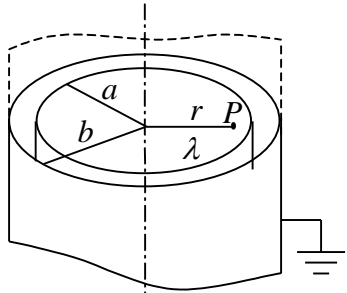
- (A) 电势值的正负取决于置于该点的试验电荷的正负
 (B) 电势值的正负取决于电场力对试验电荷做功的正负
 (C) 电势值的正负取决于电势零点的选取
 (D) 电势值的正负取决于产生电场的电荷的正负

21. 1417: 设无穷远处电势为零, 则半径为 R 的均匀带电球体产生的电场的电势分布规律为(图中的 U_0 和 b 皆为常量):

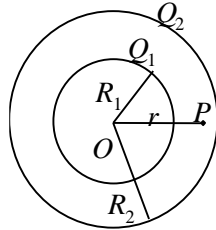


22. 1484: 如图所示, 一半径为 a 的“无限长”圆柱面上均匀带电, 其电荷线密度为 λ 。在它外面同轴地套一半径为 b 的薄金属圆筒, 圆筒原先不带电, 但与地连接。设地的电势为零, 则在内圆柱面里面、距离轴线为 r 的 P 点的场强大小和电势分别为:

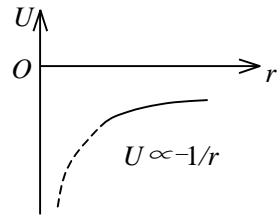
- (A) $E=0, U=\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{a}{r}$ (B) $E=0, U=\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{b}{a}$
 (C) $E=\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}, U=\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{b}{r}$ (D) $E=\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}, U=\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{b}{a}$



1484 图



1516 图



1582 图

23. 1516: 如图所示, 两个同心的均匀带电球面, 内球面半径为 R_1 、带电荷 Q_1 , 外球面半径为 R_2 、带电荷 Q_2 . 设无穷远处为电势零点, 则在两个球面之间、距离球心为 r 处的 P 点的电势 U 为:

- (A) $\frac{Q_1 + Q_2}{4\pi\epsilon_0 r}$ (B) $\frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 R_1} + \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 R_2}$
 (C) $\frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 r} + \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 R_2}$ (D) $\frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 R_1} + \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 r}$

24. 1582: 图中所示为一球对称性静电场的电势分布曲线, r 表示离对称中心的距离。请指出该电场是由下列哪一种带电体产生的。

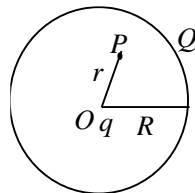
- (A) 半径为 R 的均匀带负电球面 (B) 半径为 R 的均匀带负电球体
 (C) 正点电荷 (D) 负点电荷。

25. 1584: 一半径为 R 的均匀带电球面, 带有电荷 Q 。若规定该球面上的电势值为零, 则无限远处的电势将等于

- (A) $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$ (B) 0 (C) $\frac{-Q}{4\pi\epsilon_0 R}$ (D) ∞

26. 5082: 真空中一半径为 R 的球面均匀带电 Q , 在球心 O 处有一电荷为 q 的点电荷, 如图所示。设无穷远处为电势零点, 则在球内离球心 O 距离为 r 的 P 点处的电势为

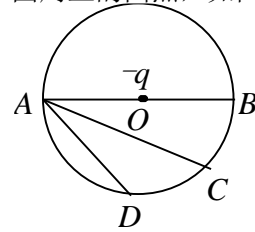
- (A) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$ (B) $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{q}{r} + \frac{Q}{R} \right)$
 (C) $\frac{q+Q}{4\pi\epsilon_0 r}$ (D) $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{q}{r} + \frac{Q-q}{R} \right)$



5082 图

27. 1076: 点电荷 $-q$ 位于圆心 O 处, A 、 B 、 C 、 D 为同一圆周上的四点, 如图所示。现将一试验电荷从 A 点分别移动到 B 、 C 、 D 各点, 则

- (A) 从 A 到 B , 电场力作功最大
 (B) 从 A 到 C , 电场力作功最大
 (C) 从 A 到 D , 电场力作功最大
 (D) 从 A 到各点, 电场力作功相等



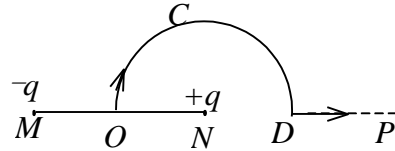
1076 图

28. 1266: 在已知静电场分布的条件下, 任意两点 P_1 和 P_2 之间的电势差决定于

- (A) P_1 和 P_2 两点的位置
 (B) P_1 和 P_2 两点处的电场强度的大小和方向
 (C) 试验电荷所带电荷的正负
 (D) 试验电荷的电荷大小

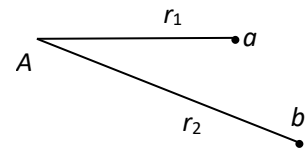
29. 1505: 如图所示, 直线 MN 长为 $2l$, 弧 OCD 是以 N 点为中心, l 为半径的半圆弧, N 点有正电荷 $+q$, M 点有负电荷 $-q$ 。今将一试验电荷 $+q_0$ 从 O 点出发沿路径 $OCDP$ 移到无穷远处, 设无穷远处电势为零, 则电场力作功

- (A) $A < 0$, 且为有限常量
 (B) $A > 0$, 且为有限常量
 (C) $A = \infty$
 (D) $A = 0$



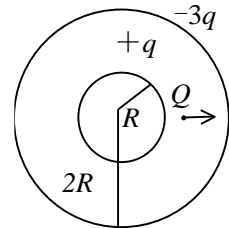
30. 5085: 在电荷为 $-Q$ 的点电荷 A 的静电场中, 将另一电荷为 q 的点电荷 B 从 a 点移到 b 点。 a 、 b 两点距离点电荷 A 的距离分别为 r_1 和 r_2 , 如图所示。则移动过程中电场力做的功为

- (A) $\frac{-Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$ (B) $\frac{qQ}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$
 (C) $\frac{-qQ}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$ (D) $\frac{-qQ}{4\pi\epsilon_0 (r_2 - r_1)}$



31. 1240: 如图所示, 在真空中半径分别为 R 和 $2R$ 的两个同心球面, 其上分别均匀地带有电荷 $+q$ 和 $-3q$ 。今将一电荷为 $+Q$ 的带电粒子从内球面处由静止释放, 则该粒子到达外球面时的动能为:

- (A) $\frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R}$ (B) $\frac{Qq}{2\pi\epsilon_0 R}$
 (C) $\frac{Qq}{8\pi\epsilon_0 R}$ (D) $\frac{3Qq}{8\pi\epsilon_0 R}$



32. 1303: 电子的质量为 m_e , 电荷为 $-e$, 绕静止的氢原子核(即质子)作半径为 r 的匀速率圆周运动, 则电子的速率为 (式中 $k=1/(4\pi\epsilon_0)$)

- (A) $e\sqrt{\frac{m_e r}{k}}$ (B) $e\sqrt{\frac{k}{m_e r}}$ (C) $e\sqrt{\frac{k}{2m_e r}}$ (D) $e\sqrt{\frac{2k}{m_e r}}$

33. 1316: 相距为 r_1 的两个电子, 在重力可忽略的情况下由静止开始运动到相距为 r_2 , 从相距 r_1 到相距 r_2 期间, 两电子系统的下列哪一个量是不变的?

- (A) 动能总和 (B) 电势能总和 (C) 动量总和 (D) 电相互作用力

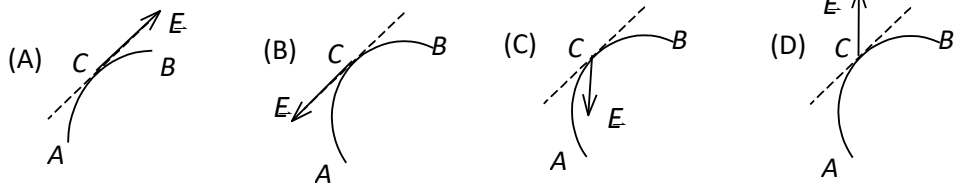
34. 1439: 一电偶极子放在均匀电场中, 当电偶极矩的方向与场强方向不一致时, 其所受的合力 \vec{F} 和合力矩 \vec{M} 为:

- (A) $\vec{F} = 0, \vec{M} = 0$ (B) $\vec{F} = 0, \vec{M} \neq 0$ (C) $\vec{F} \neq 0, \vec{M} = 0$ (D) $\vec{F} \neq 0, \vec{M} \neq 0$

35. 1440: 真空中有两个点电荷 M, N , 相互间作用力为 \vec{F} , 当另一点电荷 Q 移近这两个点电荷时, M, N 两点电荷之间的作用力

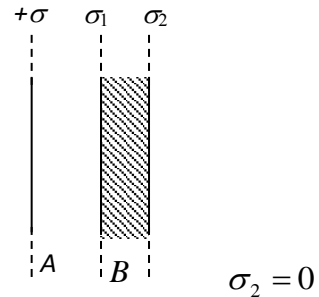
- (A) 大小不变, 方向改变 (B) 大小改变, 方向不变
(C) 大小和方向都不变 (D) 大小和方向都改变

36. 1445: 一个带负电荷的质点, 在电场力作用下从 A 点经 C 点运动到 B 点, 其运动轨迹如图所示。已知质点运动的速率是递减的, 下面关于 C 点场强方向的四个图示中正确的是:



37. 1138: 一“无限大”均匀带电平面 A , 其附近放一与它平行的有一定厚度的“无限大”平面导体板 B , 如图所示。已知 A 上的电荷面密度为 $+\sigma$, 则在导体板 B 的两个表面 1 和 2 上的感生电荷面密度为:

- (A) $\sigma_1 = -\sigma, \sigma_2 = +\sigma$
(B) $\sigma_1 = -\frac{1}{2}\sigma, \sigma_2 = +\frac{1}{2}\sigma$
(C) $\sigma_1 = +\frac{1}{2}\sigma, \sigma_2 = -\frac{1}{2}\sigma$
(D) $\sigma_1 = -\sigma, \sigma_2 = 0$

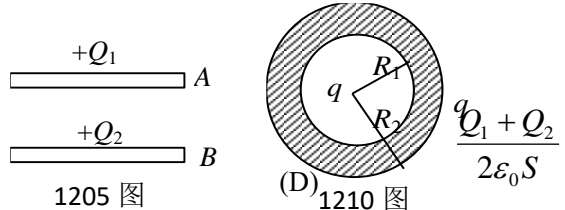


38. 1171: 选无穷远处为电势零点, 半径为 R 的导体球带电后, 其电势为 U_0 , 则球外离球心距离为 r 处的电场强度的大小为

- (A) $\frac{R^2 U_0}{r^3}$ (B) $\frac{U_0}{R}$ (C) $\frac{R U_0}{r^2}$ (D) $\frac{U_0}{r}$

39. 1205: A, B 为两导体大平板, 面积均为 S , 平行放置, 如图所示。 A 板带电荷 $+Q_1$, B 板带电荷 $+Q_2$, 如果使 B 板接地, 则 AB 间电场强度的大小 E 为

- (A) $\frac{Q_1}{2\epsilon_0 S}$ (B) $\frac{Q_1 - Q_2}{2\epsilon_0 S}$ (C) $\frac{Q_1}{\epsilon_0 S}$ (D) $\frac{Q_1 + Q_2}{2\epsilon_0 S}$



40. 1210: 一空心导体球壳, 其内、外半径分别为 R_1 和 R_2 , 带电荷 q , 如图所示。当球壳中心处再放一电荷为 q 的点电荷时, 则导体球壳的电势(设无穷远处为电势零点)为

- (A) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 R_1}$ (B) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 R_2}$ (C) $\frac{q}{2\pi\epsilon_0 R_1}$ (D) $\frac{q}{2\pi\epsilon_0 R_2}$

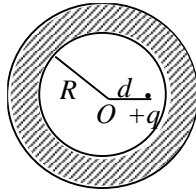
41. 1213: 一个未带电的空腔导体球壳, 内半径为 R . 在腔内离球心的距离为 d 处 ($d < R$), 固定一点电荷 $+q$, 如图所示. 用导线把球壳接地后, 再把地线撤去. 选无穷远处为电势零点, 则球心 O 处的电势为

- (A) 0 (B) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 d}$ (C) $-\frac{q}{4\pi\epsilon_0 R}$ (D) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{R}\right)$

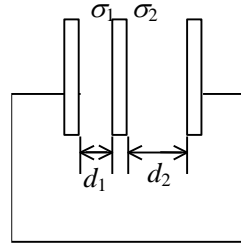
42. 1235: 三块互相平行的导体板, 相互之间的距离 d_1 和 d_2 比板面积线度小得多, 外面二板用导线连接. 中间板上带电, 设左右两面上电荷面密度分别为 σ_1 和 σ_2 , 如图所示.

则比值 σ_1/σ_2 为

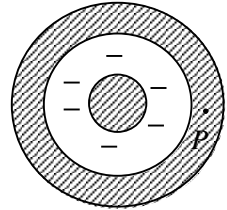
- (A) d_1/d_2
 (B) d_2/d_1
 (C) 1
 (D) d_2^2/d_1^2



1213 图



1235 图



1355 图

43. 1355: 如图所示, 一带负电荷的金属球, 外面同心地罩一不带电的金属球壳, 则在球壳中一点 P 处的场强大小与电势(设无穷远处为电势零点)分别为:

- (A) $E=0, U>0$ (B) $E=0, U<0$ (C) $E=0, U=0$ (D) $E>0, U<0$

44. 1357: 一半径为 R 的薄金属球壳, 带电荷 $-Q$. 设无穷远处电势为零, 则球壳内各

点的电势 U 可表示为: ($K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$)

- (A) $U < -K \frac{Q}{R}$ (B) $U = -K \frac{Q}{R}$ (C) $U > -K \frac{Q}{R}$ (D) $-K \frac{Q}{R} < U < 0$

45. 1480: 当一个带电导体达到静电平衡时:

- (A) 表面上电荷密度较大处电势较高 (B) 表面曲率较大处电势较高
 (C) 导体内部的电势比导体表面的电势高
 (D) 导体内任一点与其表面上任一点的电势差等于零

46. 1099: 关于高斯定理, 下列说法中哪一个是正确的?

- (A) 高斯面内不包围自由电荷, 则面上各点电位移矢量 \vec{D} 为零
 (B) 高斯面上处处 \vec{D} 为零, 则面内必不存在自由电荷
 (C) 高斯面的 \vec{D} 通量仅与面内自由电荷有关
 (D) 以上说法都不正确

47. 1345: 在空气平行板电容器中, 平行地插上一块各向同性均匀电介质板, 如图所示.

当电容器充电后, 若忽略边缘效应, 则电介质中的场强 \vec{E} 与空气中的场强 \vec{E}_0 相比较, 应有

- (A) $E > E_0$, 两者方向相同 (B) $E = E_0$, 两者方向相同
 (C) $E < E_0$, 两者方向相同 (D) $E < E_0$, 两者方向相反. []



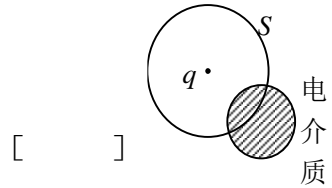
48. 1358: 设有一个带正电的导体球壳. 当球壳内充满电介质、球壳外是真空时, 球壳外一点的场强大小和电势用 E_1, U_1 表示; 而球壳内、外均为真空时, 壳外一点的场强大小和电势用 E_2, U_2 表示, 则两种情况下壳外同一点处的场强大小和电势大小的关系为

- (A) $E_1 = E_2, U_1 = U_2$ (B) $E_1 = E_2, U_1 > U_2$

- (C) $E_1 > E_2$, $U_1 > U_2$ (D) $E_1 < E_2$, $U_1 < U_2$
[]

49. 1454: 在一点电荷 q 产生的静电场中, 一块电介质如图放置, 以点电荷所在处为球心作一球形闭合面 S , 则对此球形闭合面:

- (A) 高斯定理成立, 且可用它求出闭合面上各点的场强
(B) 高斯定理成立, 但不能用它求出闭合面上各点的场强
(C) 由于电介质不对称分布, 高斯定理不成立
(D) 即使电介质对称分布, 高斯定理也不成立



50. 5281: 一平行板电容器始终与端电压一定的电源相联. 当电容器两极板间为真空时, 电场强度为 \vec{E}_0 , 电位移为 \vec{D}_0 , 而当两极板间充满相对介电常量为 ϵ_r 的各向同性均匀电介质时, 电场强度为 \vec{E} , 电位移为 \vec{D} , 则

- (A) $\vec{E} = \vec{E}_0 / \epsilon_r$, $\vec{D} = \vec{D}_0$ (B) $\vec{E} = \vec{E}_0$, $\vec{D} = \epsilon_r \vec{D}_0$
(C) $\vec{E} = \vec{E}_0 / \epsilon_r$, $\vec{D} = \vec{D}_0 / \epsilon_r$ (D) $\vec{E} = \vec{E}_0$, $\vec{D} = \vec{D}_0$
[]

$$\oint \vec{D} \cdot d\vec{S} = 0$$

51. 5621: 在静电场中, 作闭合曲面 S , 若有 $\oint \vec{D} \cdot d\vec{S} = 0$ (式中 \vec{D} 为电位移矢量), 则 S 面内必定

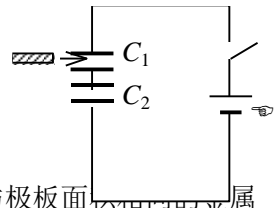
- (A) 既无自由电荷, 也无束缚电荷 (B) 没有自由电荷
(C) 自由电荷和束缚电荷的代数和为零 (D) 自由电荷的代数和为零
[]

52. 1218: 一个平行板电容器, 充电后与电源断开, 当用绝缘手柄将电容器两极板间距离拉大, 则两极板间的电势差 U_{12} 、电场强度的大小 E 、电场能量 W 将发生如下变化:

- (A) U_{12} 减小, E 减小, W 减小 (B) U_{12} 增大, E 增大, W 增大
(C) U_{12} 增大, E 不变, W 增大 (D) U_{12} 减小, E 不变, W 不变
[]

53. 1325: C_1 和 C_2 两空气电容器串联起来接上电源充电. 然后将电源断开, 再把一电介质板插入 C_1 中, 如图所示. 则

- (A) C_1 上电势差减小, C_2 上电势差增大
(B) C_1 上电势差减小, C_2 上电势差不变
(C) C_1 上电势差增大, C_2 上电势差减小
(D) C_1 上电势差增大, C_2 上电势差不变



54. 1460: 如果在空气平行板电容器的两极板间平行地插入一块与极板面积相等的金属板, 则由于金属板的插入及其相对极板所放位置的不同, 对电容器电容的影响为:

- (A) 使电容减小, 但与金属板相对极板的位置无关
(B) 使电容减小, 且与金属板相对极板的位置有关
(C) 使电容增大, 但与金属板相对极板的位置无关
(D) 使电容增大, 且与金属板相对极板的位置有关
[]

55. 1123: 如果某带电体其电荷分布的体密度 ρ 增大为原来的 2 倍, 则其电场的能量变为原来的

- (A) 2 倍 (B) 1/2 倍 (C) 4 倍 (D) 1/4 倍
[]

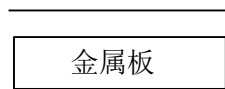
56. 1224: 一空气平行板电容器充电后与电源断开, 然后在两极板间充满某种各向同性、均匀电介质, 则电场强度的大小 E 、电容 C 、电压 U 、电场能量 W 四个量各自与充入介质前相比较, 增大(↑)或减小(↓)的情形为

- (A) $E \uparrow$, $C \uparrow$, $U \uparrow$, $W \uparrow$ (B) $E \downarrow$, $C \uparrow$, $U \downarrow$, $W \downarrow$

(C) $E \downarrow, C \uparrow, U \uparrow, W \downarrow$ (D) $E \uparrow, C \downarrow, U \downarrow, W \uparrow$ []

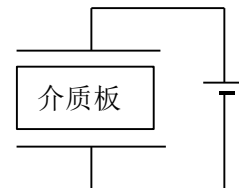
57. 1524: 将一空气平行板电容器接到电源上充电到一定电压后, 断开电源。再将一块与极板面积相同的金属板平行地插入两极板之间, 如图所示, 则由于金属板的插入及其所放位置的不同, 对电容器储能的影响为:

- (A) 储能减少, 但与金属板相对极板的位置无关
 (B) 储能减少, 且与金属板相对极板的位置有关
 (C) 储能增加, 但与金属板相对极板的位置无关
 (D) 储能增加, 且与金属板相对极板的位置有关



58. 1533: 将一空气平行板电容器接到电源上充电到一定电压后, 在保持与电源连接的情况下, 把一块与极板面积相同的各向同性均匀电介质板平行地插入两极板之间, 如图所示。介质板的插入及其所处位置的不同, 对电容器储存电能的影响为:

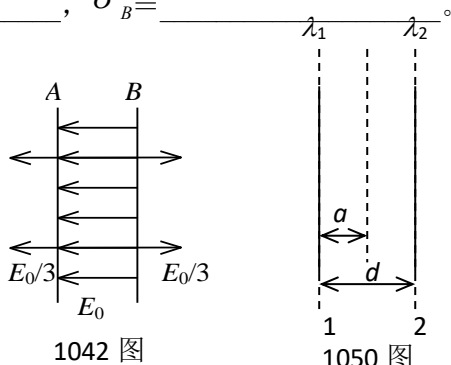
- (A) 储能减少, 但与介质板相对极板的位置无关
 (B) 储能减少, 且与介质板相对极板的位置有关
 (C) 储能增加, 但与介质板相对极板的位置无关
 (D) 储能增加, 且与介质板相对极板的位置有关



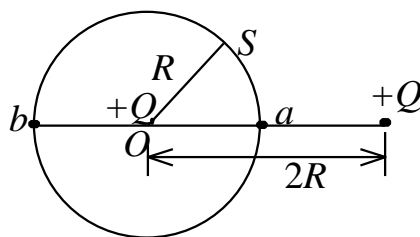
二、选择题

1. 1042: A 、 B 为真空中两个平行的“无限大”均匀带电平面, 已知两平面间的电场强度大小为 E_0 , 两平面外侧电场强度大小都为 $E_0/3$, 方向如图。则 A 、 B 两平面上的电荷面密度分别为

$\sigma_A =$ _____, $\sigma_B =$ _____



1042 图



1500 图

2. 1049: 由一根绝缘细线围成的边长为 l 的正方形线框, 使它均匀带电, 其电荷线密度为 λ , 则在正方形中心处的电场强度的大小 $E =$ _____。

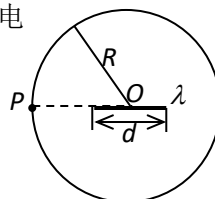
3. 1050: 两根相互平行的“无限长”均匀带正电直线 1、2, 相距为 d , 其电荷线密度分别为 λ_1 和 λ_2 如图所示, 则场强等于零的点与直线 1 的距离 a 为 _____。

4. 1500: 如图所示, 真空中两个正点电荷 Q , 相距 $2R$ 。若以其中一点电荷所在处 O 点为中心, 以 R 为半径作高斯球面 S , 则通过该球面的电场强度通量 = _____; 若以 \vec{r}_0 表示高斯面外法线方向的单位矢量, 则高斯面上 a 、 b 两点的电场强度分别为 _____。

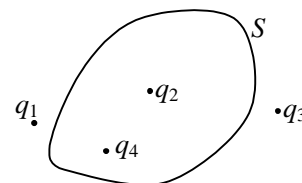
5. 1567: 一半径为 R 的“无限长”均匀带电圆柱面, 其电荷面密度为 σ 。该圆柱面内、外场强分布为 (\vec{r} 表示在垂直于圆柱面的平面上, 从轴线处引出的矢径):

$\vec{E}(\vec{r}) =$ _____ ($r < R$), $\vec{E}(\vec{r}) =$ _____ ($r > R$)。

6. 5166: 一均匀带电直线长为 d , 电荷线密度为 $+\lambda$, 以导线中点 O 为球心, R 为半径 ($R > d$) 作一球面, 如图所示, 则通过该球面的电场强度通量为 _____。带电直线的延长线与球面交点 P 处的电场强度的大小为 _____, 方向 _____。



5166 图



1499 图

7. 1499: 点电荷 q_1 、 q_2 、 q_3 和 q_4 在真

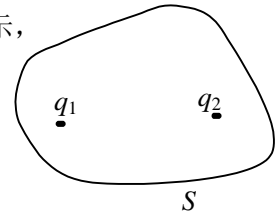
空中的分布如图所示。图中 S 为闭合曲面，

则通过该闭合曲面的电场强度通量 $\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \underline{\hspace{2cm}}$ ，式中的 \vec{E} 是点电荷 $\underline{\hspace{2cm}}$ 在闭合曲面上任一点产生的场强的矢量和。

8. 1603: 一面积为 S 的平面，放在场强为 \vec{E} 的均匀电场中，已知 \vec{E} 与平面间的夹角为 θ ($\theta < \frac{\pi}{2}$)，则通过该平面的电场强度通量的数值 $\Phi_e = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

9. 5426: 电荷分别为 q_1 和 q_2 的两个点电荷单独在空间各点产生的静电场强分别为 \vec{E}_1 和 \vec{E}_2 ，空间各点总场强为 $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$ 。现在作一封闭曲面 S ，如图所示，则以下两式分别给出通过 S 的电场强度通量：

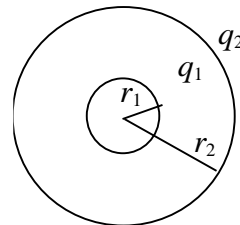
$\oint \vec{E}_1 \cdot d\vec{S} = \underline{\hspace{2cm}}$ ， $\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。



5426 图

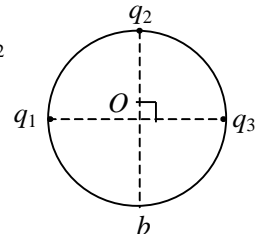
10. 1176: 真空中，有一均匀带电细圆环，电荷线密度为 λ ，其圆心处的电场强度 $E_0 = \underline{\hspace{2cm}}$ ，电势 $U_0 = \underline{\hspace{2cm}}$ 。(选无穷远处电势为零)

11. 1215: 如图所示，两同心带电球面，内球面半径为 $r_1 = 5 \text{ cm}$ ，带电荷 $q_1 = 3 \times 10^{-8} \text{ C}$ ；外球面半径为 $r_2 = 20 \text{ cm}$ ，带电荷 $q_2 = -6 \times 10^{-8} \text{ C}$ ，设无穷远处电势为零，则空间另一电势为零的球面半径 $r = \underline{\hspace{2cm}}$ 。



1215 图

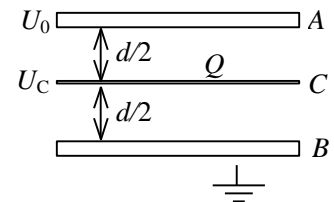
12. 1382: 电荷分别为 q_1, q_2, q_3 的三个点电荷分别位于同一圆周的三个点上，如图所示。设无穷远处为电势零点，圆半径为 R ，则 b 点处的电势 $U = \underline{\hspace{2cm}}$ 。



1382 图

13. 1407: 一半径为 R 的均匀带电圆盘，电荷面密度为 σ ，设无穷远处为电势零点，则圆盘中心 O 点的电势 $U = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

14. 1518: 一平行板电容器，极板面积为 S ，相距为 d 。若 B 板接地，且保持 A 板的电势 $U_A = U_0$ 不变。如图，把一块面积相同的带有电荷为 Q 的导体薄板 C 平行地插入两板中间，则导体薄板 C 的电势 $U_C = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

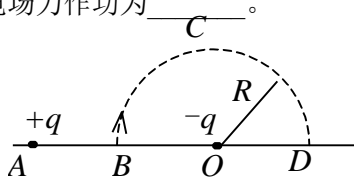


15. 1589: 一半径为 R 的均匀带电球面，带有电荷 Q 。若设该球面上电势为零，则球面内各点电势 $U = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

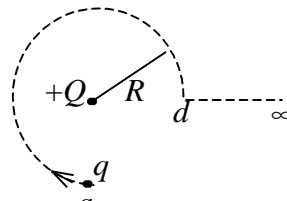
16. 1592: 一半径为 R 的均匀带电球面，其电荷面密度为 σ 。若规定无穷远处为电势零点，则该球面上的电势 $U = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

17. 1041: 在点电荷 q 的电场中，把一个 $-1.0 \times 10^{-9} \text{ C}$ 的电荷，从无限远处(设无限远处电势为零)移到离该点电荷距离 0.1 m 处，克服电场力作功 $1.8 \times 10^{-5} \text{ J}$ ，则该点电荷 $q = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

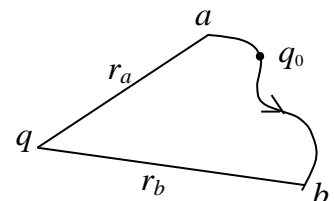
18. 1078: 如图所示。试验电荷 q ，在点电荷 $+Q$ 产生的电场中，沿半径为 R 的整个圆弧的 $3/4$ 圆弧轨道由 a 点移到 d 点的过程中电场力作功为 $\underline{\hspace{2cm}}$ ；从 d 点移到无穷远处的过程中，电场力作功为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。



1079 图



1078 图



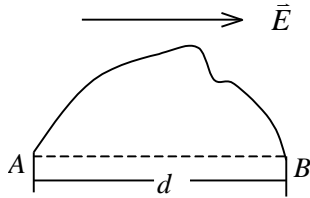
1313 图

19. 1079: 图示 BCD 是以 O 点为圆心，以 R 为半径的半圆弧，在 A 点有一电荷为 $+q$ 的点电荷， O 点有一电荷为 $-q$ 的点电荷。线段 $\overline{BA} = R$ 。现将一单位正电荷从 B 点沿半圆

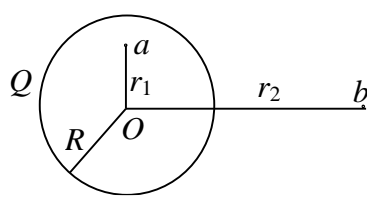
弧轨道 BCD 移到 D 点, 则电场力所作的功为_____。

20. 1313: 如图所示, 在电荷为 q 的点电荷的静电场中, 将一电荷为 q_0 的试验电荷从 a 点经任意路径移动到 b 点, 电场力所作的功 $A =$ _____。

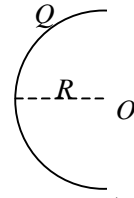
21. 1438: 如图所示, 在场强为 \vec{E} 的均匀电场中, A 、 B 两点间距离为 d 。 AB 连线方向与 \vec{E} 方向一致。从 A 点经任意路径到 B 点的场强线积分 $\int_{AB} \vec{E} \cdot d\vec{l} =$ _____。



1438 图



1507 图



5167 图

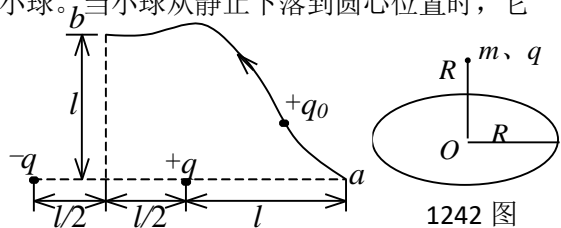
22. 1507: 如图所示, 在半径为 R 的球壳上均匀带有电荷 Q , 将一个点电荷 $q(q \ll Q)$ 从球内 a 点经球壳上一个小孔移到球外 b 点。则此过程中电场力做功 $A =$ _____。

23. 5167: 真空中有一半径为 R 的半圆细环, 均匀带电 Q , 如图所示。设无穷远处为电势零点, 则圆心 O 点处的电势 $U =$ _____, 若将一带电量为 q 的点电荷从无穷远处移到圆心 O 点, 则电场力做功 $A =$ _____。

24. 1508: 如图所示, 在点电荷 $+q$ 和 $-q$ 产生的电场中, 将一点电荷 $+q_0$ 沿箭头所示路径由 a 点移至 b 点, 则外力做功 $A =$ _____。

25. 1242: 一半径为 R 的均匀带电细圆环, 带有电荷 Q , 水平放置。在圆环轴线的上方离圆心 R 处, 有一质量为 m 、带电荷为 q 的小球。当小球从静止下落到圆心位置时, 它的速度为 $v =$ _____。

26. 1371: 已知一平行板电容器, 极板面积为 S , 两板间隔为 d , 其中充满空气。当两极板上加电压 U 时, 忽略边缘效应, 两极板间的相互作用力 $F =$ _____。



1242 图

27. 1450: 一电矩为 \vec{P} 的电偶极子在场强为 \vec{E} 的均匀电场中, \vec{P} 与 \vec{E} 间的夹角为 θ , 则它所受的电场力 $F =$ _____, 力矩的大小 $M =$ _____。

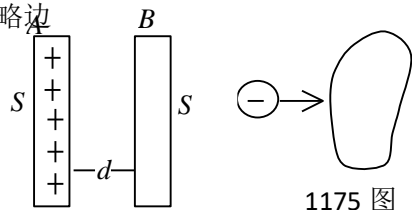
28. 1613: 一质量为 m , 电荷为 q 的粒子, 从电势为 U_A 的 A 点, 在电场力作用下运动到电势为 U_B 的 B 点。若粒子到达 B 点时的速率为 v_B , 则它在 A 点时的速率 $v_A =$ _____。

29. 1116: 一空气平行板电容器, 两极板间距为 d , 充电后板间电压为 U 。然后将电源断开, 在两板间平行地插入一厚度为 $d/3$ 的金属板, 则板间电压变成 $U' =$ _____。

30. 1152: 如图所示, 把一块原来不带电的金属板 B , 移近一块已带有正电荷 Q 的金属板 A , 平行放置。设两板面积都是 S , 板间距离是 d , 忽略边缘效应。当 B 板不接地时, 两板间电势差 $U_{AB} =$ _____;

B 板接地时两板间电势差 $U'_{AB} =$ _____。

31. 1175: 如图所示, 将一负电荷从无穷远处移到一个不带电的导体附近, 则导体内的电场强度_____, 导体的电势_____。(填增大、不变、减小)



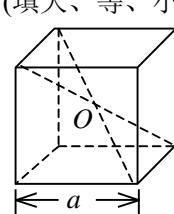
1175 图

32. 1330: 一金属球壳的内、外半径分别为 R_1 和 R_2 , 带电荷为 Q 。在球心处有一电荷为 q 的点电荷, 则球壳内表面上的电荷面密度 $\sigma =$ _____。

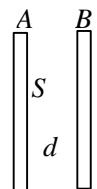
33. 1486: 一任意形状的带电导体, 其电荷面密度分布为 $\sigma(x, y, z)$, 则在导体表面外附近任意点处的电场强度的大小 $E(x, y, z) =$ _____, 其方向_____。

34. 1644: 在一个带正电荷的金属球附近, 放一个带正电的点电荷 q_0 , 测得 q_0 所受的力为 F , 则 F/q_0 的值一定_____于不放 q_0 时该点原有的场强大小。(填大、等、小)

35. 5108: 静电场中有一立方体均匀导体, 边长为 a 。已知立方体中心 O 处的电势为 U_0 , 则立方体顶点 A 的电势为_____。



5108 图



5119 图

36. 5119: 如图所示, A 、 B 为靠得很近的两块平行的大金属平板, 两板的面积均为 S , 板间的距离为 d 。今使 A 板带电荷 q_A , B 板带电荷 q_B , 且 $q_A > q_B$ 。则 A 板的靠近 B 的一侧所带电荷为_____ ; 两板间电势差 $U =$ _____。

37. 1104: 在相对介电常量为 ϵ_r 的各向同性的电介质中, 电位移矢量与场强之间的关系是_____。

38. 1105: 半径为 R_1 和 R_2 的两个同轴金属圆筒, 其间充满着相对介电常量为 ϵ_r 的均匀介质。设两筒上单位长度带有的电荷分别为 $+\lambda$ 和 $-\lambda$, 则介质中离轴线的距离为 r 处的电位移矢量的大小 $D =$ _____ , 电场强度的大小 $E =$ _____。

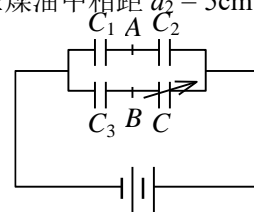
39. 1207: 一平行板电容器, 充电后切断电源, 然后使两极板间充满相对介电常量为 ϵ_r 的各向同性均匀电介质。此时两极板间的电场强度是原来的_____倍; 电场能量是原来的_____倍。

40. 1390: 一个半径为 R 的薄金属球壳, 带有电荷 q , 壳内真空, 壳外是无限大的相对介电常量为 ϵ_r 的各向同性均匀电介质。设无穷远处为电势零点, 则球壳的电势 $U =$ _____。

41. 1629: 一个带电荷 q 、半径为 R 的金属球壳, 壳内是真空, 壳外是介电常量为 ϵ 的无限大各向同性均匀电介质, 则此球壳的电势 $U =$ _____。

42. 1631: 两个点电荷在真空中相距 $d_1 = 7 \text{ cm}$ 时的相互作用力与在煤油中相距 $d_2 = 5 \text{ cm}$ 时的相互作用力相等, 则煤油的相对介电常量 $\epsilon_r =$ _____。

43. 1465: 如图所示, 电容 C_1 、 C_2 、 C_3 已知, 电容 C 可调, 当调节到 A 、 B 两点电势相等时, 电容 $C =$ _____。

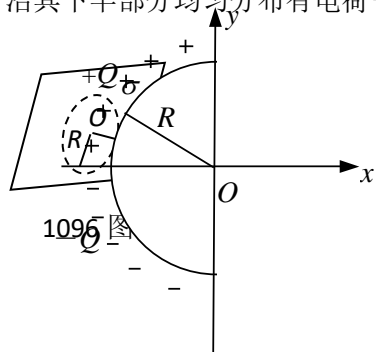


44. 5106: 一平行板电容器充电后切断电源, 若使两极板间距离增加, 则两极板间场强_____, 电容_____。(填增大或减小或不变)

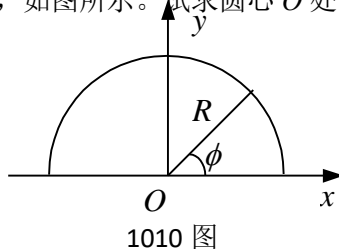
45. 1220: 一空气电容器充电后切断电源, 电容器储能 W_0 , 若此时在极板间灌入相对介电常量为 ϵ_r 的煤油, 则电容器储能变为 W_0 的_____倍。如果灌煤油时电容器一直与电源相连接, 则电容器储能将是 W_0 的_____倍。

三、计算题

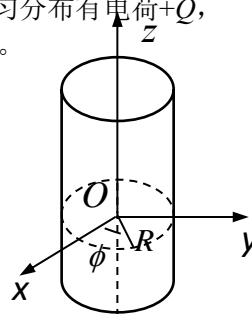
1. 1099: 一个细玻璃棒被弯成半径为 R 的半圆形, 沿其上半部分均匀分布有电荷 $+Q$, 沿其下半部分均匀分布有电荷 $-Q$, 如图所示。试求圆心 O 处的电场强度。



1099 图



1010 图

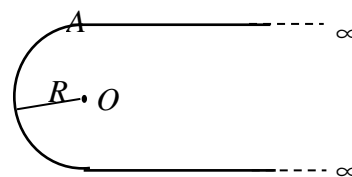


1012 图

2. 1010: 一个细玻璃棒被弯成半径为 R 的半圆形, 沿其上半部分均匀分布有电荷 $+Q$, 沿其下半部分均匀分布有电荷 $-Q$, 如图所示。试求圆心 O 处的电场强度。

3. 1012: 一“无限长”圆柱面, 其电荷面密度为: $\sigma = \sigma_0 \cos \phi$, 式中 ϕ 为半径 R 与 x 轴所夹的角, 试求圆柱轴线上一点的场强。

4. 1096: 如图所示, 一电荷面密度为 σ 的“无限大”平面, 在距离平面 a 处的一点的场强大小的一半是由平面上的一个半径为 R 的圆面积范围内的电荷所产生的。试求该圆半径的大小。



1096 图

5. 1190: 电荷线密度为 λ 的“无限长”均匀带电细线, 弯成图示形状。若半圆弧 AB 的半径为 R , 试求圆心 O 点的场强。

6. 1262: 用绝缘细线弯成的半圆环, 半径为 R , 其上均匀地带有正电荷 Q , 试求圆心 O 点的电场强度。

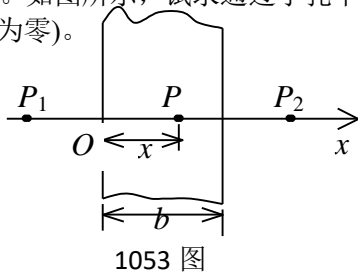
7. 1264: 一半径为 R 的半球面, 均匀地带有电荷, 电荷面密度为 σ , 求球心 O 处的电场强度。

8. 1373: 一半径为 R 的带电球体, 其电荷体密度分布为: $\rho = Ar$ ($r \leq R$), $\rho = 0$ ($r > R$), A 为一常量。试求球体内外的场强分布。

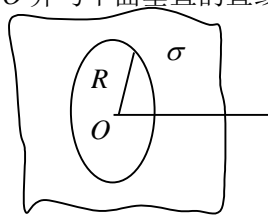
9. 1374: 一半径为 R 的带电球体, 其电荷体密度分布为: $\rho = \frac{qr}{\pi R^4}$ ($r \leq R$) (q 为一正的常量), $\rho = 0$ ($r > R$)。试求: (1) 带电球体的总电荷; (2) 球内、外各点的电场强度; (3) 球内、外各点的电势。

10. 1503: 如图所示, 一厚为 b 的“无限大”带电平板, 其电荷体密度分布为: $\rho = kx$ ($0 \leq x \leq b$), 式中 k 为一正的常量。求: (1) 平板外两侧任一点 P_1 和 P_2 处的电场强度大小; (2) 平板内任一点 P 处的电场强度; (3) 场强为零的点在何处?

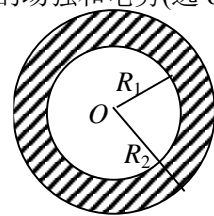
11. 1180: 一“无限大”平面, 中部有一半径为 R 的圆孔, 设平面上均匀带电, 电荷面密度为 σ 。如图所示, 试求通过小孔中心 O 并与平面垂直的直线上各点的场强和电势(选 O 点的电势为零)。



1053 图



1180 图

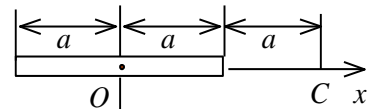


1519 图

12. 1519: 图示为一个均匀带电的球层, 其电荷体密度为 ρ , 球层内表面半径为 R_1 , 外表面半径为 R_2 。设无穷远处为电势零点, 求空腔内任一点的电势。

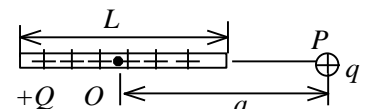
13. 1597: 电荷 q 均匀分布在长为 $2l$ 的细杆上, 求在杆外延长线上与杆端距离为 a 的 P 点的电势(设无穷远处为电势零点)。

14. 1380: 真空中一均匀带电细直杆, 长度为 $2a$, 总电荷为 $+Q$, 沿 Ox 轴固定放置(如图)。一运动粒子质量为 m 、带有电荷 $+q$, 在经过 x 轴上的 C 点时, 速率为 v 。试求: (1) 粒子在经过 C 点时, 它与带电杆之间的相互作用电势能(设无穷远处为电势零点); (2) 粒子在电场力作用下运动到无穷远处的速率 v_∞ (设 v_∞ 远小于光速)。



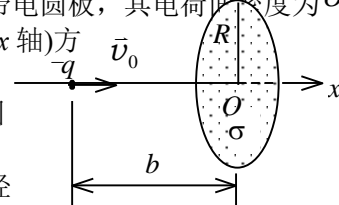
1597 图

15. 5093: 电荷 Q ($Q > 0$) 均匀分布在长为 L 的细棒上, 在细棒的延长线上距细棒中心 O 距离为 a 的 P 点处放一电荷为 q ($q > 0$) 的点电荷, 求带电细棒对该点电荷的静电力。

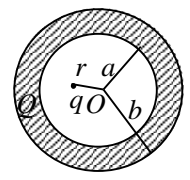


1380 图

16. 5246: 如图所示, 一个半径为 R 的均匀带电圆板, 其电荷面密度为 σ ($\sigma > 0$), 今有一质量为 m , 电荷为 $-q$ 的粒子 ($q > 0$) 沿圆板轴线 (x 轴) 方向向圆板运动, 已知在距圆心 O (也是 x 轴原点) 为 b 的位置上时, 粒子的速度为 v_0 , 求粒子击中圆板时的速度(设圆板带电的均匀性始终不变)。



5264 图



1651 图

17. 1651: 如图所示, 一内半径为 a 、外半径为 b 的金属球壳, 带有电荷 Q , 在球壳空腔内距离球心 r 处有一点电荷 q 。设无限远处为电势零点, 试求: (1) 球壳内外表面上的电荷。(2) 球心 O 点处, 由球壳内表面上电荷产生的电势。(3) 球心 O 点处的总电势。

一、选择题

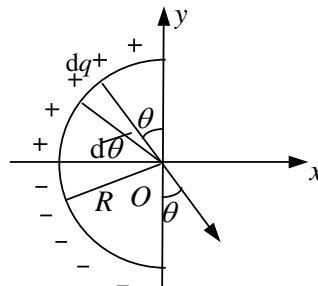
1. 1003: C; 2. 1405: C; 3. 1551: B; 4. 1558: D; 5. 1035: D; 6. 1056: D;

7. 1255: B; 8. 1370: C; 9. 1432: A; 10. 1434: D; 11. 1490: D; 12. 1492: A
 13. 1494: A; 14. 5083: A; 15. 5084: D; 16. 5272: A; 17. 1016: C; 18. 1017:
 A;
 19. 1087: B; 20. 1267: C; 21. 1417: C; 22. 1484: B; 23. 1516: C; 24. 1582:
 D;
 25. 1584: C; 26. 5082: B; 27. 1076: D; 28. 1266: A; 29. 1505: D; 30. 5085:
 C;
 31. 1240: C; 32. 1303: B; 33. 1316: C; 34. 1439: B; 35. 1440: C; 36. 1445:
 D;
 37. 1138: B; 38. 1171: C; 39. 1205: C; 40. 1210: D; 41. 1213: D; 42. 1235:
 B;
 43. 1355: B; 44. 1357: B; 45. 1480: D; 46. 1099: C; 47. 1345: C; 48. 1358:
 A;
 49. 1454: B; 50. 5281: B; 51. 5621: D; 52. 1218: C; 53. 1325: B; 54. 1460:
 C;
 55. 1123: C; 56. 1224: B; 57. 1524: A; 58. 1533: C;

二、填空题

1. 1042: $-2\varepsilon_0 E_0 / 3$; $4\varepsilon_0 E_0 / 3$
 2. 1049: 0
 3. 1050: $\frac{\lambda_1}{\lambda_1 + \lambda_2} d$
 4. 1500: Q / ε_0 ; $\bar{E}_a = 0$, $\bar{E}_b = 5Q\bar{r}_0 / (18\pi\varepsilon_0 R^2)$
 $\frac{\sigma R}{\varepsilon_0 r^2} \bar{r}$
 5. 1567: 0 ;
 6. 5166: $\lambda d / \varepsilon_0$; $\frac{\lambda d}{\pi\varepsilon_0(4R^2 - d^2)}$; 沿矢径 \overline{OP}
 7. 1499: $(q_2 + q_4) / \varepsilon_0$; q_1 、 q_2 、 q_3 、 q_4
 8. 1603: $E \cos(\pi/2 - \theta)$
 9. 5426: q_1 / ε_0 ; $(q_1 + q_2) / \varepsilon_0$
 10. 1176: 0 ; $\lambda / (2\varepsilon_0)$
 11. 1215: 10 cm
 $\frac{1}{8\pi\varepsilon_0 R} (\sqrt{2}q_1 + q_2 + \sqrt{2}q_3)$
 12. 1382:
 13. 1407: $\sigma R / (2\varepsilon_0)$
 $(U_0 / 2) + Qd / (4\varepsilon_0 S)$
 14. 1518:
 15. 1589: 0
 16. 1592: $R\sigma / \varepsilon_0$
 17. 1041: $-2 \times 10^{-7} \text{ C}$
 18. 1078: 0 ; $qQ / (4\pi\varepsilon_0 R)$
 19. 1079: $q / (6\pi\varepsilon_0 R)$
 $\frac{q_0 q}{4\pi\varepsilon_0} \left(\frac{1}{r_a} - \frac{1}{r_b} \right)$
 20. 1313:
 21. 1438: Ed

22. 1507: $\frac{Qq}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{r_2} \right)$
23. 5167: $Q/(4\pi\epsilon_0 R)$; $-qQ/(4\pi\epsilon_0 R)$
24. 1508: $Q/(4\pi\epsilon_0 R)$; $-qQ/(4\pi\epsilon_0 R)$
25. 1242: $\left[2gR - \frac{Qq}{2\pi m\epsilon_0 R} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{2}} \right) \right]^{1/2}$
26. 1371: $\frac{\epsilon_0 S U^2}{2d^2}$
27. 1450: 0 ; $\rho E \sin\alpha$
28. 1613: $\left[v_B^2 - \frac{2q}{m} (U_A - U_B) \right]^{1/2}$
29. 1116: $2U/3$
30. 1152: $Qd/(2\epsilon_0 S)$; $Qd/(\epsilon_0 S)$
31. 1175: 不变 ; 减小
32. 1330: $-q/(4\pi R_1^2)$
33. 1486: $\sigma(x, y, z)/\epsilon_0$;
与导体表面垂直朝外($\sigma > 0$) 或 与导体表面垂直朝里($\sigma < 0$)
34. 1644: 小
35. 5108: U_0
36. 5119: $\frac{1}{2}(q_A - q_B)$; $(q_A - q_B) \frac{d}{2\epsilon_0 S}$
37. 1104: $\bar{D} = \epsilon_0 \epsilon_r \bar{E}$
38. 1105: $\lambda/(2\pi r)$; $\lambda/(2\pi \epsilon_0 \epsilon_r r)$
39. 1207: $\frac{1}{\epsilon_r}$; $\frac{1}{\epsilon_r}$
40. 1390: $q/(4\pi\epsilon_0 \epsilon_r R)$
41. 1629: $\frac{q}{4\pi\epsilon R}$
42. 1631: 1.96
43. 1465: $C_2 C_3 / C_1$
44. 5106: 不变 ; 减小
45. 1220: $\frac{1}{\epsilon_r}$; ϵ_r



1009 图

三、计算题

1. 1009: 解: 把所有电荷都当作正电荷处理. 在 θ 处取微小电荷: $dq = \lambda dl = 2Qd\theta / \pi$

$$dE = \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 R^2} = \frac{Q}{2\pi^2 \epsilon_0 R^2} d\theta$$

它在 O 处产生场强: -----2 分

按 θ 角变化, 将 dE 分解成二个分量:

$$dE_x = dE \sin\theta = \frac{Q}{2\pi^2 \epsilon_0 R^2} \sin\theta d\theta \quad ; \quad dE_y = -dE \cos\theta = -\frac{Q}{2\pi^2 \epsilon_0 R^2} \cos\theta d\theta$$

-----3 分

对各分量分别积分，积分时考虑到一半是负电荷

$$E_x = \frac{Q}{2\pi^2 \epsilon_0 R^2} \left[\int_0^{\pi/2} \sin \theta d\theta - \int_{\pi/2}^{\pi} \sin \theta d\theta \right] = 0 \text{-----2 分}$$

$$E_y = \frac{-Q}{2\pi^2 \epsilon_0 R^2} \left[\int_0^{\pi/2} \cos \theta d\theta - \int_{\pi/2}^{\pi} \cos \theta d\theta \right] = -\frac{Q}{\pi^2 \epsilon_0 R^2} \text{-----2 分}$$

$$\vec{E} = E_x \vec{i} + E_y \vec{j} = -\frac{Q}{\pi^2 \epsilon_0 R^2} \vec{j}$$

所以:

2. 1010: 解: 在 ϕ 处取电荷元, 其电荷为: $dq = \lambda dl = \lambda_0 R \sin \phi d\phi$

它在 O 点产生的场强为:

$$dE = \frac{dq}{4\pi \epsilon_0 R^2} = \frac{\lambda_0 \sin \phi d\phi}{4\pi \epsilon_0 R} \text{-----3 分}$$

在 x 、 y 轴上的二个分量:

$$dE_x = -dE \cos \phi \text{-----1 分}$$

$$dE_y = -dE \sin \phi \text{-----1 分}$$

对各分量分别求和:

$$E_x = \frac{\lambda_0}{4\pi \epsilon_0 R} \int_0^{\pi} \sin \phi \cos \phi d\phi = 0 \text{-----2 分}$$

$$E_y = \frac{\lambda_0}{4\pi \epsilon_0 R} \int_0^{\pi} \sin^2 \phi d\phi = -\frac{\lambda_0}{8\epsilon_0 R} \text{-----2 分}$$

$$\vec{E} = E_x \vec{i} + E_y \vec{j} = -\frac{\lambda_0}{8\epsilon_0 R} \vec{j}$$

∴

3. 1012: 解: 将柱面分成许多与轴线平行的细长条, 每条可视为“无限长”均匀带电

直线, 其电荷线密度为: $\lambda = \sigma_0 \cos \phi R d\phi$,

它在 O 点产生的场强为:

$$dE = \frac{\lambda}{2\pi \epsilon_0 R} = \frac{\sigma_0}{2\pi \epsilon_0} \cos \phi d\phi \text{-----3 分}$$

它沿 x 、 y 轴上的二个分量为:

$$dE_x = -dE \cos \phi = -\frac{\sigma_0}{2\pi \epsilon_0} \cos^2 \phi d\phi \text{-----1 分}$$

$$dE_y = -dE \sin \phi = \frac{\sigma_0}{2\pi \epsilon_0} \sin \phi \cos \phi d\phi \text{-----1 分}$$

积分:

$$E_x = -\int_0^{2\pi} \frac{\sigma_0}{2\pi \epsilon_0} \cos^2 \phi d\phi = -\frac{\sigma_0}{2\epsilon_0} \text{-----2 分}$$

$$E_y = -\int_0^{2\pi} \frac{\sigma_0}{2\pi \epsilon_0} \sin \phi d(\sin \phi) = 0 \text{-----2 分}$$

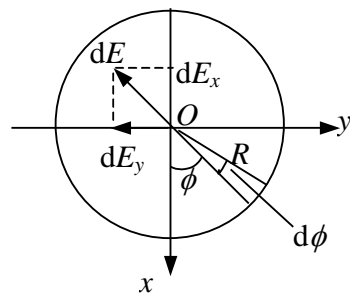
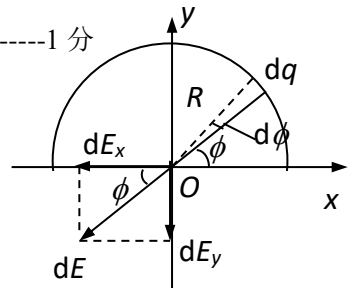
$$\vec{E} = E_x \vec{i} = -\frac{\sigma_0}{2\epsilon_0} \vec{i}$$

∴

4. 1096: 解: 电荷面密度为 σ 的无限大均匀带电平面在任意点的场强大小为

$$E = \sigma / (2\epsilon_0) \text{-----2 分}$$

以图中 O 点为圆心, 取半径为 $r \rightarrow r + dr$ 的环形面积, 其电量为:



$$dq = \sigma 2\pi r dr \text{-----2分}$$

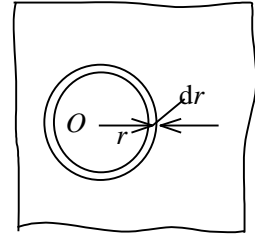
它在距离平面为 a 的一点处产生的场强:

$$dE = \frac{\sigma a r dr}{2\epsilon_0 (a^2 + r^2)^{3/2}} \text{-----2分}$$

则半径为 R 的圆面积内的电荷在该点的场强为:

$$E = \frac{\sigma a}{2\epsilon_0} \int_0^R \frac{r dr}{(a^2 + r^2)^{3/2}} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \left(1 - \frac{a}{\sqrt{a^2 + R^2}} \right) \text{-----2分}$$

由题意,令 $E = \sigma / (4\epsilon_0)$, 得到 $R = \sqrt{3}a$ -----2分



5. 1190: 解: 以 O 点作坐标原点, 建立坐标如图所示。半无限长直线 $A\infty$ 在 O 点产生的场强 \vec{E}_1 :

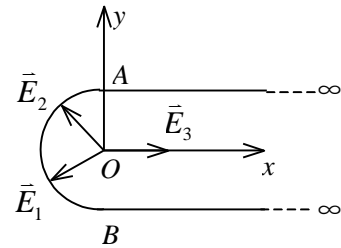
$$\vec{E}_1 = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 R} (-\vec{i} - \vec{j}) \text{-----2分}$$

半无限长直线 $B\infty$ 在 O 点产生的场强 \vec{E}_2 :

$$\vec{E}_2 = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 R} (-\vec{i} + \vec{j}) \text{-----2分}$$

半圆弧线段在 O 点产生的场强 \vec{E}_3 : $\vec{E}_3 = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 R} \vec{i}$ -----2分

由场强叠加原理, O 点合场强为: $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 = 0$ -----2分



6. 1262: 解: 以 O 点作坐标原点, 建立坐标如图所示, 半无限长直线 $A\infty$ 在 O 点产生的场强 \vec{E}_1 , 则:

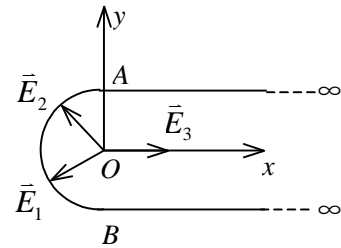
$$\vec{E}_1 = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 R} (-\vec{i} - \vec{j}) \text{-----2分}$$

半无限长直线 $B\infty$ 在 O 点产生的场强 \vec{E}_2 , 则:

$$\vec{E}_2 = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 R} (-\vec{i} + \vec{j}) \text{-----2分}$$

半圆弧线段在 O 点产生的场强 \vec{E}_3 , 则: $\vec{E}_3 = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 R} \vec{i}$ -----2分

由场强叠加原理, O 点合场强为: $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 = 0$ -----2分



7. 1264: 解: 选取坐标轴 Ox 沿半球面的对称轴, 如图所示。把半球面分成许多微小宽度的环带, 每一环带之面积:

$$dS = 2\pi R \sin \theta R d\theta = 2\pi R^2 \sin \theta d\theta$$

小环带上带电荷:

$$dq = \sigma dS = 2\pi\sigma R^2 \sin \theta d\theta \text{-----3分}$$

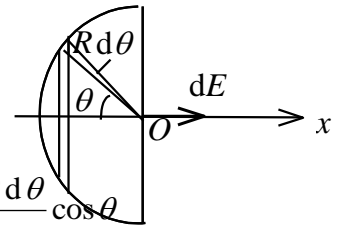
$$dE = \frac{dq R \cos \theta}{4\pi\epsilon_0 R^3} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{2\pi\sigma R^2 \sin \theta d\theta}{R^2} \cos \theta$$

该电荷元在 O 点产生的场强:

$$= (\sigma \sin \theta \cos \theta d\theta) / (2\epsilon_0) \text{-----3分}$$

O 点处的总场强: $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \int_0^{\pi/2} \sin \theta d(\sin \theta) = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \frac{\sin^2 \theta}{2} \Big|_0^{\pi/2} = \frac{\sigma}{4\epsilon_0}$ -----3分

$$\vec{E} = \frac{\sigma}{4\epsilon_0} \vec{i} \quad (\vec{i} \text{ 为沿 } x \text{ 轴正方向的单位矢量}) \text{-----1分}$$



8. 1373: 解: 在球内取半径为 r 、厚为 dr 的薄球壳, 该壳内所包含的电荷为

$$dq = \rho dV = Ar \cdot 4\pi r^2 dr$$

在半径为 r 的球面内包含的总电荷为: $q = \int_V \rho dV = \int_0^r 4\pi Ar^3 dr = \pi Ar^4$ ($r \leq R$)

以该球面为高斯面, 按高斯定理有: $E_1 \cdot 4\pi r^2 = \pi Ar^4 / \epsilon_0$

得到: $E_1 = Ar^2 / (4\epsilon_0)$, ($r \leq R$)

方向沿径向, $A > 0$ 时向外, $A < 0$ 时向里-----3分

在球体外作一半径为 r 的同心高斯球面, 按高斯定理有: $E_2 \cdot 4\pi r^2 = \pi AR^4 / \epsilon_0$

得到: $E_2 = AR^4 / (4\epsilon_0 r^2)$, ($r > R$)

方向沿径向, $A > 0$ 时向外, $A < 0$ 时向里-----2分

9. 1374: 解: (1) 在球内取半径为 r 、厚为 dr 的薄球壳, 该壳内所包含的电荷为:

$$dq = \rho dV = qr \cdot 4\pi r^2 dr / (\pi R^4) = 4qr^3 dr / R^4$$

则球体所带的总电荷为: $Q = \int_V \rho dV = (4q/R^4) \int_0^R r^3 dr = q$ -----3分

(2) 在球内作一半径为 r_1 的高斯球面, 按高斯定理有:

$$4\pi r_1^2 E_1 = \frac{1}{\epsilon_0} \int_0^{r_1} \frac{qr}{\pi R^4} \cdot 4\pi r^2 dr = \frac{qr_1^4}{\epsilon_0 R^4}$$

得: $E_1 = \frac{qr_1^2}{4\pi\epsilon_0 R^4}$ ($r_1 \leq R$), \vec{E}_1 方向沿半径向外-----2分

在球体外作半径为 r_2 的高斯球面, 按高斯定理: $4\pi r_2^2 E_2 = q / \epsilon_0$

得: $E_2 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r_2^2}$ ($r_2 > R$), \vec{E}_2 方向沿半径向外-----2分

(3) 球内电势: $U_1 = \int_{r_1}^R \vec{E}_1 \cdot d\vec{r} + \int_R^\infty \vec{E}_2 \cdot d\vec{r} = \int_{r_1}^R \frac{qr^2}{4\pi\epsilon_0 R^4} dr + \int_R^\infty \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} dr$

$$= \frac{q}{3\pi\epsilon_0 R} - \frac{qr_1^3}{12\pi\epsilon_0 R^4} = \frac{q}{12\pi\epsilon_0 R} \left(4 - \frac{r_1^3}{R^3} \right) \quad (r_1 \leq R)$$

-----3分

球外电势: $U_2 = \int_{r_2}^\infty \vec{E}_2 \cdot d\vec{r} = \int_{r_2}^\infty \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} dr = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r_2}$ ($r_2 > R$) -----2分

分

10. 1503: 解: (1) 由对称分析知, 平板外两侧场强大小处处相等、方向垂直于平面且背离平面. 设场强大小为 E

作一柱形高斯面垂直于平面. 其底面大小为 S ,

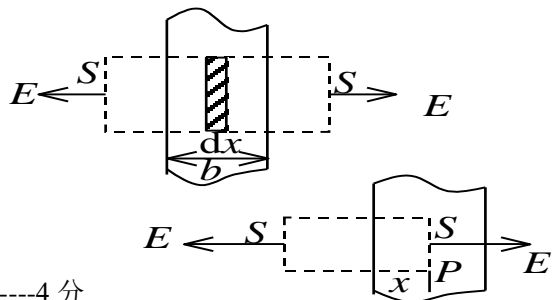
如图所示. 按高斯定理:

$$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \sum q / \epsilon_0$$

$$2SE = \frac{1}{\epsilon_0} \int_0^b \rho S dx = \frac{kS}{\epsilon_0} \int_0^b x dx = \frac{kSb^2}{2\epsilon_0}$$

即:

得到: $E = kb^2 / (4\epsilon_0)$ (板外两侧) -----4分



(2) 过 P 点垂直平板作一柱形高斯面, 底面为 S . 设该处场强为 E' , 如图所示. 按高

$$(E' + E)S = \frac{kS}{\epsilon_0} \int_0^x x dx = \frac{kSb^2}{2\epsilon_0}$$

斯定理有:

$$E' = \frac{k}{2\epsilon_0} \left(x^2 - \frac{b^2}{2} \right) \quad (0 \leq x \leq b) \text{-----4分}$$

$$(3) E' = 0, \text{ 必须是 } x^2 - \frac{b^2}{2} = 0, \text{ 可得 } x = b/\sqrt{2} \text{-----2分}$$

11. 1180: 解: 将题中的电荷分布看作为面密度为 σ 的大平面和面密度为 $-\sigma$ 的圆盘叠加的结果. 选 x 轴垂直于平面, 坐标原点 O 在圆盘中心, 大平面在 x 处产生的场强为

$$\vec{E}_1 = \frac{\sigma x}{2\epsilon_0 |x|} \vec{i} \text{-----2分}$$

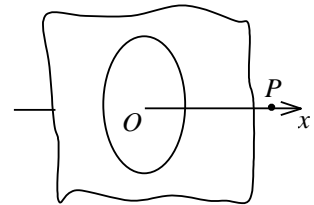
圆盘在该处的场强为

$$\vec{E}_2 = \frac{-\sigma x}{2\epsilon_0} \left(\frac{1}{|x|} - \frac{1}{\sqrt{R^2 + x^2}} \right) \vec{i}$$

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = \frac{\sigma x}{2\epsilon_0 \sqrt{R^2 + x^2}} \vec{i} \text{-----4分}$$

$$U = \int_x^0 \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \frac{x dx}{\sqrt{R^2 + x^2}} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \left(R - \sqrt{R^2 + x^2} \right) \text{-----4分}$$

该点电势为:



12. 1519 解: 由高斯定理可知空腔内 $E=0$, 故带电球层的空腔是等势区, 各点电势均为 U -----2分

在球层内取半径为 $r \rightarrow r+dr$ 的薄球层. 其电荷为: $dq = \rho 4\pi r^2 dr$

该薄层电荷在球心处产生的电势为: $dU = dq / (4\pi\epsilon_0 r) = \rho r dr / \epsilon_0$ -----2分

$$U_0 = \int dU_0 = \frac{\rho}{\epsilon_0} \int_{R_1}^{R_2} r dr = \frac{\rho}{2\epsilon_0} (R_2^2 - R_1^2) \text{-----2分}$$

整个带电球层在球心处产生的电势为: -----2分

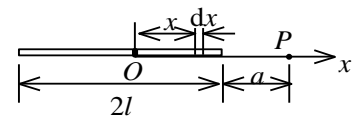
$$U = U_0 = \frac{\rho}{2\epsilon_0} (R_2^2 - R_1^2) \text{-----2分}$$

因为空腔内为等势区所以空腔内任一点的电势 U 为:

若根据电势定义 $U = \int \vec{E} \cdot d\vec{l}$ 计算同样给分

13. 1597: 解: 设坐标原点位于杆中心 O 点, x 轴沿杆的方向, 如图所示. 细杆的电荷线密度 $\lambda = q / (2l)$, 在 x 处取电荷元 $dq = \lambda dx = q dx / (2l)$, 它在 P 点产生的电势为

$$dU_P = \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 (l+a-x)} = \frac{q dx}{8\pi\epsilon_0 l (l+a-x)} \text{-----4分}$$



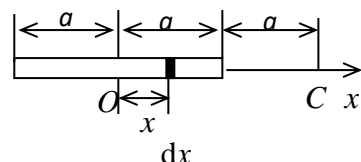
整个杆上电荷在 P 点产生的电势

$$U_P = \frac{q}{8\pi\epsilon_0 l} \int_{-l}^l \frac{dx}{(l+a-x)} = \frac{-q}{8\pi\epsilon_0 l} \ln(l+a-x) \Big|_{-l}^l = \frac{q}{8\pi\epsilon_0 l} \ln \left(1 + \frac{2l}{a} \right) \text{-----4分}$$

14. 1380: 解: (1) 在杆上取线元 dx , 其上电荷: $dq = Q dx / (2a)$

设无穷远处电势为零, dq 在 C 点处产生的电势:

$$dU = \frac{Q dx / (2a)}{4\pi\epsilon_0 (2a-x)} \text{-----2分}$$



整个带电杆在 C 点产生的电势:

$$U = \int_L dU = \frac{Q}{8\pi\epsilon_0 a} \int_{-a}^a \frac{dx}{2a-x} = \frac{Q}{8\pi\epsilon_0 a} \ln 3 \quad \text{-----3 分}$$

带电粒子在 C 点时, 它与带电杆相互作用电势能为:

$$W = qU = qQ \ln 3 / (8\pi\epsilon_0 a) \quad \text{-----2 分}$$

(2) 带电粒子从 C 点起运动到无限远处时, 电场力做功, 电势能减少. 粒子动能增加

$$\frac{1}{2} m v_\infty^2 - \frac{1}{2} m v^2 = qQ \ln 3 / (8\pi\epsilon_0 a)$$

$$v_\infty = \left[\frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 a m} \ln 3 + v^2 \right]^{1/2}$$

由此得粒子在无限远处的速率: -----3 分

15. 5093: 解: 沿棒方向取坐标 Ox , 原点 O 在棒中心处. 求 P 点场强:

$$dE = \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 (a-x)^2} = \frac{\lambda dx}{4\pi\epsilon_0 (a-x)^2} \quad \text{-----2 分}$$



$$E = \int_{-L/2}^{L/2} \frac{\lambda dx}{4\pi\epsilon_0 (a-x)^2} = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{a-x} \Big|_{-L/2}^{L/2} = \frac{Q}{\pi\epsilon_0 (4a^2 - L^2)} \quad \text{-----3 分}$$

方向沿 x 轴正向. 点电荷受力: $F = qE = \frac{qQ}{\pi\epsilon_0 (4a^2 - L^2)}$

方向沿 x 轴正方向 -----3 分

16. 5246: 解: 带电圆盘在轴线上 $x < 0$ 各点的场强为: $E = -\sigma \left(1 + x / \sqrt{R^2 + x^2} \right) / 2\epsilon_0$,

$$F = -qE = q\sigma \left(1 + x / \sqrt{R^2 + x^2} \right) / 2\epsilon_0 \quad (1) \quad \text{-----2 分}$$

方向指向圆板 -----2 分

$$F = ma \quad (2)$$

由(1), (2)式得: $a = q\sigma \left(1 + x / \sqrt{R^2 + x^2} \right) / 2m\epsilon_0$ -----2 分

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = v \frac{dv}{dx}$$

$$\int_{v_0}^v v dv = \int_{-b}^0 \frac{q\sigma}{2m\epsilon_0} \left[1 + \frac{x}{\sqrt{R^2 + x^2}} \right] dx \quad \text{-----2 分}$$

$$\frac{1}{2} (v^2 - v_0^2) = \frac{q\sigma}{2m\epsilon_0} \left[x + \sqrt{R^2 + x^2} \right]_{-b}^0$$

$$v^2 = v_0^2 + \frac{q\sigma}{m\epsilon_0} \left(R + b - \sqrt{R^2 + b^2} \right)$$

$$v = \sqrt{v_0^2 + \frac{q\sigma}{m\epsilon_0} \left(R + b - \sqrt{R^2 + b^2} \right)} \quad \text{-----2 分}$$

17. 1651: 解: (1) 由静电感应, 金属球壳的内表面上有感生电荷 $-q$, 外表面上带电荷 $q+Q$ -----2 分

(2) 不论球壳内表面上的感生电荷是如何分布的, 因为任一电荷元离 O 点的距离都是 a ,

$$U_{-q} = \frac{\int dq}{4\pi\epsilon_0 a} = \frac{-q}{4\pi\epsilon_0 a} \text{-----2分}$$

所以由这些电荷在 O 点产生的电势为:

(3) 球心 O 点处的总电势为分布在球壳内外表面上的电荷和点电荷 q 在 O 点产生的电势的代数和-----2分

$$U_o = U_q + U_{-q} + U_{Q+q} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} - \frac{q}{4\pi\epsilon_0 a} + \frac{Q+q}{4\pi\epsilon_0 b} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \right) + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 b}$$

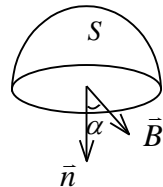
----2分

09 磁学

一、选择题

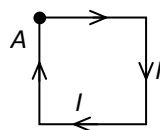
1. 5566: 在磁感强度为 \vec{B} 的均匀磁场中作一半径为 r 的半球面 S , S 边线所在平面的法线方向单位矢量 \vec{n} 与 \vec{B} 的夹角为 α , 则通过半球面 S 的磁通量(取弯面向外为正)为

- (A) $\pi r^2 B$ (B) $2\pi r^2 B$
 (C) $-\pi r^2 B \sin\alpha$ (D) $-\pi r^2 B \cos\alpha$ []



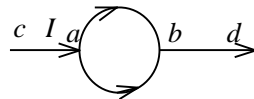
2. 2020: 边长为 l 的正方形线圈中通有电流 I , 此线圈在 A 点(见图)产生的磁感强度 B 为

- (A) $\frac{\sqrt{2}\mu_0 I}{4\pi l}$ (B) $\frac{\sqrt{2}\mu_0 I}{2\pi l}$ (C) $\frac{\sqrt{2}\mu_0 I}{\pi l}$ (D) 以上均不对



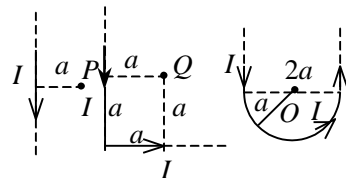
3. 2353: 如图所示, 电流从 a 点分两路通过对称的圆环形分路, 汇合于 b 点。若 ca 、 bd 都沿环的径向, 则在环形分路的环心处的磁感强度

- (A) 方向垂直环形分路所在平面且指向纸内
 (B) 方向垂直环形分路所在平面且指向纸外
 (C) 方向在环形分路所在平面, 且指向 b
 (D) 方向在环形分路所在平面内, 且指向 a (E) 为零
 []



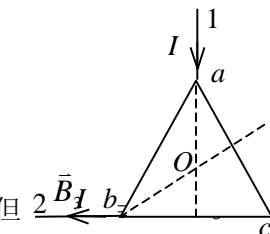
4. 2354: 通有电流 I 的无限长直导线有如图三种形状, 则 P , Q , O 各点磁感强度的大小 B_P , B_Q , B_O 间的关系为:

- (A) $B_P > B_Q > B_O$ (B) $B_Q > B_P > B_O$
 (C) $B_Q > B_O > B_P$ (D) $B_O > B_Q > B_P$ []

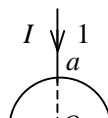


5. 5468: 电流 I 由长直导线 1 沿垂直 bc 边方向经 a 点流入由电阻均匀的导线构成的正三角形线框, 再由 b 点流出, 经长直导线 2 沿 cb 延长线方向返回电源(如图)。若载流直导线 1、2 和三角形框中的电流在框中心 O 点产生的磁感强度分别用 \vec{B}_1 、 \vec{B}_2 和 \vec{B}_3 表示, 则 O 点的磁感强度大小

- (A) $B = 0$, 因为 $B_1 = B_2 = B_3 = 0$
 (B) $B = 0$, 因为虽然 $B_1 \neq 0$ 、 $B_2 \neq 0$, 但 $\vec{B}_1 + \vec{B}_2 = 0$, $B_3 = 0$
 (C) $B \neq 0$, 因为虽然 $B_3 = 0$ 、 $B_1 = 0$, 但 $B_2 \neq 0$
 (D) $B \neq 0$, 因为虽然 $\vec{B}_1 + \vec{B}_2 \neq 0$, 但 $2\vec{B}_1$



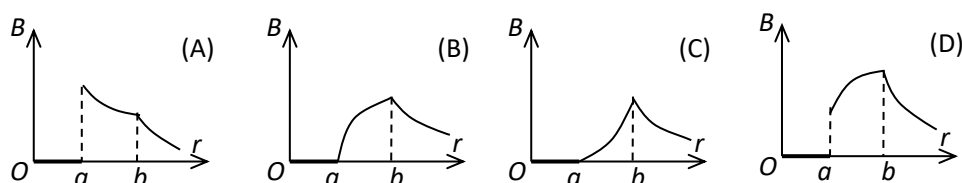
6. 5470: 电流由长直导线 1 沿半径方向经 a 点流入一电阻均匀的圆环, 再由 b 点沿切向从圆环流出, 经长导线 2 返回电源(如图)。已知直导线上电流强度为 I , 圆环的半径为 R ,



且 a 、 b 与圆心 O 三点在同一直线上。设直电流 1、2 及圆环电流分别在 O 点产生的磁感强度为 \vec{B}_1 、 \vec{B}_2 及 \vec{B}_3 ，则 O 点的磁感强度的大小

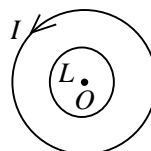
- (A) $B=0$ ，因为 $B_1=B_2=B_3=0$ (B) $B=0$ ，因为 $\vec{B}_1+\vec{B}_2=0$ ， $B_3=0$
 (C) $B \neq 0$ ，因为虽然 $B_1=B_3=0$ ，但 $B_2 \neq 0$
 (D) $B \neq 0$ ，因为虽然 $B_1=B_2=0$ ，但 $B_3 \neq 0$
 (E) $B \neq 0$ ，因为虽然 $B_2=B_3=0$ ，但 $B_1 \neq 0$
- []

7. 无限长载流空心圆柱导体的内外半径分别为 a 、 b ，电流在导体截面上均匀分布，则空间各处的 \vec{B} 的大小与场点到圆柱中心轴线的距离 r 的关系定性地如图所示。正确的图是



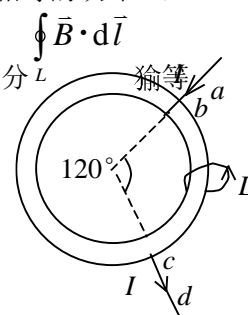
8. 2046: 如图，在一圆形电流 I 所在的平面内，选取一个同心圆形闭合回路 L ，则由安培环路定理可知

- (A) $\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = 0$ ，且环路上任意一点 $B=0$
 (B) $\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = 0$ ，且环路上任意一点 $B \neq 0$
 (C) $\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} \neq 0$ ，且环路上任意一点 $B \neq 0$
 (D) $\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} \neq 0$ ，且环路上任意一点 $B = \text{常量}$
- []



9. 2047: 如图，两根直导线 ab 和 cd 沿半径方向被接到一个截面处处相等的铁环上，稳恒电流 I 从 a 端流入而从 d 端流出，则磁感强度 \vec{B} 沿图中闭合路径 L 的积分 $\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l}$ 等于

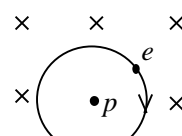
- (A) $\mu_0 I$ (B) $\frac{1}{3} \mu_0 I$
 (C) $\mu_0 I / 4$ (D) $2\mu_0 I / 3$
- []



10. 2060: 一电荷为 q 的粒子在均匀磁场中运动，下列哪种说法是正确的？

- (A) 只要速度大小相同，粒子所受的洛伦兹力就相同
 (B) 在速度不变的前提下，若电荷 q 变为 $-q$ ，则粒子受力反向，数值不变
 (C) 粒子进入磁场后，其动能和动量都不变
 (D) 洛伦兹力与速度方向垂直，所以带电粒子运动的轨迹必定是圆
- []

11. 2062: 按玻尔的氢原子理论，电子在以质子为中心、半径为 r 的圆形轨道上运动。



如果把这样一个原子放在均匀的外磁场中，使电子轨道平面与 \vec{B} 垂直，如图所示，则在 r 不变的情况下，电子轨道运动的角速度将：

- (A) 增加 (B) 减小
(C) 不变 (D) 改变方向 []

12. 2373: 一运动电荷 q ，质量为 m ，进入均匀磁场中，

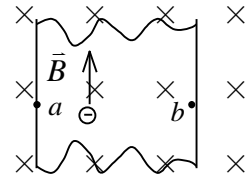
- (A) 其动能改变，动量不变 (B) 其动能和动量都改变
(C) 其动能不变，动量改变 (D) 其动能、动量都不变
[]

13. A 、 B 两个电子都垂直于磁场方向射入一均匀磁场而作圆周运动。 A 电子的速率是 B 电子速率的两倍。设 R_A 、 R_B 分别为 A 电子与 B 电子的轨道半径； T_A 、 T_B 分别为它们各自的周期。则

- (A) $R_A : R_B = 2$, $T_A : T_B = 2$ (B) $R_A : R_B = 1/2$, $T_A : T_B = 1$
(C) $R_A : R_B = 1$, $T_A : T_B = 1/2$ (D) $R_A : R_B = 2$, $T_A : T_B = 1$

14. 一铜条置于均匀磁场中，铜条中电子流的方向如图所示。试问下述哪一种情况将会发生？

- (A) 在铜条上 a 、 b 两点产生一小电势差，且 $U_a > U_b$
(B) 在铜条上 a 、 b 两点产生一小电势差，且 $U_a < U_b$
(C) 在铜条上产生涡流
(D) 电子受到洛伦兹力而减速



15. 2784: α 粒子与质子以同一速率垂直于磁场方向入射到均匀磁场中，它们各自作圆周运动的半径比 R_α / R_p 和周期比 T_α / T_p 分别为：

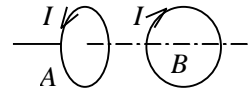
- (A) 1 和 2 (B) 1 和 1 (C) 2 和 2 (D) 2 和 1
[]

16. 2090: 在匀强磁场中，有两个平面线圈，其面积 $A_1 = 2 A_2$ ，通有电流 $I_1 = 2 I_2$ ，它们所受的最大磁力矩之比 M_1 / M_2 等于

- (A) 1 (B) 2 (C) 4 (D) 1/4
[]

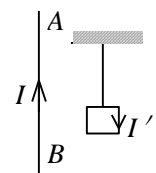
17. 2381: 有两个半径相同的圆环载流导线 A 、 B ，它们可以自由转动和移动，把它们放在相互垂直的位置上，如图所示，将发生以下哪一种运动？

- (A) A 、 B 均发生转动和平动，最后两线圈电流同方向并紧靠一起
(B) A 不动， B 在磁力作用下发生转动和平动
(C) A 、 B 都在运动，但运动的趋势不能确定
(D) A 和 B 都在转动，但不平动，最后两线圈磁矩同方向平行
[]



18. 2466: 把轻的正方形线圈用细线挂在载流直导线 AB 的附近，两者在同一平面内，直导线 AB 固定，线圈可以活动。当正方形线圈通以如图所示的电流时线圈将

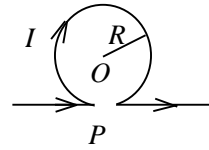
- (A) 不动
(B) 发生转动，同时靠近导线 AB
(C) 发生转动，同时离开导线 AB
(D) 靠近导线 AB
(E) 离开导线 AB []



19. 2016: 无限长直导线在 P 处弯成半径为 R 的圆，当通以电流 I 时，则在圆心 O 点

的磁感强度大小等于

- (A) $\frac{\mu_0 I}{2\pi R}$ (B) $\frac{\mu_0 I}{4R}$ (C) 0
 (D) $\frac{\mu_0 I}{2R} \left(1 - \frac{1}{\pi}\right)$ (E) $\frac{\mu_0 I}{4R} \left(1 + \frac{1}{\pi}\right)$

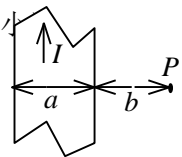


20. 2049: 一载有电流 I 的细导线分别均匀密绕在半径为 R 和 r 的长直圆筒上形成两个螺线管, 两螺线管单位长度上的匝数相等。设 $R = 2r$, 则两螺线管中的磁感强度大小 B_R 和 B_r 应满足:

- (A) $B_R = 2 B_r$ (B) $B_R = B_r$ (C) $2B_R = B_r$ (D) $B_R = 4 B_r$
 []

21. 2292: 有一无限长通电流的扁平铜片, 宽度为 a , 厚度不计, 电流 I 在铜片上均匀分布, 在铜片外与铜片共面, 离铜片右边缘为 b 处的 P 点(如图)的磁感强度 \vec{B} 的大小

- (A) $\frac{\mu_0 I}{2\pi(a+b)}$ (B) $\frac{\mu_0 I}{2\pi a} \ln \frac{a+b}{b}$
 (C) $\frac{\mu_0 I}{2\pi b} \ln \frac{a+b}{b}$ (D) $\frac{\mu_0 I}{\pi(a+2b)}$



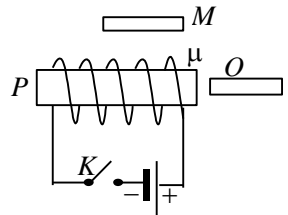
[]

22. 2398: 关于稳恒电流磁场的磁场强度 \vec{H} , 下列几种说法中哪个是正确的?

- (A) \vec{H} 仅与传导电流有关
 (B) 若闭合曲线内没有包围传导电流, 则曲线上各点的 \vec{H} 必为零
 (C) 若闭合曲线上各点 \vec{H} 均为零, 则该曲线所包围传导电流的代数和为零
 (D) 以闭合曲线 L 为边缘的任意曲面的 \vec{H} 通量均相等
 []

23. 2400: 附图中, M 、 P 、 O 为由软磁材料制成的棒, 三者在同一平面内, 当 K 闭合后,

- (A) M 的左端出现 N 极 (B) P 的左端出现 N 极
 (C) O 的右端出现 N 极 (D) P 的右端出现 N 极 []



24. 2608: 磁介质有三种, 用相对磁导率 μ_r 表征它们各自的特性时,

- (A) 顺磁质 $\mu_r > 0$, 抗磁质 $\mu_r < 0$, 铁磁质 $\mu_r \gg 1$
 (B) 顺磁质 $\mu_r > 1$, 抗磁质 $\mu_r = 1$, 铁磁质 $\mu_r \gg 1$
 (C) 顺磁质 $\mu_r > 1$, 抗磁质 $\mu_r < 1$, 铁磁质 $\mu_r \gg 1$
 (D) 顺磁质 $\mu_r < 0$, 抗磁质 $\mu_r < 1$, 铁磁质 $\mu_r > 0$

25. 2609: 用细导线均匀密绕成长为 l 、半径为 a ($l \gg a$)、总匝数为 N 的螺线管, 管内充满相对磁导率为 μ_r 的均匀磁介质。若线圈中载有稳恒电流 I , 则管中任意一点的

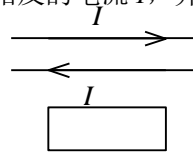
- (A) 磁感强度大小为 $B = \mu_0 \mu_r NI$
 (B) 磁感强度大小为 $B = \mu_r NI / l$
 (C) 磁场强度大小为 $H = \mu_0 NI / l$
 (D) 磁场强度大小为 $H = NI / l$

26. 2736: 顺磁物质的磁导率:

- (A) 比真空的磁导率略小 (B) 比真空的磁导率略大
 (C) 远小于真空的磁导率 (D) 远大于真空的磁导率

27. 2145: 两根无限长平行直导线载有大小相等方向相反的电流 I , 并各以 dI/dt 的变化率增长, 一矩形线圈位于导线平面内(如图), 则:

- (A) 线圈中无感应电流
 (B) 线圈中感应电流为顺时针方向
 (C) 线圈中感应电流为逆时针方向
 (D) 线圈中感应电流方向不确定



28. 2147: 一块铜板垂直于磁场方向放在磁感强度正在增大的磁场中时, 铜板中出现的涡流(感应电流)将

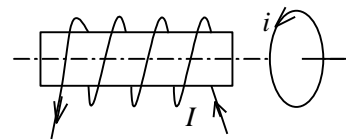
- (A) 加速铜板中磁场的增加 (B) 减缓铜板中磁场的增加
 (C) 对磁场不起作用 (D) 使铜板中磁场反向

29. 2404 一导体圆线圈在均匀磁场中运动, 能使其产生感应电流的一种情况是

- (A) 线圈绕自身直径轴转动, 轴与磁场方向平行
 (B) 线圈绕自身直径轴转动, 轴与磁场方向垂直
 (C) 线圈平面垂直于磁场并沿垂直磁场方向平移
 (D) 线圈平面平行于磁场并沿垂直磁场方向平移

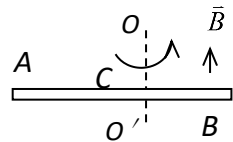
30. 2493: 如图所示, 一载流螺线管的旁边有一圆形线圈, 欲使线圈产生图示方向的感应电流 i , 下列哪一种情况可以做到?

- (A) 载流螺线管向线圈靠近
 (B) 载流螺线管离开线圈
 (C) 载流螺线管中电流增大
 (D) 载流螺线管中插入铁芯



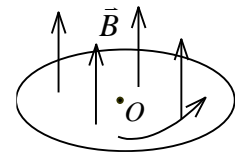
31. 2123: 如图所示, 导体棒 AB 在均匀磁场 B 中绕通过 C 点的垂直于棒长且沿磁场方向的轴 OO' 转动 (角速度 $\vec{\omega}$ 与 \vec{B} 同方向), BC 的长度为棒长的 $1/3$, 则

- (A) A 点比 B 点电势高 (B) A 点与 B 点电势相等
 (C) A 点比 B 点电势低 (D) 有稳恒电流从 A 点流向 B 点



32. 2504: 圆铜盘水平放置在均匀磁场中, \vec{B} 的方向垂直盘面向上。当铜盘绕通过中心垂直于盘面的轴沿图示方向转动时,

- (A) 铜盘上有感应电流产生, 沿着铜盘转动的相反方向流动
 (B) 铜盘上有感应电流产生, 沿着铜盘转动的方向流动
 (C) 铜盘上产生涡流
 (D) 铜盘上有感应电动势产生, 铜盘边缘处电势最高
 (E) 铜盘上有感应电动势产生, 铜盘中心处电势最高



33. 2156: 两个相距不太远的平面圆线圈, 怎样可使其互感系数近似为零? 设其中一线圈的轴线恰通过另一线圈的圆心

- (A) 两线圈的轴线互相平行放置 (B) 两线圈并联
 (C) 两线圈的轴线互相垂直放置 (D) 两线圈串联

34. 2417: 对于单匝线圈取自感系数的定义式为 $L = \Phi/I$ 。当线圈的几何形状、大小及周围磁介质分布不变, 且无铁磁性物质时, 若线圈中的电流强度变小, 则线圈的自感系数 L

- (A) 变大, 与电流成反比关系 (B) 变小 (C) 不变
 (D) 变大, 但与电流不成反比关系

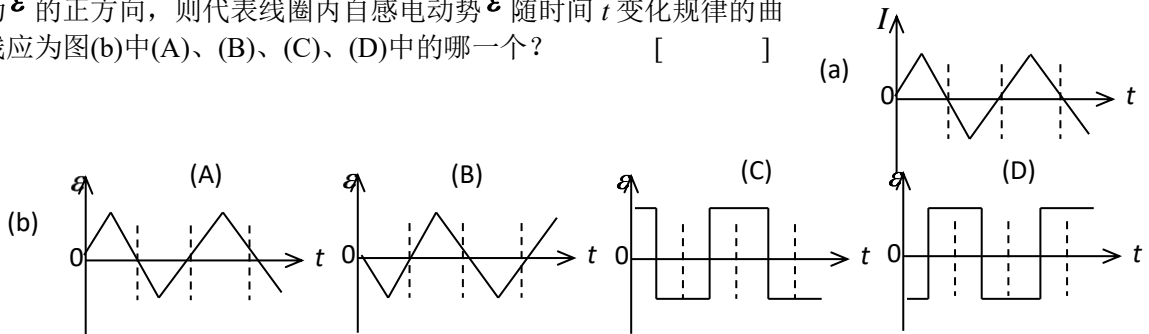
35. 已知一螺绕环的自感系数为 L 。若将该螺绕环锯成两个半环式的螺线管, 则两个半环螺线管的自感系数

- (A) 都等于 $\frac{1}{2}L$ (B) 有一个大于 $\frac{1}{2}L$, 另一个小于 $\frac{1}{2}L$
 (C) 都大于 $\frac{1}{2}L$ (D) 都小于 $\frac{1}{2}L$

36. 在真空中一个通有电流的线圈 a 所产生的磁场内有另一个线圈 b , a 和 b 相对位置固定。若线圈 b 中电流为零(断路), 则线圈 b 与 a 间的互感系数:

- (A) 一定为零 (B) 一定不为零 (C) 可为零也可不为零, 与线圈 b 中电流无关
 (D) 是不可能确定的

37. 在一自感线圈中通过的电流 I 随时间 t 的变化规律如图(a)所示, 若以 I 的正流向作为 \mathcal{E} 的正方向, 则代表线圈内自感电动势 \mathcal{E} 随时间 t 变化规律的曲线应为图(b)中(A)、(B)、(C)、(D)中的哪一个? []

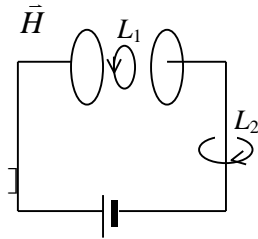


38. 5141: 有两个长直密绕螺线管, 长度及线圈匝数均相同, 半径分别为 r_1 和 r_2 。管内充满均匀介质, 其磁导率分别为 μ_1 和 μ_2 。设 $r_1:r_2=1:2$, $\mu_1:\mu_2=2:1$, 当将两只螺线管串联在电路中通电稳定后, 其自感系数之比 $L_1:L_2$ 与磁能之比 $W_{m1}:W_{m2}$ 分别为:

- (A) $L_1:L_2=1:1$, $W_{m1}:W_{m2}=1:1$ (B) $L_1:L_2=1:2$, $W_{m1}:W_{m2}=1:1$
 (C) $L_1:L_2=1:2$, $W_{m1}:W_{m2}=1:2$ (D) $L_1:L_2=2:1$, $W_{m1}:W_{m2}=2:1$

39. 5159: 如图, 平板电容器(忽略边缘效应)充电时, 沿环路 L_1 的磁场强度 \vec{H} 的环流与沿环路 L_2 的磁场强度 \vec{H} 的环流两者, 必有:

- (A) $\oint_{L_1} \vec{H} \cdot d\vec{l}' > \oint_{L_2} \vec{H} \cdot d\vec{l}'$ (B) $\oint_{L_1} \vec{H} \cdot d\vec{l}' = \oint_{L_2} \vec{H} \cdot d\vec{l}'$
 (C) $\oint_{L_1} \vec{H} \cdot d\vec{l}' < \oint_{L_2} \vec{H} \cdot d\vec{l}'$ (D) $\oint_{L_1} \vec{H} \cdot d\vec{l}' = 0$ []



40. 2183: 在感应电场中电磁感应定律可写成 $\oint \vec{E}_K \cdot d\vec{l} = -\frac{d\Phi}{dt}$, 式中 \vec{E}_K 为感应电场的电场强度。此式表明:

- (A) 闭合曲线 L 上 \vec{E}_K 处处相等 (B) 感应电场是保守力场
 (C) 感应电场的电场强度线不是闭合曲线
 (D) 在感应电场中不能像对静电场那样引入电势的概念

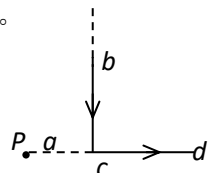
41. 2790: 对位移电流, 有下述四种说法, 请指出哪一种说法正确
 (A) 位移电流是指变化电场 (B) 位移电流是由线性变化磁场产生的
 (C) 位移电流的热效应服从焦耳—楞次定律
 (D) 位移电流的磁效应不服从安培环路定理

二、选择题

1. 2549: 一个密绕的细长螺线管, 每厘米长度上绕有 10 匝细导线, 螺线管的横截面积为 10 cm^2 。当在螺线管中通入 10 A 的电流时, 它的横截面上的磁通量为_____。

2. 5303: 一平面试验线圈的磁矩大小 p_m 为 $1 \times 10^{-8} \text{ A} \cdot \text{m}^2$, 把它放入待测磁场中的 A 处, 试验线圈如此之小, 以致可以认为它所占据的空间内场是均匀的。当此线圈的 p_m 与 z 轴平行时, 所受磁力矩大小为 $M = 5 \times 10^{-9} \text{ N} \cdot \text{m}$, 方向沿 x 轴负方向; 当此线圈的 p_m 与 y 轴平行时, 所受磁力矩为零。则空间 A 点处的磁感强度 \vec{B} 的大小为_____, 方向为_____。

3. 2023: 一条无限长载流导线折成如图示形状, 导线上通有电流 $I = 10 \text{ A}$ 。 P 点在 cd 的延长线上, 它到折点的距离 $a = 2 \text{ cm}$, 则 P 点的磁感强度 $B =$ _____。



3023 图

4. 2026: 一质点带有电荷 $q = 8.0 \times 10^{-10} \text{ C}$, 以速度 $v = 3.0 \times 10^5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 在半径为 $R = 6.00 \times 10^{-3} \text{ m}$ 的圆周上, 作匀速圆周运动该带电质点在轨道中心所产生的磁感强度 $B =$ _____, 该带电质点轨道运动的磁矩 $p_m =$ _____。

5. 2043: 真空中稳恒电流 I 流过两个半径分别为 R_1, R_2 的同心半圆形导线, 两半圆导线间由沿直径的直导线连接, 电流沿直导线流入

(1) 如果两个半圆共面 (图 1), 圆心 O 点的

磁感强度 \vec{B}_0 的大小为_____, 方向为_____;

(2) 如果两个半圆面正交 (图 2), 则圆心 O 点的磁感强度 \vec{B}_0 的大小为_____, \vec{B}_0 的方向与 y 轴的夹角为_____。

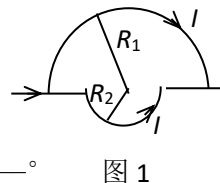


图 1

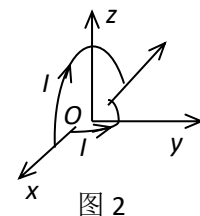
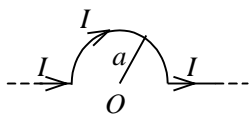


图 2

6. 2562: 在真空中, 将一根无限长载流导线在一平面内弯成如图所示的形状, 并通以电流 I , 则圆心 O 点的磁感强度 B 的值为_____。



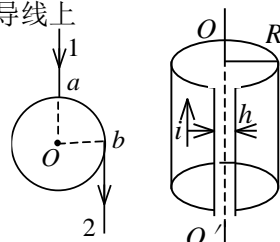
2562 图

7. 2665: 在非均匀磁场中, 有一电荷为 q 的运动电荷。当电荷运动至某点时, 其速率为 v , 运动方向与磁场方向间的夹角为 α , 此时测出它所受的磁力为 f_m 。则该运动电荷所在处的磁感强度的大小为_____。

磁力 f_m 的方向一定垂直于_____。

8. 5310: 若把氢原子的基态电子轨道看作是圆轨道, 已知电子轨道半径 $r = 0.53 \times 10^{-10} \text{ m}$, 绕核运动速度大小 $v = 2.18 \times 10^8 \text{ m/s}$, 则氢原子基态电子在原子核处产生的磁感强度 \vec{B} 的大小为_____。

9. 5481: 在真空中, 电流由长直导线 1 沿半径方向经 a 点流入一由电阻均匀的导线构成的圆环, 再由 b 点沿切向流出, 经长直导线 2 返回电源(如图)。已知直导线上的电流强度为 I , 圆环半径为 R , $\angle aOb = 90^\circ$ 。则圆心 O 点处的磁感强度的大小 $B =$ _____。

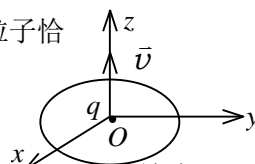


5481 图

10. 2652: 在磁场空间分别取两个闭合回路, 若两个回路各自包围载流导线的根数不同, 但电流的代数和相同。则磁感强度沿各闭合回路的线积分_____; 两个回路上的磁场分布_____。(填: 相同、不相同)

11. 2710: 将半径为 R 的无限长导体薄壁管(厚度忽略)沿轴向割去一宽度为 h ($h \ll R$) 的无限长狭缝后, 再沿轴向流有在管壁上均匀分布的电流(垂直于电流的单位长度截线上的电流)为 i (如上图), 则管轴线磁感强度的大小是_____。

12. 0361: 如图所示, 一半径为 R , 通有电流为 I 的圆形回路, 位于 Oxy 平面内, 圆心为 O 。一带正电荷为 q 的粒子, 以速度 \vec{v} 沿 z 轴向上运动, 当带正电荷的粒子恰好通过 O 点时, 作用于圆形回路上的力为_____, 作用在带电粒子上的力为_____。



13. 2065: 两个带电粒子, 以相同的速度垂直磁感线飞入匀强磁场, 它们的质量之比是 $1:4$, 电荷之比是 $1:2$, 它们所受的磁场力之是_____, 运动轨迹半

径之比是_____。

14. 2066: 一带电粒子平行磁感线射入匀强磁场, 则它作_____运动; 一带电粒子垂直磁感线射入匀强磁场, 则它作_____运动; 一带电粒子与磁感线成任意交角射入匀强磁场, 则它作_____运动。

15. 2235: 带电粒子穿过过饱和蒸汽时, 在它走过的路径上, 过饱和蒸汽便凝结成小液滴, 从而显示出粒子的运动轨迹。这就是云室的原理。今在云室中有磁感强度大小为 $B = 1 \text{ T}$ 的均匀磁场, 观测到一个质子的径迹是半径 $r = 20 \text{ cm}$ 的圆弧。已知质子的电荷为 $q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$, 静止质量 $m = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$, 则该质子的动能为_____。

16. 2457: 带电粒子沿垂直于磁感线的方向飞入有介质的匀强磁场中。由于粒子和磁场中的物质相互作用, 损失了自己原有动能的一半。路径起点的轨道曲率半径与路径终点的轨道曲率半径之比为_____。

17. 2581: 电子在磁感强度 $B = 0.1 \text{ T}$ 的匀强磁场中沿圆周运动, 电子运动形成的等效圆电流强度 $I =$ _____。(电子电荷 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$, 电子质量 $m = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$)

18. 2096: 在磁场中某点放一很小的试验线圈。若线圈的面积增大一倍, 且其中电流也增大一倍, 该线圈所受的最大磁力矩将是原来的_____倍。

19. 2103: 一电子以速率 $v = 2.20 \times 10^6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 垂直磁力线射入磁感强度为 $B = 2.36 \text{ T}$ 的均匀磁场, 则该电子的轨道磁矩为_____。其方向与磁场方向_____。

20. 2387: 已知面积相等的载流圆线圈与载流正方形线圈的磁矩之比为 $2 : 1$, 圆线圈在其中心处产生的磁感强度为 B_0 , 那么正方形线圈(边长为 a) 在磁感强度为 \vec{B} 的均匀外磁场中所受最大磁力矩为_____。

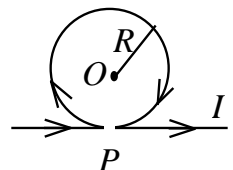
21. 2601: 在磁感强度 $B = 0.02 \text{ T}$ 的匀强磁场中, 有一半径为 10 cm 圆线圈, 线圈磁矩与磁感线同向平行, 回路中通有 $I = 1 \text{ A}$ 的电流。若圆线圈绕某个直径旋转 180° , 使其磁矩与磁感线反向平行, 且线圈转动过程中电流 I 保持不变, 则外力的功 $A =$ _____。

22. 2630: 氢原子中电子质量 m , 电荷 e , 它沿某一圆轨道绕原子核运动, 其等效圆电流的

$$\frac{p_m}{L} =$$

磁矩大小 p_m 与电子轨道运动的动量矩大小 L 之比 _____。

23. 5125: 一根无限长直导线通有电流 I , 在 P 点处被弯成了一个半径为 R 的圆, 且 P 点处无交叉和接触, 则圆心 O 处的磁感强度大小为_____, 方向为_____。



24. 2109: 一个绕有 500 匝导线的平均周长 50 cm 的细环, 载有 0.3 A 电流时, 铁芯的相对磁导率为 600

(1) 铁芯中的磁感强度 B 为_____;

(2) 铁芯中的磁场强度 H 为_____。($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m} \cdot \text{A}^{-1}$)

25. 2401: 长直电缆由一个圆柱导体和一共轴圆筒状导体组成, 两导体中有等值反向均匀电流 I 通过, 其间充满磁导率为 μ 的均匀磁介质。介质中离中心轴距离为 r 的某点处的磁场强度的大小 $H =$ _____, 磁感强度的大小 $B =$ _____。

26. 2676: 在竖直放置的一根无限长载流直导线右侧有一与其共面的任意形状的平面线圈。直导线中的电流由下向上, 当线圈平行于导线向下运动时, 线圈中的感应电动势_____; 当线圈以垂直于导线的速度靠近导线时, 线圈中的感应电动势_____。(填 >0 , <0 或 $=0$) (设顺时针方向的感应电动势为正)。

27. 5134: 图示为三种不同的磁介质的 $B \sim H$ 关系曲线, 其中虚线表示的是 $B = \mu_0 H$ 的关系。

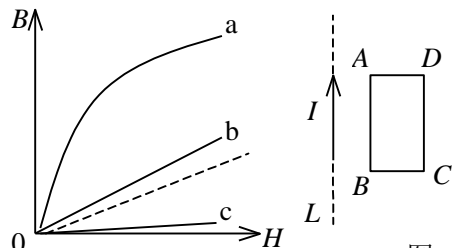
说明 a、b、c 各代表哪一类磁介质的 $B \sim H$ 关系曲线:

a 代表_____的 $B \sim H$ 关系曲线

b 代表_____的 $B \sim H$ 关系曲线

c 代表_____的 $B \sim H$ 关系曲线

28. 2128: 如图所示, 在一长直导线 L 中通有电流 I , $ABCD$ 为一矩形线圈, 它与 L 皆在纸面内, 且 AB 边与 L 平行



(1) 矩形线圈在纸面内向右移动时, 线圈中感应电动势方向为_____;

(2) 矩形线圈绕 AD 边旋转, 当 BC 边已离开纸面正向外运动时, 线圈中感应电动势的方

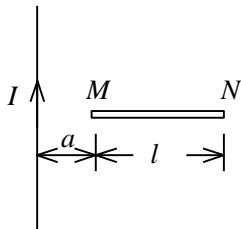
向为_____。

29. 2615: 半径为 a 的无限长密绕螺线管, 单位长度上的匝数为 n , 通以交变电流 $i = I_m \sin \omega t$, 则围在管外的同轴圆形回路(半径为 r)上的感生电动势为_____。

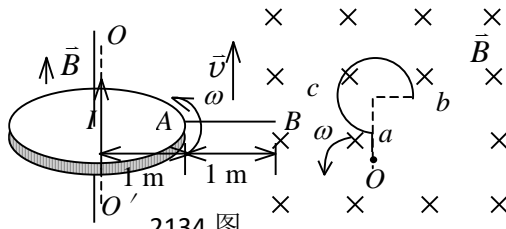
30. 2616: 桌子上水平放置一个半径 $r = 10 \text{ cm}$ 的金属圆环, 其电阻 $R = 1 \Omega$ 。若地球磁场磁感强度的竖直分量为 $5 \times 10^{-5} \text{ T}$ 。那么将环面翻转一次, 沿环流过任一横截面的电荷 $q =$ _____。

31. 2134: 金属杆 AB 以匀速 $v = 2 \text{ m/s}$ 平行于长直载流导线运动, 导线与 AB 共面且相互垂直, 如图所示。已知导线载有电流 $I = 40 \text{ A}$, 则此金属杆中的感应电动势 $\mathcal{E}_i =$ _____, 电势较高端为_____。($\ln 2 = 0.69$)

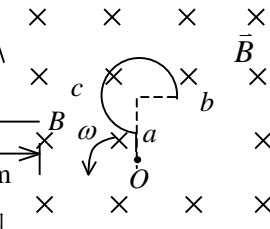
32. 2144: 金属圆板在均匀磁场中以角速度 ω 绕中心轴旋转, 均匀磁场的方向平行于转轴, 如图所示。这时板中由中心至同一边缘点的不同曲线上总感应电动势的大小_____, 方向_____。



2510 图



2134 图



2058 图

33. 2145: 一导线被弯成如图所示形状, acb 为半径为 R 的四分之三圆弧, 直线段 Oa 长为 R 。若此导线放在匀强磁场 \vec{B} 中, \vec{B} 的方向垂直图面向内。导线以角速度 ω 在图面内绕 O 点匀速转动, 则此导线中的动生电动势 $\mathcal{E}_i =$ _____, 电势最高的点是_____。

34. 2510: 如图所示, 一段长度为 l 的直导线 MN , 水平放置在载电流为 I 的竖直长导线旁与竖直导线共面, 并从静止由图示位置自由下落, 则 t 秒末导线两端的电势差 $U_M - U_N =$ _____。

35. 2159: 无铁芯的长直螺线管的自感系数表达式为 $L = \mu_0 n^2 V$, 其中 n 为单位长度上的匝数, V 为螺线管的体积。若考虑边缘效应时, 实际的自感系数应_____ (填: 大于、小于或等于) 此式给出的值。若在管内装上铁芯, 则 L 与电流_____。(填: 有关, 无关)。

36. 2180: 写出麦克斯韦方程组的积分形式: _____, _____, _____, _____。

37. 2521: 一线圈中通过的电流 I 随时间 t 变化的曲线如图所示。试定性画出自感电动势 \mathcal{E}_L 随时间变化的曲线。(以 I 的正向作为 \mathcal{E} 的正向)

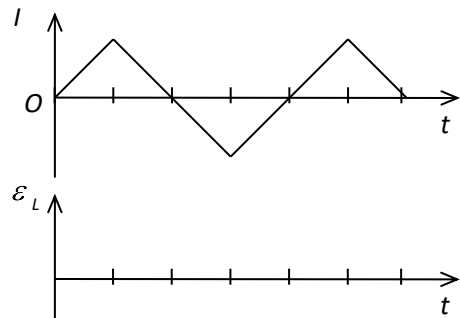
38. 2525: 一自感线圈中, 电流强度在 0.002 s 内均匀地由 10 A 增加到 12 A , 此过程中线圈内自感电动势为 400 V , 则线圈的自感系数为 $L =$ _____。

39. 2338: 真空中两只长直螺线管 1 和 2, 长度相等, 单层密绕匝数相同, 直径之比 $d_1 / d_2 = 1/4$ 。当它们通以相同电流时, 两螺线管贮存的磁能之比为 $W_1 / W_2 =$ _____。

40. 5149: 无限长密绕直螺线管通以电流 I , 内部充满均匀、各向同性的磁介质, 磁导率为 μ 。管上单位长度绕有 n 匝导线, 则管内部的磁感强度为_____, 内部的磁能密度为_____。

41. 2339: 反映电磁场基本性质和规律的积分形式的麦克斯韦方程组为

$$\oint_S \vec{D} \cdot d\vec{S} = \int_V \rho dV \quad (1), \quad \oint_L \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \int_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{S} \quad (2)$$



$$\oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0 \quad (3), \quad \oint_L \vec{H} \cdot d\vec{l} = \int_S (\vec{J} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}) \cdot d\vec{S} \quad (4)$$

试判断下列结论是包含于或等效于哪一个麦克斯韦方程式的。将你确定的方程式用代号填在相应结论后的空白处

- (1) 变化的磁场一定伴随有电场； _____
 (2) 磁感线是无头无尾的； _____
 (3) 电荷总伴随有电场。 _____

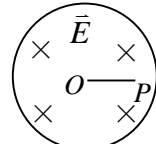
42. 5160: 在没有自由电荷与传导电流的变化电磁场中, 沿闭合环路 l (设环路包围的面积为 S),

$$\oint_l \vec{H} \cdot d\vec{l} = \quad, \quad \oint_l \vec{E} \cdot d\vec{l} = \quad.$$

43. 0323: 图示为一圆柱体的横截面, 圆柱体内有一均匀电场 \vec{E} ,

其方向垂直纸面向内, \vec{E} 的大小随时间 t 线性增加, P 为柱体内与轴线

相距为 r 的一点则: (1) P 点的位移电流密度的方向为 _____; (2) P 点感生磁场的方向为 _____。



0323 图

44. 5161: 一平行板空气电容器的两极板都是半径为 R 的圆形导体片, 在充电时, 板间电场强度的变化率为 dE/dt 。若略去边缘效应, 则两板间的位移电流为 _____。

三、计算题

1. 2251: 有一条载有电流 I 的导线弯成如图示 $abcd$ 形状。其中 ab 、 cd 是直线段, 其余为圆弧。两段圆弧的长度和半径分别为 l_1 、 R_1 和 l_2 、 R_2 , 两段圆弧共面共心。

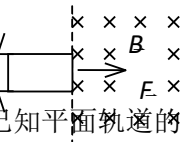
求圆心 O 处的磁感强度 \vec{B} 的大小。

2. 2253: 一线电荷密度为 λ 的带电正方形闭合线框绕过其中心并垂直于其平面的轴以角速度 ω 旋转, 试求正方形中心处的磁感强度的大小

$$\int \frac{dx}{\sqrt{x^2 + a^2}} = \ln(x + \sqrt{x^2 + a^2})$$

[积分公式 _____]

3. 0313: 如图所示, 电阻为 R 、质量为 m 、宽为 l 的矩形导电回路。从所画的静止位置开始受恒力 \vec{F} 的作用。在虚线右方空间内有磁感强度为 \vec{B} 且垂直于图面的均匀磁场。忽略回路自感。求在回路左边未进入磁场前, 作为时间函数的速度表示式。



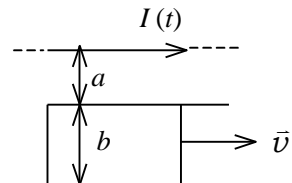
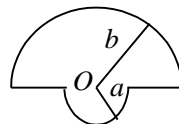
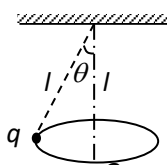
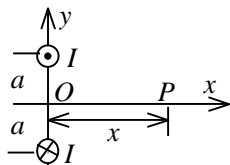
2251 图

4. 2653: 假设把氢原子看成是一个电子绕核作匀速圆周运动的带电系统。已知平面轨道的半径为 r , 电子的电荷为 e , 质量为 m_e 。将此系统置于磁感强度为 \vec{B}_0 的均匀外磁场中, 设 \vec{B}_0 的方向与轨道平面平行, 求此系统所受的力矩 \vec{M} 。

5. 2054: 图所示为两条穿过 y 轴且垂直于 $x-y$ 平面的平行长直导线的正视图, 两条导线皆通有电流 I , 但方向相反, 它们到 x 轴的距离皆为 a 。

(1) 推导出 x 轴上 P 点处的磁感强度 $\vec{B}(x)$ 的表达式;

(2) 求 P 点在 x 轴上何处时, 该点的 B 取得最大值。



2269 图

6. 2252: 绕铅直轴作匀角速度转动的圆锥摆, 摆长为 l , 摆球所带电荷为 q , 求角速度 ω 为何值时, 该带电摆球在轴上悬点为 l 处的 O 点产生的磁感强度沿竖直方向的分量值最大。

7. 2269: 有一闭合回路由半径为 a 和 b 的两个同心共面半圆连接而成, 如图。其上均匀分布线密度为 λ 的电荷, 当回路以匀角速度 ω 绕过 O 点垂直于回路平面的轴转动时, 求圆心 O

点处的磁感强度的大小。

8. 2569: 半径为 R 的薄圆盘均匀带电, 总电荷为 q 。令此盘绕通过盘心且垂直盘面的轴线匀速转动, 角速度为 ω , 求轴线上距盘心 x 处的磁感强度的大小。

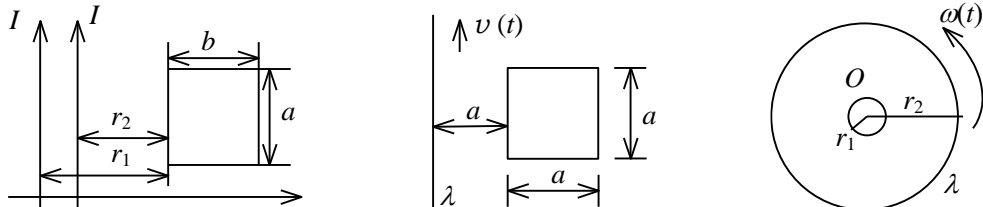
$$\int \frac{x^3}{(a^2 + x^2)^{3/2}} dx = \frac{x^2 + 2a^2}{(x^2 + a^2)^{1/2}} + C$$

[积分公式]

9. 2139: 如图所示, 真空中一长直导线通有电流 $I(t) = I_0 e^{-\lambda t}$ (式中 I_0 、 λ 为常量, t 为时间), 有一带滑动边的矩形导线框与长直导线平行共面, 二者相距 a 。矩形线框的滑动边与长直导线垂直, 它的长度为 b , 并且以匀速 \vec{v} (方向平行长直导线) 滑动。若忽略线框中的自感电动势, 并设开始时滑动边与对边重合, 试求任意时刻 t 在矩形线框 ε_i 并讨论 ε_i 方向。

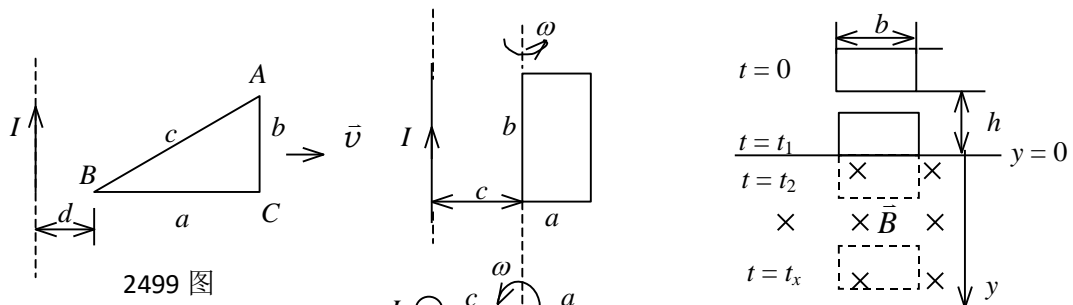
10. 2150: 如图所示, 两条平行长直导线和一个矩形导线框共面。且导线框的一个边与长直导线平行, 他到两长直导线的距离分别为 r_1 、 r_2 。已知两导线中电流都为 $I = I_0 \sin \omega t$, 其中 I_0 和 ω 为常数, t 为时间。导线框长为 a 宽为 b , 求导线框中的感应电动势。

11. 2407: 如图所示, 一电荷线密度为 λ 的长直带电导线(与一正方形线圈共面并与其一对边平行)以变速率 $v = v(t)$ 沿着其长度方向运动, 正方形线圈中的总电阻为 R , 求 t 时刻方形线圈中感应电流 $i(t)$ 的大小(不计线圈自身的自感)。



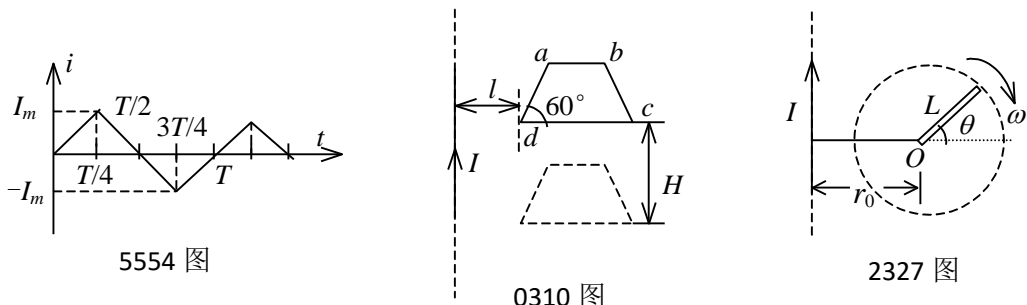
12. 2409: 如图所示, 一半径为 r_2 电荷线密度为 λ 的均匀带电圆环, 里边有一半径为 r_1 总电阻为 R 的导体环, 两环共面同心 ($r_2 \gg r_1$), 当大环以变角速度 $\omega = \omega(t)$ 绕垂直于环面的中心轴旋转时, 求小环中的感应电流。其方向如何?

13. 2499: 无限长直导线, 通以常定电流 I 。有一与之共面的直角三角形线圈 ABC 。已知 AC 边长为 b , 且与长直导线平行, BC 边长为 a 。若线圈以垂直于导线方向的速度 \vec{v} 向右平移, 当 B 点与长直导线的距离为 d 时, 求线圈 ABC 内的感应电动势的大小和感应电动势的方向。



14. 2743: 一边长为 a 及 b 的矩形导线框, 它的边长为 b 的边与一载有电流为 I 的长直导线平行, 其中一条边与长直导线相距为 c , $c > a$, 如图所示。今线框以此边为轴以角速度 ω 匀速旋转, 求框中的感应电动势 ε 。

15. 5554: 半径为 R 的长直螺线管单位长度上密绕有 n 匝线圈。在管外有一包围着螺线管、面积为 S 的圆线圈, 其平面垂直于螺线管轴线。螺线管中电流 i 随时间作周期为 T 的变化, 如图所示。求圆线圈中的感生电动势 ε 。画出 $\varepsilon - t$ 曲线, 注明时间坐标。



16. 0310: 如图所示, 一长直导线通有电流 I , 其旁共面地放置一匀质金属梯形线框 $abcd$, 已知: $da=ab=bc=L$, 两斜边与下底边夹角均为 60° , d 点与导线相距 l . 今线框从静止开始自由下落 H 高度, 且保持线框平面与长直导线始终共面, 求:

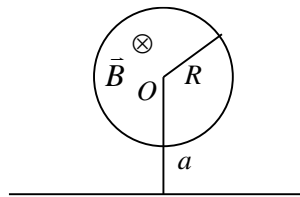
- (1) 下落高度为 H 的瞬间, 线框中的感应电流为多少?
 (2) 该瞬时线框中电势最高处与电势最低处之间的电势差为多少?

17. 2327: 一无限长竖直导线上通有稳定电流 I , 电流方向向上。导线旁有一与导线共面、长度为 L 的金属棒, 绕其一端 O 在该平面内顺时针匀速转动, 如图所示。转动角速度为 ω , O 点到导线的垂直距离为 r_0 ($r_0 > L$)。试求金属棒转到与水平面成 θ 角时, 棒内感应电动势的大小和方向。

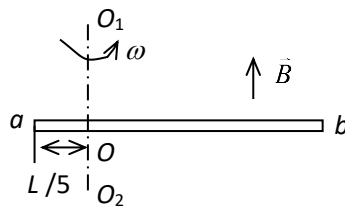
18. 2769: 由质量为 m 、电阻为 R 的均匀导线做成的矩形线框, 宽为 b , 在 $t=0$ 时由静止下落, 这时线框的下底边在 $y=0$ 平面上方高度为 h 处(如图所示)。 $y=0$ 平面以上没有磁场; $y=0$ 平面以下则有匀强磁场 \vec{B} , 其方向在图中垂直纸面向里。现已知在时刻 $t=t_1$ 和 $t=t_2$, 线框位置如图所示, 求线框速度 v 与时间 t 的函数关系 (不计空气阻力, 且忽略线框自感)。

19. 2509: 如图所示, 一根长为 L 的金属细杆 ab 绕竖直轴 O_1O_2 以角速度 ω 在水平面内旋转。 O_1O_2 在离细杆 a 端 $L/5$ 处。若已知地磁场在竖直方向的分量为 \vec{B} 。求 ab 两端间的电势差 $U_a - U_b$ 。

20. 2742: 在半径为 R 的圆柱形空间内, 存在磁感强度为 \vec{B} 的均匀磁场, \vec{B} 的方向与圆柱的轴线平行。有一无限长直导线在垂直圆柱中心轴线的平面内, 两线相距为 a , $a > R$, 如图所示。已知磁感强度随时间的变化率为 dB/dt , 求长直导线中的感应电动势 \mathcal{E} , 并说明其方向。



2742 图



2509 图

一、选择题

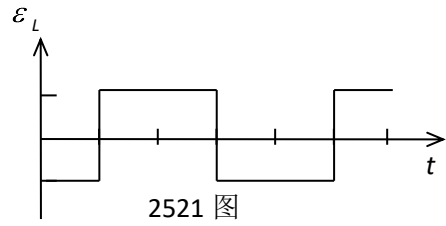
1. 5666: D; 2. 2020: A; 3. 2353: E; 4. 2354: D; 5. 5468: C; 6. 5470: C;
 7. 2003: B; 8. 2046: B; 9. 2047: D; 10. 2060: B; 11. 2062: A; 12. 2373: C;
 13. 2451: A; 14. 2575: D; 15. 2784: C; 16. 2090: C; 17. 2381: A; 18. 2466: D;
 19. 2016: D; 20. 2049: B; 21. 2292: B; 22. 2398: C; 23. 2400: B; 24. 2608: C;
 25. 2609: D; 26. 2736: B; 27. 2145: B; 28. 2147: B; 29. 2404: B; 30. 2493: B;
 31. 2123: A; 32. 2504: D; 33. 2156: C; 34. 2417: C; 35. 2421: D; 36. 2752: C;
 37. 5138: D; 38. 5141: C; 39. 5159: C; 40. 2183: D; 41. 2790: A;

二、填空题

1. 2549: $1.26 \times 10^{-5} \text{ Wb}$
 2. 5303: 0.5 T ; y 轴正方向
 3. 2023: $5.00 \times 10^{-5} \text{ T}$
 4. 2026: $6.67 \times 10^{-7} \text{ T}$; $7.20 \times 10^{-7} \text{ A} \cdot \text{m}^2$

5. 2043: $\frac{\mu_0 I}{4} \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right)$; 垂直纸面向外; $\frac{\mu_0 I}{4} \left(\frac{1}{R_1^2} - \frac{1}{R_2^2} \right)^{1/2}$; $\frac{1}{2} \pi + \arctg \frac{R_2}{R_1}$
6. 2562: $\mu_0 I / (4a)$
7. 2665: $\frac{f_m}{qv \sin \alpha}$; 运动电荷速度矢量与该点磁感强度矢量所组成的平面
8. 5310: 12.4 T
9. 5481: $\frac{\mu_0 I}{4\pi R}$
10. 2652: 相同; 不同
11. 2710: $\frac{\mu_0 i h}{2\pi R}$
12. 0361: 0.2 分; 0
13. 2065: 1:2; 1:2
14. 2066: 匀速直线; 匀速率圆周; 等距螺旋线
15. 2235: $3.08 \times 10^{-13} \text{ J}$
16. 2457: $R_1 / R_2 = \sqrt{2}$
17. 2581: $4.48 \times 10^{-10} \text{ A}$
18. 2096: 4
19. 2103: $9.34 \times 10^{-19} \text{ Am}^2$; 相反
20. 2387: $B_0 B a^3 / (\sqrt{\pi} \mu_0)$
21. 2601: $1.26 \times 10^{-3} \text{ J}$
22. 2630: $\frac{e}{2m}$
23. 5125: $\frac{\mu_0 I}{2R} \left(1 - \frac{1}{\pi} \right)$; 垂直纸面向里
24. 2109: 0.226 T; 300 A/m
25. 2401: $I / (2\pi r)$; $\mu I / (2\pi r)$
26. 2676: =0; <0
27. 5134: 铁磁质; 顺磁质; 抗磁质
28. 2128: ADCBA 绕向; ADCBA 绕向
29. 2615: $-\mu_0 n I_m \pi a^2 \omega \cos \omega t$
30. 2616: $3.14 \times 10^{-6} \text{ C}$
31. 2134: $1.11 \times 10^{-5} \text{ V}$; A 端
32. 2144: 相同(或 $\frac{1}{2} B \omega R^2$); 沿曲线由中心向外
33. 2508: $\frac{5}{2} B \omega R^2$; O 点
34. 2510: $-\frac{\mu_0 I g}{2\pi} t \ln \frac{a+l}{a}$
35. 2159: 小于; 有关
36. 2180: $\oint_S \vec{D} \cdot d\vec{S} = \int_V \rho dV$; $\oint_L \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\int_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{S}$; $\oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$

$$\oint_L \vec{H} \cdot d\vec{l} = \int_S (\vec{J} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}) \cdot d\vec{S}$$



37. 2521: 答案见图
 38. 2525: 0.400 H
 39. 2338: 1 : 16
 40. 5149: μnI ; $\mu n^2 I^2 / 2$
 41. 2339: ② ; ③ ; ①

42. 5160: $\iint_S \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \cdot d\vec{S}$ 或 $d\Phi_D / dt$; $-\iint_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{S}$ 或 $-d\Phi_m / dt$

43. 0323: 垂直纸面向里; 垂直 OP 连线向下

44. 5161: $\epsilon_0 \pi R^2 dE / dt$

三、计算题

$$B_1 = \frac{\mu_0 I l_1}{4\pi R_1^2}, \quad B_2 = \frac{\mu_0 I l_2}{4\pi R_2^2}$$

1. 2251: 解: 两段圆弧在 O 处产生的磁感强度为: $B_1 = \frac{\mu_0 I l_1}{4\pi R_1^2}$, $B_2 = \frac{\mu_0 I l_2}{4\pi R_2^2}$ -----4 分
 两段直导线在 O 点产生的磁感强度为:

$$B_3 = B_4 = \frac{\mu_0 I}{4\pi R_1 \cos \frac{l_1}{2R_1}} [-\sin \frac{l_1}{2R_1} + \sin \frac{l_2}{2R_2}]$$

-----4 分

$$B = B_1 + B_3 + B_4 - B_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi R_1 \cos \frac{l_1}{2R_1}} [-\sin \frac{l_1}{2R_1} + \sin \frac{l_2}{2R_2}] + \frac{\mu_0 I}{4\pi} (\frac{l_1}{R_1^2} - \frac{l_2}{R_2^2})$$

-----1 分

方向 ⊗ -----1 分

2. 2253: 解: 设正方形边长为 l , 则旋转的正方形带电框等效于一个半径为 $\frac{1}{2}l \sim l/\sqrt{2}$ 的带有均匀电流的圆带。圆带中半径为 r , 宽度为 dr 的圆环在中心产生的磁场为:

$$dB = \frac{\mu_0 dI}{2r}$$

-----2 分

$$dI = \frac{8\lambda\omega dx}{2\pi}$$

-----2 分

$$r = [(\frac{1}{2}l)^2 + x^2]^{1/2}$$

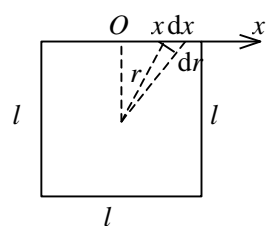
-----1 分

$$B = \int_0^{l/2} \frac{8\lambda\omega\mu_0 / 2\pi}{2[(\frac{1}{2}l)^2 + x^2]^{1/2}} dx$$

-----3 分

$$= \frac{4\lambda\omega\mu_0}{2\pi} \ln(x + \sqrt{(\frac{1}{2}l)^2 + x^2}) \Big|_0^{l/2} = \frac{2\lambda\omega\mu_0}{\pi} \ln(1 + \sqrt{2})$$

-----2 分



3. 0313: 解: 当线圈右边进入均匀磁场后, 产生感生电流, 因而受到一磁力 F' , 方向向左。

$$F' = IBl = (1/R)B^2 l^2 dx/dt = (1/R)B^2 l^2 v$$

-----4 分

由 $\vec{F} = m\vec{a}$ 得: $F - F' = mdv/dt$ 2分

$$F - (B^2 l^2 / R)v = mdv/dt$$

积分得: $\int \frac{dv}{F/m - [B^2 l^2 / (Rm)]v} = \int dt \Rightarrow \ln\left(\frac{F}{m} - \frac{B^2 l^2 v}{Rm}\right) = -\frac{B^2 l^2}{Rm}t + C$

当 $t=0, v=0$, 则: $C = \ln(F/m)$ 2分

所以: $\ln\left(\frac{F}{m} - \frac{B^2 l^2 v}{Rm}\right) - \ln\frac{F}{m} = -\frac{B^2 l^2}{Rm}t$

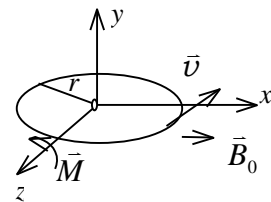
可得: $v = \frac{FR}{B^2 l^2}(1 - e^{-bt})$,

其中: $b = B^2 l^2 / (Rm)$ 2分

4. 2653: 解: 电子在 xz 平面内作速率为 v 的圆周运动(如图), 则: $\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} = m_e \frac{v^2}{r}$

$\therefore v = \frac{e}{\sqrt{4\pi\epsilon_0 m_e r}}$ 2分

电子运动的周期: $T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi r \sqrt{4\pi\epsilon_0 m_e r}}{e}$ 1分



则原子的轨道磁矩: $p_m = IS = \frac{e}{T} \pi r^2 = \frac{e^2}{4} \sqrt{\frac{r}{\pi\epsilon_0 m_e}}$ 3分

\vec{p}_m 的方向与 y 轴正向相反1分

设 \vec{B}_0 方向与 x 轴正向平行, 则系统所受力矩 $\vec{M} = \vec{p}_m \times \vec{B}_0 = \frac{e^2 B_0}{4} \sqrt{\frac{r}{\pi\epsilon_0 m_e}} \vec{k}$ 3分

5. 2054: 解: (1) 利用安培环路定理可求得 1 导线在 P 点产生的磁感强度的大小为:

$$B_1 = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \cdot \frac{1}{(a^2 + x^2)^{1/2}}$$
2分

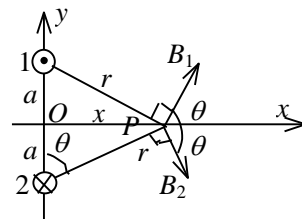
2 导线在 P 点产生的磁感强度的大小为:

$$B_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \cdot \frac{1}{(a^2 + x^2)^{1/2}}$$
2分

\vec{B}_1 、 \vec{B}_2 的方向如图所示。 P 点总场:

$$B_x = B_{1x} + B_{2x} = B_1 \cos \theta + B_2 \cos \theta$$

$$B_y = B_{1y} + B_{2y} = 0$$



则: $B(x) = \frac{\mu_0 I a}{\pi(a^2 + x^2)}$, 矢量式为: $\vec{B}(x) = \frac{\mu_0 I a}{\pi(a^2 + x^2)} \vec{i}$ 3分

$$\frac{dB(x)}{dx} = 0, \quad \frac{d^2 B(x)}{dx^2} < 0$$

(2) 当 $\frac{dB(x)}{dx} = 0$, $\frac{d^2 B(x)}{dx^2} < 0$ 时, $B(x)$ 最大。由此可得: $x=0$ 处, B 有最大值3分

6. 2252: 解: 圆锥摆在 O 处产生的磁感强度沿竖直方向分量 B 相当于圆电流在其轴上一点

$$B = \frac{\mu_0 R^2 I}{2(R^2 + x^2)^{3/2}} \text{-----2分}$$

产生的 B , 故:

$$I = \frac{q\omega}{2\pi}, \quad R = l \sin \theta, \quad R^2 = l^2 \sin^2 \theta = l^2(1 - \cos^2 \theta), \quad x = l(1 - \cos \theta) \text{-----1分}$$

用 $\cos \theta = \frac{g}{\omega^2 l}$ 代入上式

$$\therefore B = \frac{\mu_0 q(l\omega^2 + g)}{4\pi(2l^2)^{3/2}(l\omega^2 - g)^{1/2}} \text{-----4分}$$

$$\frac{dB}{d\omega} = \frac{\mu_0 q(l^2 \omega^3 - 3l\omega g)}{4\pi(2l^2)^{3/2}(l\omega^2 - g)^{3/2}}$$

令 $\frac{dB}{d\omega} = 0$ 得 $\omega = \frac{\sqrt{3g}}{\sqrt{l}} \text{-----3分}$

7. 2269: 解: $B = B_1 + B_2 + B_3$, B_1 、 B_2 分别为带电的大半圆线圈和小半圆线圈转动产生的磁感强度, B_3 为沿直径的带电线段转动产生的磁感强度

$$I_1 = \frac{\pi \lambda \omega b}{2\pi}, \quad B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2b} = \frac{\mu_0 \pi \lambda \omega b}{2b \cdot 2\pi} = \frac{\mu_0 \lambda \omega}{4} \text{-----3分}$$

$$I_2 = \frac{\pi \lambda \omega a}{2\pi}, \quad B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2a} = \frac{\mu_0 \pi \lambda \omega a}{2a \cdot 2\pi} = \frac{\mu_0 \lambda \omega}{4} \text{-----3分}$$

$$dI_3 = 2\lambda \omega dr / (2\pi)$$

$$B_3 = \int_a^b \frac{\mu_0 \lambda \omega}{2\pi} \cdot \frac{dr}{r} = \frac{\mu_0 \lambda \omega}{2\pi} \ln \frac{b}{a}$$

$$B = \frac{\mu_0 \lambda \omega}{2\pi} (\pi + \ln \frac{b}{a}) \text{-----4分}$$

8. 2569: 解: 圆盘每秒转动次数为 $\omega / 2\pi$, 圆盘上电荷面密度为 $\sigma = q / \pi R^2$, 在圆盘上取一半径为 r , 宽度为 dr 的环带, 此环带所带电荷: $dq = \sigma \cdot 2\pi r dr$

此环带转动相当于一圆电流, 其电流大小为 $dI = \omega dq / 2\pi \text{-----2分}$

$$dB = \frac{\mu_0 r^2 dI}{2(r^2 + x^2)^{3/2}} = \frac{\mu_0 \sigma \omega}{2} \cdot \frac{r^3}{(r^2 + x^2)^{3/2}} dr \text{-----4分}$$

它在 x 处产生的磁感强度为:

$$B = \frac{\mu_0 \sigma \omega}{2} \int_0^R \frac{r^3}{(r^2 + x^2)^{3/2}} dr$$

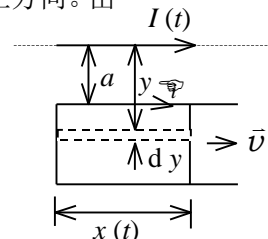
故 P 点处总的磁感强度大小为:

$$= \frac{\mu_0 q}{2\pi R^2} \left[\frac{R^2 + 2x^2}{(R^2 + x^2)^{1/2}} - 2x \right] \omega \text{-----2分}$$

9. 2139: 解: 线框内既有感生又有动生电动势。设顺时针绕向为 \mathcal{E}_i 的正方向。由

$$\Phi(t) = \int \vec{B} \cdot d\vec{S} = \int_a^{a+b} \frac{\mu_0 I(t)}{2\pi y} x(t) dy \text{-----2分}$$

$$\mathcal{E}_i = -\frac{d\Phi}{dt}$$



$$= \frac{\mu_0}{2\pi} I(t)x(t) \ln \frac{a+b}{a} \text{-----2分}$$

再求 $\Phi(t)$ 对 t 的导数: $\frac{d\Phi(t)}{dt} = \frac{\mu_0}{2\pi} (\ln \frac{a+b}{b}) (\frac{dI}{dt}x + I \frac{dx}{dt}) = \frac{\mu_0}{2\pi} I_0 e^{-\lambda t} v(1-\lambda t) \ln \frac{a+b}{a}$

$$\therefore \varepsilon_i = -\frac{d\Phi}{dt} = \frac{\mu_0}{2\pi} v I_0 e^{-\lambda t} (\lambda t - 1) \ln \frac{a+b}{a} \text{-----4分}$$

ε_i 方向: $\lambda t < 1$ 时, 逆时针; $\lambda t > 1$ 时, 顺时针-----2分

10. 2150: 解: 两个载同向电流的长直导线在如图坐标 x 处所产生的磁场为:

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \left(\frac{1}{x} + \frac{1}{x-r_1+r_2} \right) \text{-----2分}$$

选顺时针方向为线框回路正方向, 则:

$$\Phi = \int B dS = \frac{\mu_0 I a}{2\pi} \left(\int_{r_1}^{r_1+b} \frac{dx}{x} + \int_{r_1}^{r_1+b} \frac{dx}{x-r_1+r_2} \right) \text{-----3分}$$

$$= \frac{\mu_0 I a}{2\pi} \ln \left(\frac{r_1+b}{r_1} \cdot \frac{r_2+b}{r_2} \right) \text{-----2分}$$

$$\therefore \varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{\mu_0 a}{2\pi} \ln \left[\frac{(r_1+b)(r_2+b)}{r_1 r_2} \right] \frac{dI}{dt} = -\frac{\mu_0 I_0 a \omega}{2\pi} \ln \left[\frac{(r_1+b)(r_2+b)}{r_1 r_2} \right] \cos \omega t$$

-----3分

11. 2407: 解: 长直带电线运动相当于电流 $I = v(t) \cdot \lambda$ -----2分

$$\text{正方形线圈内的磁通量可如下求出: } d\Phi = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I}{a+x} a dx \text{-----2分}$$

$$\Phi = \frac{\mu_0}{2\pi} I a \int_0^a \frac{dx}{a+x} = \frac{\mu_0}{2\pi} I a \cdot \ln 2 \text{-----2分}$$

$$|\varepsilon_i| = \left| -\frac{d\Phi}{dt} \right| = \frac{\mu_0 a}{2\pi} \left| \frac{dI}{dt} \right| \ln 2 = \frac{\mu_0}{2\pi} \lambda a \left| \frac{dv(t)}{dt} \right| \ln 2 \text{-----2分}$$

$$|i(t)| = \frac{|\varepsilon_i|}{R} = \frac{\mu_0}{2\pi R} \lambda a \left| \frac{dv(t)}{dt} \right| \ln 2 \text{-----2分}$$

12. 2409: 解: 大环中相当于有电流: $I = \omega(t) \cdot \lambda r_2$ -----2分

$$\text{这电流在 } O \text{ 点处产生的磁感应强度大小: } B = \mu_0 I / (2r_2) = \frac{1}{2} \mu_0 \omega(t) \lambda \text{-----2分}$$

$$\text{以逆时针方向为小环回路的正方向, } \Phi \approx \frac{1}{2} \mu_0 \omega(t) \lambda \pi r_1^2 \text{-----2分}$$

$$\therefore \varepsilon_i = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{1}{2} \pi \mu_0 \lambda r_1^2 \frac{d\omega(t)}{dt}, \quad i = \frac{\varepsilon_i}{R} = -\frac{\pi \mu_0 \lambda r_1^2}{2R} \cdot \frac{d\omega(t)}{dt} \text{-----2分}$$

方向: $d\omega(t)/dt > 0$ 时, i 为负值, 即 i 为顺时针方向-----1分

$d\omega(t)/dt < 0$ 时, i 为正值, 即 i 为逆时针方向-----1分

13. 2499: 解: 建立坐标系, 长直导线为 y 轴, BC 边为 x 轴, 原点在长直导线上, 则斜边的方程为: $y = (bx/a) - br/a$

式中 r 是 t 时刻 B 点与长直导线的距离。三角形中磁通量

$$\Phi = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \int_r^{a+r} \frac{y}{x} dx = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \int_r^{a+r} \left(\frac{b}{a} - \frac{br}{ax} \right) dx = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \left(b - \frac{br}{a} \ln \frac{a+r}{r} \right) \quad \text{-----6分}$$

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = \frac{\mu_0 I b}{2\pi a} \left(\ln \frac{a+r}{r} - \frac{a}{a+r} \right) \frac{dr}{dt}$$

$$\varepsilon = \frac{\mu_0 I b}{2\pi a} \left(\ln \frac{a+d}{d} - \frac{a}{a+d} \right) v \quad \text{-----3分}$$

当 $r=d$ 时,

方向: $ACBA$ (即顺时针) -----1分

14. 2743: 解: 长直载流导线的磁感强度为: $B = \mu_0 I / (2\pi r)$ -----1分

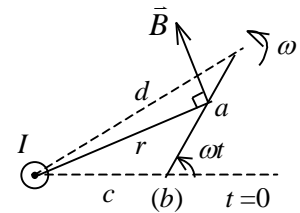
如图所示, 设 $t=0$ 时线圈与长直导线共面, 且活动的 b 边与长直导线相距最远, 则在时刻 t ,

该边与长直导线的距离为: $d = \sqrt{a^2 + c^2 + 2ac \cos \omega t}$ -----3分

线圈中的磁通量:

$$\Phi = \int_c^d \frac{\mu_0 I}{2\pi r} b dr = \frac{\mu_0 I b}{2\pi} \ln \frac{d}{c}$$

$$= \frac{\mu_0 I b}{2\pi} \ln \frac{\sqrt{a^2 + c^2 + 2ac \cos \omega t}}{c} \quad \text{-----3分}$$



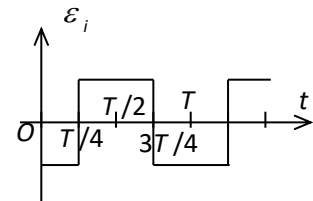
$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = \frac{\mu_0 I b}{2\pi} \frac{ac \omega \sin \omega t}{a^2 + c^2 + 2ac \cos \omega t} \quad \text{-----3分}$$

15. 5554: 解: 螺线管中的磁感强度: $B = \mu_0 n i$ -----2分

通过圆线圈的磁通量: $\Phi = \mu_0 n \pi R^2 i$

取圆线圈中感生电动势的正向与螺线管中电流正向相同, 有:

$$\varepsilon_i = -\frac{d\Phi}{dt} = -\mu_0 n \pi R^2 \frac{di}{dt} \quad \text{-----3分}$$



在 $0 < t < T/4$ 内, $\frac{di}{dt} = \frac{I_m}{T/4} = \frac{4I_m}{T}$, $\varepsilon_i = -\mu_0 n \pi R^2 \frac{4I_m}{T} = -4\pi \mu_0 n R^2 I_m / T$ -----1分

在 $T/4 < t < 3T/4$ 内, $\frac{di}{dt} = -\frac{2I_m}{T/2} = -\frac{4I_m}{T}$, $\varepsilon_i = 4\pi \mu_0 n R^2 I_m / T$ -----1分

在 $3T/4 < t < T$ 内, $\frac{di}{dt} = \frac{I_m}{T/4} = \frac{4I_m}{T}$, $\varepsilon_i = -4\pi \mu_0 n R^2 I_m / T$ -----1分

$\varepsilon-t$ 曲线如图 -----2分

16. 0310: 解: (1) 由于线框垂直下落, 线框所包围面积内的磁通量无变化, 故感应电流:

$I_i = 0$ -----2分

(2) 设 dc 边长为 l' , 则由图可见: $l' = L + 2L \cos 60^\circ = 2L$

取 $d \rightarrow c$ 的方向为 dc 边内感应电动势的正向, 则:

$$\varepsilon_{dc} = \int_d^c (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l} = \int_d^c v B dl = \int_0^{l'} \sqrt{2gH} \cdot \frac{\mu_0 I}{2\pi(r+l)} dr$$

$$= \frac{\mu_0 I}{2\pi} \sqrt{2gH} \ln \frac{l'+l}{l} = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \sqrt{2gH} \ln \frac{l+2L}{l} \quad \text{-----3分}$$

$\varepsilon_{dc} > 0$, 说明 cd 段内电动势的方向由 $d \rightarrow c$ -----2分

由于回路内无电流 $V_{cd} = U_c - U_d = \varepsilon_{dc} = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \sqrt{2gH} \ln \frac{2L+l}{l}$ -----2分

因为 c 点电势最高, d 点电势最低, 故: V_{cd} 为电势最高处与电势最低处之间的电势差-----1分

17. 2327: 解: 棒上线元 dl 中的动生电动势为:

$$d\varepsilon = (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l} = \omega l \frac{\mu_0 I}{2\pi(r_0 + l \cos \theta)} dl$$
 -----3分

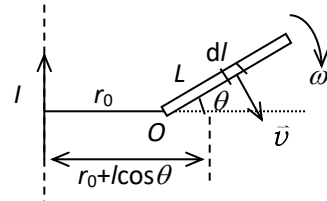
金属棒中总的感生电动势为:

$$\varepsilon = \int_0^L d\varepsilon = \int_0^L \frac{\omega \mu_0 I l \cos \theta}{2\pi \cos^2 \theta (r_0 + l \cos \theta)} d(l \cos \theta)$$
 -----1分

$$= \int_0^L \frac{\omega \mu_0 I}{2\pi \cos^2 \theta} \left(1 - \frac{r_0}{r_0 + l \cos \theta}\right) d(l \cos \theta)$$

$$= \frac{\omega \mu_0 I L}{2\pi \cos \theta} - \frac{\omega \mu_0 I r_0}{2\pi \cos^2 \theta} [\ln(r_0 + L \cos \theta) - \ln r_0]$$

$$= \frac{\omega \mu_0 I}{2\pi \cos \theta} \left[L - \frac{r_0}{\cos \theta} \ln \left(\frac{r_0 + L \cos \theta}{r_0} \right) \right]$$
 -----4分



方向由 O 指向另一端-----2分

18. 2769: 解: (1) 在线框进入磁场之前 ($0 \leq t \leq t_1$) 线框作自由落体运动: $v = gt$

当 $t = t_1 = \sqrt{2h/g}$ 时 $v = v_1 = \sqrt{2hg}$ -----2分

(2) 线框底边进入磁场后, 产生感应电流, 因而受到一磁力:

$$F = IbB = \frac{1}{R} \frac{d\Phi}{dt} bB = \frac{B^2 b^2}{R} \frac{dy}{dt} = \frac{B^2 b^2}{R} v$$
 , (方向向上)-----2分

$$mg - \frac{B^2 b^2}{R} v = m \frac{dv}{dt}$$
 线框运动的微分方程为: -----1分

令 $K = \frac{B^2 b^2}{mR}$, 求解上式, 注意到 $t = t_1$ 时 $v = v_1$, 得:

$$v = \frac{1}{K} [g - (g - K v_1) e^{-K(t-t_1)}]$$
 ($t_1 \leq t \leq t_2$)-----2分

当 $t = t_2$, $v = v_2 = \frac{1}{K} [g - (g - K v_1) e^{-K(t_2-t_1)}]$

(3) 当线框全部进入磁场后 ($t > t_2$), 通过线框的磁通量不随时间变化, 线框回路不存在感生电流, 磁力为零. 故线框在重力作用下作匀加速下落, $v = v_2 + g(t - t_2)$

即 $v = \frac{1}{K} [g - (g - K v_1) e^{-K(t_2-t_1)}] + g(t - t_2)$ ($t \geq t_2$)-----3分

19. 2509: 解: Ob 间的动生电动势:

$$\varepsilon_1 = \int_0^{4L/5} (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l} = \int_0^{4L/5} \omega B l dl = \frac{1}{2} \omega B \left(\frac{4}{5}L\right)^2 = \frac{16}{50} \omega B L^2$$
 -----4分

b 点电势高于 O 点

$$\overline{Oa} \text{ 间的动生电动势: } \varepsilon_2 = \int_0^{L/5} (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l} = \int_0^{L/5} \omega B l \, dl = \frac{1}{2} \omega B \left(\frac{1}{5}L\right)^2 = \frac{1}{50} \omega B L^2 \quad \text{-----4 分}$$

a 点电势高于 O 点

$$\therefore U_a - U_b = \varepsilon_2 - \varepsilon_1 = \frac{1}{50} \omega B L^2 - \frac{16}{50} \omega B L^2 = -\frac{15}{50} \omega B L^2 = -\frac{3}{10} \omega B L^2 \quad \text{-----2 分}$$

20. 2742: 解: 由问题的轴对称性和轴向的无限长条件可知, 感生涡旋电场的场强 \vec{E} 在垂直轴线的平面内, 且与径向相垂直-----3 分

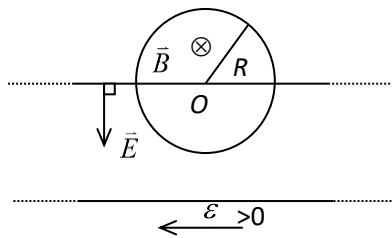
如图所示, 选取过轴线而平行给定的无限长直导线的一条无限长直导线, 与给定的无限长直导线构成闭合回路(在无限远闭合), 则在过轴线的长直导线上, 因 \vec{E} 处处与之垂直, \therefore 电动势为零.

又在无限远处 $\vec{E} = 0$, 故此回路中的电动势就是给定的无限长直导线中的电动势 ε ---3 分

$$\text{该回路的磁通量: } \Phi = \frac{1}{2} \pi R^2 B \quad \text{-----1 分}$$

$$\text{由电磁感应定律有: } \varepsilon = -d\Phi/dt = -\frac{1}{2} \pi R^2 dB/dt \quad \text{-----2 分}$$

ε 的正方向如图所示-----1 分



10 量子力学

一、选择题

1. 4185: 已知一单色光照射在钠表面上, 测得光电子的最大动能是 1.2 eV, 而钠的红限波长是 5400 Å, 那么入射光的波长是

- (A) 5350 Å (B) 5000 Å (C) 4350 Å (D) 3550 Å []

2. 4244: 在均匀磁场 B 内放置一极薄的金属片, 其红限波长为 λ_0 . 今用单色光照射, 发现有电子放出, 有些放出的电子(质量为 m , 电荷的绝对值为 e)在垂直于磁场的平面内作半径为 R 的圆周运动, 那末此照射光光子的能量是:

- (A) $\frac{hc}{\lambda_0}$ (B) $\frac{hc}{\lambda_0} + \frac{(eRB)^2}{2m}$ (C) $\frac{hc}{\lambda_0} + \frac{eRB}{m}$ (D) $\frac{hc}{\lambda_0} + 2eRB$ []

3. 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) $2E_K$ (B) $2h\nu - E_K$ (C) $h\nu - E_K$ (D) $h\nu + E_K$ []

4. 4737: 在康普顿效应实验中, 若散射光波长是入射光波长的 1.2 倍, 则散射光光子能量 ε 与反冲电子动能 E_K 之比 ε/E_K 为

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

5. 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 []

6. 4197: 由氢原子理论知, 当大量氢原子处于 $n=3$ 的激发态时, 原子跃迁将发出:

- (A) 一种波长的光 (B) 两种波长的光 (C) 三种波长的光 (D) 连续光谱 []

7. 4748: 已知氢原子从基态激发到某一定态所需能量为 10.19 eV, 当氢原子从能量为 -0.85 eV 的状态跃迁到上述定态时, 所发射的光子的能量为

- (A) 2.56 eV (B) 3.41 eV (C) 4.25 eV (D) 9.95 eV []

8. 4750: 在气体放电管中, 用能量为 12.1 eV 的电子去轰击处于基态的氢原子, 此时氢原子所能发射的光子的能量只能是

- (A) 12.1 eV (B) 10.2 eV (C) 12.1 eV, 10.2 eV 和 1.9 eV (D) 12.1 eV, 10.2 eV 和 3.4 eV []

9. 4241: 若 α 粒子(电荷为 $2e$)在磁感应强度为 B 均匀磁场中沿半径为 R 的圆形轨道运动, 则 α 粒子的德布罗意波长是

- (A) $h/(2eRB)$ (B) $h/(eRB)$ (C) $1/(2eRBh)$ (D) $1/(eRBh)$ []

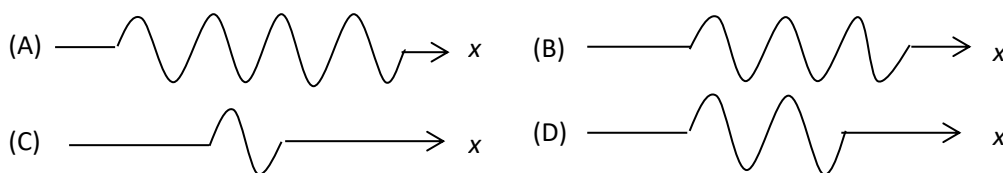
10. 4770: 如果两种不同质量的粒子, 其德布罗意波长相同, 则这两种粒子的

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

11. 4428: 已知粒子在一维矩形无限深势阱中运动, 其波函数为: $\psi(x) = \frac{1}{\sqrt{a}} \cdot \cos \frac{3\pi x}{2a}$ ($-a \leq x \leq a$), 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) $1/\sqrt{a}$ []

12. 4778: 设粒子运动的波函数图线分别如图(A)、(B)、(C)、(D)所示, 那么其中确定粒子动量的精确度最高的波函数是哪个图?



13. 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 $\Delta p_x \Delta x \geq \hbar$ 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 []

14. 8020: 将波函数在空间各点的振幅同时增大 D 倍, 则粒子在空间的分布概率将
(A) 增大 D^2 倍 (B) 增大 $2D$ 倍 (C) 增大 D 倍 (D) 不变 []

15. 4965: 下列各组量子数中, 哪一组可以描述原子中电子的状态?

- (A) $n=2, l=2, m_l=0, m_s=\frac{1}{2}$ (B) $n=3, l=1, m_l=-1, m_s=-\frac{1}{2}$
(C) $n=1, l=2, m_l=1, m_s=\frac{1}{2}$ (D) $n=1, l=0, m_l=1, m_s=-\frac{1}{2}$ []

16. 8022: 氢原子中处于 $3d$ 量子态的电子, 描述其量子态的四个量子数(n, l, m_l, m_s)可能取的值为

- (A) $(3, 0, 1, -\frac{1}{2})$ (B) $(1, 1, 1, -\frac{1}{2})$
(C) $(2, 1, 2, \frac{1}{2})$ (D) $(3, 2, 0, \frac{1}{2})$ []

17. 4785: 在氢原子的 K 壳层中, 电子可能具有的量子数(n, l, m_l, m_s)是

- (A) $(1, 0, 0, \frac{1}{2})$ (B) $(1, 0, -1, \frac{1}{2})$
(C) $(1, 1, 0, -\frac{1}{2})$ (D) $(2, 1, 0, -\frac{1}{2})$ []

18. 4222: 与绝缘体相比较, 半导体能带结构的特点是

- (A) 导带也是空带 (B) 满带与导带重合 (C) 满带中总是有空穴, 导带中总是有电子
(D) 禁带宽度较窄 []

19. 4789: p 型半导体中杂质原子所形成的局部能级(也称受主能级), 在能带结构中应处于

- (A) 满带中 (B) 导带中 (C) 禁带中, 但接近满带顶
(D) 禁带中, 但接近导带底 []

20. 8032: 按照原子的量子理论, 原子可以通过自发辐射和受激辐射的方式发光, 它们所产生的光的特点是:

- (A) 两个原子自发辐射的同频率的光是相干的, 原子受激辐射的光与入射光是不相干的
(B) 两个原子自发辐射的同频率的光是不相干的, 原子受激辐射的光与入射光是相干的
(C) 两个原子自发辐射的同频率的光是不相干的, 原子受激辐射的光与入射光是不相干的
(D) 两个原子自发辐射的同频率的光是相干的, 原子受激辐射的光与入射光是相干的

21. 9900: \hat{x} 与 \hat{P}_x 的互易关系 $[\hat{x}, \hat{P}_x]$ 等于

- (A) $i\hbar$ (B) $-i\hbar$ (C) $i\hbar$ (D) $-i\hbar$ []

22. 9901: 厄米算符 \hat{A} 满足以下哪一等式(u, v 是任意的态函数)

- (A) $\int u^* \hat{A} v dx = \int (\hat{A} u)^* v dx$ (B) $\int v^* \hat{A} u dx = \int v (\hat{A} u)^* dx$
(C) $\int v^* \hat{A} u dx = \int (\hat{A} v)^* u dx$ (D) $\int u^* \hat{A} v dx = \int (\hat{A} u)^* v dx$ []

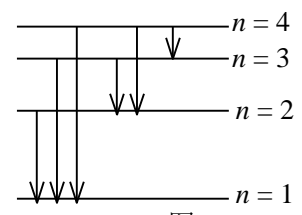
二、填空题

1. 4179: 光子波长为 λ , 则其能量=_____ ; 动量的大小 =_____ ; 质量=_____。
 2. 4180: 当波长为 3000 \AA 的光照射在某金属表面时, 光电子的能量范围从 0 到 $4.0 \times 10^{-19} \text{ J}$ 。在作上述光电效应实验时遏止电压为 $|U_a| =$ _____ V; 此金属的红限频率 $\nu_0 =$ _____ Hz。
 3. 4388: 以波长为 $\lambda = 0.207 \text{ \mu m}$ 的紫外光照射金属钨表面产生光电效应, 已知钨的红限频率 $\nu_0 = 1.21 \times 10^{15}$ 赫兹, 则其遏止电压 $|U_a| =$ _____ V。
 4. 4546: 若一无线电接收机接收到频率为 10^8 Hz 的电磁波的功率为 1 微瓦, 则每秒接收到的光子数为_____。

5. 4608: 钨的红限波长是 230 nm , 用波长为 180 nm 的紫外光照射时, 从表面逸出的电子的最大动能为_____ eV。
 6. 4611: 某一波长的 X 光经物质散射后, 其散射光中包含波长_____和波长_____的两种成分, 其中_____的散射成分称为康普顿散射。
 7. 4191: 在氢原子发射光谱的巴耳末线系中有一频率为 $6.15 \times 10^{14} \text{ Hz}$ 的谱线, 它是氢原子从能级 $E_n =$ _____ eV 跃迁到能级 $E_k =$ _____ eV 而发出的。
 8. 4192: 在氢原子光谱中, 赖曼系(由各激发态跃迁到基态所发射的各谱线组成的谱线系)的最短波长的谱线所对应的光子能量为_____ eV; 巴耳末系的最短波长的谱线所对应的光子的能量为_____ eV。
 9. 4200: 在氢原子光谱中, 赖曼系(由各激发态跃迁到基态所发射的各谱线组成的谱线系)的最短波长的谱线所对应的光子能量为_____ eV; 巴耳末系的最短波长的谱线所对应的光子的能量为_____ eV。

10. 4424: 欲使氢原子发射赖曼系(由各激发态跃迁到基态所发射的谱线构成)中波长为 1216 \AA 的谱线, 应传给基态氢原子的最小能量是_____ eV。

11. 4754: 氢原子的部分能级跃迁示意如图。在这些能级跃迁中, (1) 从 $n =$ _____ 的能级跃迁到 $n =$ _____ 的能级时所发射的光子的波长最短; (2) 从 $n =$ _____ 的能级跃迁到 $n =$ _____ 的能级时所发射的光子的频率最小。

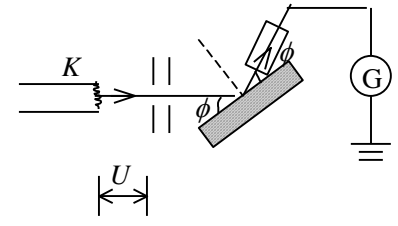


4754 图

12. 4755: 被激发到 $n=3$ 的状态的氢原子气体发出的辐射中, 有_____条可见光谱线和_____条非可见光谱线。
 13. 4760: 当一个质子俘获一个动能 $E_K = 13.6 \text{ eV}$ 的自由电子组成一个基态氢原子时, 所发出的单色光频率是_____。

14. 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 $\lambda =$ _____ λ_c 。

15. 4429: 在戴维孙——革末电子衍射实验装置中, 自热阴极 K 发射出的电子束经 $U = 500 \text{ V}$ 的电势差加速后投射到晶体上。这电子束的德布罗意波长 $\lambda =$ _____ nm。



4429 图

16. 4629: 氢原子的运动速率等于它在 300 K 时的方均根速率时, 它的德布罗意波长是_____。质量为 $M = 1 \text{ g}$, 以速度 $U = 1 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ 运动的小球的德布罗意波长是_____。

17. 4630: 在 $B = 1.25 \times 10^2 \text{ T}$ 的匀强磁场中沿半径为 $R = 1.66 \text{ cm}$ 的圆轨道运动的 α 粒子的德布罗意波长是_____。

18. 4203: 设描述微观粒子运动的波函数为 $\Psi(\vec{r}, t)$, 则 $\Psi\Psi^*$ 表示_____ ; $\Psi(\vec{r}, t)$ 须满足的条件是_____ ; 其归一化条件是_____。

19. 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_____ $\text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}$ 。

20. 4221: 原子内电子的量子态由 n, l, m_l 及 m_s 四个量子数表征。当 n, l, m_l 一定时, 不同的量子态数目为_____ ; 当 n, l 一定时, 不同的量子态数目为_____ ; 当 n 一定时, 不同的量子态数目为_____。

21. 4782: 电子的自旋磁量子数 m_s 只能取_____和_____两个值。

22. 4784: 根据量子力学理论, 氢原子中电子的动量矩为 $L = \sqrt{l(l+1)} \hbar$, 当主量子数 $n=3$ 时, 电子动量矩的可能取值为_____。
23. 4963: 原子中电子的主量子数 $n=2$, 它可能具有的状态数最多为_____个。
24. 4219: 多电子原子中, 电子的排列遵循_____原理和_____原理。
25. 4635: 泡利不相容原理的内容是_____。

26. 4787: 在主量子数 $n=2$, 自旋磁量子数 $m_s = \frac{1}{2}$ 的量子态中, 能够填充的最大电子数是_____。

27. 4967: 锂($Z=3$)原子中含有 3 个电子, 电子的量子态可用(n, l, m_l, m_s)四个量子数来描述, 若已知基态锂原子中一个电子的量子态为($1, 0, 0, \frac{1}{2}$), 则其余两个电子的量子态分别为(_____)和(_____)。

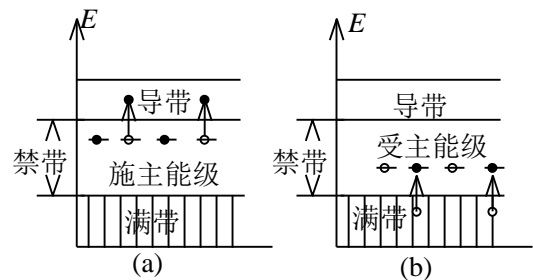
28. 4969: 钴($Z=27$)有两个电子在 $4s$ 态, 没有其它 $n \geq 4$ 的电子, 则在 $3d$ 态的电子可有_____个。

29. 8025: 根据量子力学理论, 原子内电子的量子态由(n, l, m_l, m_s)四个量子数表征。那么, 处于基态的氦原子内两个电子的量子态可由_____和_____两组量子数表征。

30. 4637: 右方两图(a)与(b)中, (a)图是_____型半导体的能带结构图, (b)图是_____型半导体的能带结构图。

31. 4792: 若在四价元素半导体中掺入五价元素原子, 则可构成_____型半导体, 参与导电的多数载流子是_____。

32. 4793: 若在四价元素半导体中掺入三价元素原子, 则可构成_____型半导体, 参与导电的多数载流子是_____。



33. 4971: 在下列给出的各种条件中, 哪些是产生激光的条件, 将其标号列下: _____。(1)自发辐射; (2)受激辐射; (3)粒子数反转; (4)三能极系统; (5)谐振腔。

34. 5244: 激光器中光学谐振腔的作用是: (1)_____;
(2)_____;
(3)_____。

35. 8034: 按照原子的量子理论, 原子可以通过_____两种辐射方式发光, 而激光是由_____方式产生的。

36. 8035: 光和物质相互作用产生受激辐射时, 辐射光和照射光具有完全相同的特性, 这些特性是指_____。

37. 8036: 激光器的基本结构包括三部分, 即_____、_____和_____。

38. 写出以下算符表达式: $\hat{p}_x =$ _____; $\hat{H} =$ _____; $\hat{L}_y =$ _____;

39. 微观低速的(非相对论性)体系的波函数 Ψ 满足薛定谔方程, 其数学表达式为_____。

40. 自旋量子数为_____的粒子称为费米子, 自旋量子数为_____的粒子称为玻色子; _____体系遵循泡利不相容原理。

41. $[\hat{x}, \hat{p}_x] =$ _____; $[\hat{y}, \hat{z}] =$ _____; $[\hat{p}_x, \hat{p}_z] =$ _____;
 $[\hat{L}^2, \hat{L}_z] =$ _____; $[\hat{L}_x, \hat{p}_y] =$ _____。

42. 线性谐振子的能量可取为_____; 若 $\psi = \sqrt{\frac{3}{10}}u_0 + \sqrt{\frac{2}{5}}u_2 + \sqrt{\frac{3}{10}}u_3$, u_n 是谐振子的第 n 个能量本征函数, 则体系的能量平均值为_____。

三、计算题

1. 4502: 功率为 P 的点光源, 发出波长为 λ 的单色光, 在距光源为 d 处, 每秒钟落在垂直于光线的单位面积上的光子数为多少? 若 $\lambda=6630 \text{ \AA}$, 则光子的质量为多少?

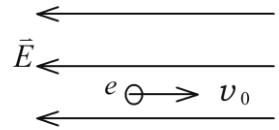
2. 4431: α 粒子在磁感应强度为 $B=0.025 \text{ T}$ 的均匀磁场中沿半径为 $R=0.83 \text{ cm}$ 的圆形轨道运动。(1) 试计算其德布罗意波长; (2) 若使质量 $m=0.1 \text{ g}$ 的小球以与 α 粒子相同的速率运动。则其波长为多少? (α 粒子的质量 $m_\alpha=6.64 \times 10^{-27} \text{ kg}$, 普朗克常量 $h=6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, 基本电荷 $e=1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$)

3. 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 $h=6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, $1 \text{ eV}=1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$)

4. 4535: 若不考虑相对论效应, 则波长为 5500 \AA 的电子的动能是多少 eV? (普朗克常量 $h=6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, 电子静止质量 $m_e=9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$)

5. 4631: 假如电子运动速度与光速可以比拟, 则当电子的动能等于它静止能量的 2 倍时, 其德布罗意波长为多少? (普朗克常量 $h=6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, 电子静止质量 $m_e=9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$)

6. 5248: 如图所示, 一电子以初速度 $v_0=6.0 \times 10^6 \text{ m/s}$ 逆着场强方向飞入电场强度为 $E=500 \text{ V/m}$ 的均匀电场中, 问该电子在电场中要飞行多远距离 d , 可使得电子的德布罗意波长达到 $\lambda=1 \text{ \AA}$ 。(飞行过程中, 电子的质量认为不变, 即为静止质量 $m_e=9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$; 基本电荷 $e=1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$; 普朗克常量 $h=6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ 。)



7. 4430: 已知粒子在无限深势阱中运动, 其波函数为 $\psi(x)=\sqrt{2/a} \sin(\pi x/a)$ ($0 \leq x \leq a$), 求发现粒子的概率为最大的位置。

8. 4526: 粒子在一维矩形无限深势阱中运动, 其波函数为: $\psi_n(x)=\sqrt{2/a} \sin(n\pi x/a)$ ($0 < x < a$), 若粒子处于 $n=1$ 的状态, 它在 $0-a/4$ 区间内的概率是多少?

提示: $\int \sin^2 x dx = \frac{1}{2}x - (1/4)\sin 2x + C$

9. 氢原子波函数为 $\psi = \frac{1}{\sqrt{10}}(2\psi_{100} + \psi_{210} + \sqrt{2}\psi_{211} + \sqrt{3}\psi_{310})$, 其中 ψ_{nlm} 是氢原子的能量本征态, 求 E 的可能值、相应的概率及平均值。

$$\psi(x) = \begin{cases} A \sin \frac{n\pi}{a} x & 0 < x < a \\ 0 & x \leq 0 \quad x \geq a \end{cases}$$

10. 体系在无限深方势阱中的波函数为 $\psi(x)$, 求归一化常数 A 。

$$U(x) = \begin{cases} 0 & 0 < x < a \\ \infty & x \leq 0, x \geq a \end{cases}$$

11. 质量为 m 的粒子沿 x 轴运动, 其势能函数可表示为:

12. 设质量为 m 的粒子处在 $(0, a)$ 内的无限方势阱中, 对它的能量进行测量, 可能得到的值有哪几个? 概率各多少? 平均能量是多少?

$$\psi(x) = \frac{4}{\sqrt{3}} \sin\left(\frac{\pi}{a}x\right) \cos^2\left(\frac{\pi}{a}x\right)$$

13. 谐振子的归一化的波函数: $\psi(x) = \sqrt{\frac{1}{3}}u_0(x) + \sqrt{\frac{1}{2}}u_2(x) + cu_3(x)$ 。其中, $u_n(x)$ 是归一化的谐振子的定态波函数。求: C 和能量的可能取值, 以及平均能量 \bar{E} 。

一、选择题

1. 4185: D 2. 4244: B 3. 4383: D 4. 4737: D 5. 4190: C 6. 4197: C
7. 4748: A 8. 4750: C 9. 4241: A 10. 4770: A 11. 4428: A 12. 4778:

13. 5619: C 14. 8020: D 15. 4965: B 16. 8022: D 17. 4785: A 18. 4222: D
 19. 4789: C 20. 8032: B 21. 9900: A 22. 9901: C

二、填空题

1. 4179: hc/λ -----1分; h/λ -----2分; $h/(c\lambda)$ -----2分
 2. 4180: 2.5-----2分; 4.0×10^{14} -----2分
 3. 4388: 0.99-----3分
 4. 4546: 1.5×10^{19} -----3分
 5. 4608: 1.5 -----3分
 6. 4611: 不变-----1分; 变长-----1分; 波长变长-----1分
 7. 4191: -0.85 -----2分; -3.4 -----2分
 8. 4192: 13.6-----2分; 3.4-----2分
 9. 4200: 6-----2分; 973-----2分
 10. 4424: 10.2-----3分
 11. 4754: 4 1-----2分; 4 3-----2分
 12. 4755: 1-----2分; 2-----2分
 13. 4760: 6.56×10^{15} Hz-----3分
 14. 4207: $1/\sqrt{3}$ -----3分
 15. 4429: 0.0549-----3分
 16. 4629: 1.45 \AA -----2分; $6.63 \times 10^{-19} \text{ \AA}$ -----2分
 17. 4630: 0.1 \AA -----3分
 18. 4203: 粒子在 t 时刻在 (x, y, z) 处出现的概率密度-----2分
 单值、有限、连续-----1分
 $\iiint |\Psi|^2 dx dy dz = 1$ -----2分
 19. 4632: 1.33×10^{23} -----3分
 20. 4221: 2-----1分; $2 \times (2l+1)$ -----2分; $2n^2$ -----2分
 $\frac{1}{2}$ -----2分; $-\frac{1}{2}$ -----2分
 21. 4782: $\frac{1}{2}$ -----2分; $-\frac{1}{2}$ -----2分
 22. 4784: 0, $\sqrt{2}\hbar$, $\sqrt{6}\hbar$ -----各1分
 23. 4963: 8-----3分
 24. 4219: 泡利不相容-----2分; 能量最小-----2分
 25. 4635: 一个原子内部不能有两个或两个以上的电子有完全相同的四个量子数
 (n, l, m_l, m_s)-----3分
 26. 4787: 4-----3分
 $\frac{1}{2}$
 27. 4967: 1, 0, 0, $-\frac{1}{2}$ -----2分;
 $\frac{1}{2}$ 或 $-\frac{1}{2}$ -----2分
 28. 4969: 7-----3分
 $\frac{1}{2}$ $-\frac{1}{2}$
 29. 8025: $(1, 0, 0, \frac{1}{2})$ -----2分; $(1, 0, 0, -\frac{1}{2})$ -----2分
 30. 4637: n-----2分; p-----2分
 31. 4792: n-----2分; 电子-----2分
 32. 4793: p-----2分; 空穴-----2分
 33. 4971: (2)、(3)、(4)、(5)-----3分 答对2个1分
 34. 5244: 产生与维持光的振荡, 使光得到加强-----2分
 使激光有极好的方向性-----1分

- 使激光的单色性好-----2分
 35. 8034: 自发辐射和受激辐射-----2分; 受激辐射-----2分
 36. 8035: 相位、频率、偏振态、传播方向-----3分
 37. 8036: 工作物质、激励能源、光学谐振腔-----各1分

38. $\hat{p}_x = -i\hbar \frac{\partial}{\partial x}; \quad \hat{H} = -\frac{\hbar^2}{2\mu} \nabla^2 + U; \quad \hat{L}_y = -i\hbar(z \frac{\partial}{\partial x} - x \frac{\partial}{\partial z})$

39. $\left(-\frac{\hbar^2}{2\mu} \nabla^2 + U\right)\Psi = i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t}$ 或 $\left(-\frac{\hbar^2}{2\mu} \frac{\partial^2}{\partial x^2} + U\right)\Psi = i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t}$

40. 半奇数; 整数; 费米子

41. $i\hbar; 0; 0; 0; i\hbar \hat{p}_z$

42. $E_n = (n + \frac{1}{2})\hbar\omega, \quad n=0, 1, 2, 3, \dots; \quad \frac{11}{5}\hbar\omega$

三、计算题

1. 4502: 解: 设光源每秒钟发射的光子数为 n , 每个光子的能量为 $h\nu$, 则由:

$P = nh\nu = nhc/\lambda$ 得: $n = P\lambda/(hc)$

令每秒钟落在垂直于光线的单位面积的光子数为 n_0 , 则:

$n_0 = n/S = n/(4\pi d^2) = P\lambda/(4\pi d^2 hc)$ -----3分

光子的质量: $m = h\nu/c^2 = hc/(c^2\lambda) = h/(c\lambda) = 3.33 \times 10^{-36} \text{ kg}$ -----2分

2. 4431: 解: (1) 德布罗意公式: $\lambda = h/(mv)$

由题可知 α 粒子受磁场力作用作圆周运动: $qvB = m_\alpha v^2/R, \quad m_\alpha v = qRB$

又 $q = 2e$ 则: $m_\alpha v = 2eRB$ -----4分

故: $\lambda_\alpha = h/(2eRB) = 1.00 \times 10^{-11} \text{ m} = 1.00 \times 10^{-2} \text{ nm}$ -----3分

(2) 由上一问可得 $v = 2eRB/m_\alpha$

对于质量为 m 的小球: $\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{h}{2eRB} \cdot \frac{m_\alpha}{m} = \frac{m_\alpha}{m} \cdot \lambda_\alpha = 6.64 \times 10^{-34} \text{ m}$ -----3分

3. 4506: 解: $E_K = p^2/(2m_e) = (h/\lambda)^2/(2m_e)$ -----3分

$= 5.0 \times 10^{-6} \text{ eV}$ -----2分

4. 4535: 解: 非相对论动能: $E_K = \frac{1}{2} m_e v^2$

而 $p = m_e v$, 故有: $E_K = \frac{p^2}{2m_e}$ -----2分

又根据德布罗意关系有 $p = h/\lambda$ 代入上式-----1分

则: $E_K = \frac{1}{2} h^2/(m_e \lambda^2) = 4.98 \times 10^{-6} \text{ eV}$ -----2分

5. 4631: 解: 若电子的动能是它的静止能量的两倍, 则: $mc^2 - m_e c^2 = 2m_e c^2$ -----1分

故: $m = 3m_e$ -----1分

由相对论公式: $m = m_e / \sqrt{1 - v^2 / c^2}$

有: $3m_e = m_e / \sqrt{1 - v^2 / c^2}$

解得: $v = \sqrt{8}c/3$ 1分

德布罗意波长为: $\lambda = h/(mv) = h/(\sqrt{8}m_e c) \approx 8.58 \times 10^{-13} \text{ m}$ 2分

光电子的德布罗意波长为: $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m_e v} = 1.04 \times 10^{-9} \text{ m} = 10.4 \text{ \AA}$ 3分

6. 5248: 解: $\lambda = h/(m_e v)$ ①2分

$v^2 - v_0^2 = 2ad$ ②

$eE = m_e a$ ③2分

由①式: $v = h/(m_e \lambda) = 7.28 \times 10^6 \text{ m/s}$

由③式: $a = eE/m_e = 8.78 \times 10^{13} \text{ m/s}^2$

由②式: $d = (v^2 - v_0^2)/(2a) = 0.0968 \text{ m} = 9.68 \text{ cm}$ 4分

7. 4430: 解: 先求粒子的位置概率密度:

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

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 $2\pi x/a = \pi$

$\therefore x = \frac{1}{2}a$ 3分

$dP = |\psi|^2 dx = \frac{2}{a} \sin^2 \frac{\pi x}{a} dx$ 3分

8. 4526: 解:

粒子位于 $0 - a/4$ 内的概率为:

$$P = \int_0^{a/4} \frac{2}{a} \sin^2 \frac{\pi x}{a} dx = \int_0^{a/4} \frac{2}{a} \frac{a}{\pi} \sin^2 \frac{\pi x}{a} d\left(\frac{\pi x}{a}\right)$$
$$= \frac{2}{\pi} \left[\frac{1}{2} \frac{\pi x}{a} - \frac{1}{4} \sin \frac{2\pi x}{a} \right]_0^{a/4} = \frac{2}{\pi} \left[\frac{1}{2} \frac{\pi a}{a} - \frac{1}{4} \sin \left(\frac{2\pi a}{a} \right) \right] = 0.091 \text{2分}$$

9. 解: 根据给出的氢原子波函数的表达式, 可知能量 E 的可能值为: E_1 、 E_2 、 E_3 , 其中:
 $E_1 = 13.6 \text{ eV}$ 、 $E_2 = -3.4 \text{ eV}$ 、 $E_3 = -1.51 \text{ eV}$ 3分

由于: $\left| \frac{2}{\sqrt{10}} \right|^2 + \left| \frac{1}{\sqrt{10}} \right|^2 + \left| \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{10}} \right|^2 + \left| \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{10}} \right|^2 = 1$ 1分

所以, 能量为 E_1 的概率为 $P_1 = \left| \frac{2}{\sqrt{10}} \right|^2 = \frac{2}{5}$ 1分

能量为 E_2 的概率为 $P_2 = \left| \frac{1}{\sqrt{10}} \right|^2 + \left| \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{10}} \right|^2 = \frac{3}{10}$ 1分

$$P_3 = \left| \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{10}} \right|^2 = \frac{3}{10} \quad \text{-----1分}$$

能量为 E_3 的概率为

$$\bar{E} = P_1 E_1 + P_2 E_2 + P_3 E_3 \quad \text{-----2分}$$

$$= -6.913 eV \quad \text{-----1分}$$

10. 解: 由归一化条件, 应有 $\int_0^a A^2 \sin^2 \frac{n\pi}{a} x dx = 1$ -----3分

$$A = \sqrt{\frac{2}{a}} \quad \text{-----2分}$$

11. 解: 当 $x \leq 0$ 或 $x \geq a$ 时, 粒子势能无限大, 物理上考虑这是不可能的, 所以粒子在该区域出现几率为零, 即: $\psi(x) = 0$

当 $0 < x < a$ 时, $U(x) = 0$, 定态薛定谔方程为: $-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2\psi}{dx^2} = E\psi$

设 $k = \sqrt{2\mu E / \hbar^2}$, 则方程为: $\frac{d^2\psi}{dx^2} + k^2\psi = 0$

通解为: $\psi(x) = A \sin kx + B \cos kx$

由波函数的连续性可知, 在 $x=0$ 、 $x=a$ 处 $\psi(x) = 0$, 即:

$$\psi(x) = A \sin 0 + B \cos 0 = 0$$

$$\psi(x) = A \sin(ka) + B \cos(ka) = 0 \quad \text{得: } B = 0; \quad k = \frac{n\pi}{a}, \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

所以有: $\psi_n(x) = A \sin\left(\frac{n\pi}{a}x\right), \quad n = 1, 2, 3, \dots$

归一化条件: $\int_{-\infty}^{+\infty} |\psi(x)|^2 dx = \int_0^a |\psi(x)|^2 dx = \int_0^a A^2 \sin^2\left(\frac{n\pi}{a}x\right) dx = 1$

所以: $A = \sqrt{\frac{2}{a}}$, 即: $\psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin\left(\frac{n\pi}{a}x\right), \quad n = 1, 2, 3, \dots$

粒子能量为: $E = E_n = \frac{\pi^2 \hbar^2}{2\mu a^2} n^2, \quad n = 1, 2, 3, \dots$

12. 解: $\psi(x) = \frac{2}{\sqrt{a}} \sin\left(\frac{\pi x}{a}\right) \cos^2\left(\frac{\pi x}{a}\right) = \frac{2}{\sqrt{a}} \left[\sin\left(\frac{\pi x}{a}\right) + \sin\left(\frac{\pi x}{a}\right) \cos\left(\frac{2\pi x}{a}\right) \right]$

$$= \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{2}{a}} \sin\left(\frac{\pi x}{a}\right) + \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{2}{a}} \sin\left(\frac{3\pi x}{a}\right)$$

即 $\psi(x)$ 是第一和第三个能量本征态的叠加, 所以测得能量值可为:

(1) $\frac{\pi^2 \hbar^2}{2\mu a^2}$, 相应概率为: $\left| \frac{1}{\sqrt{2}} \right|^2 = \frac{1}{2}$

(2) $\frac{9\pi^2 \hbar^2}{2\mu a^2}$, 相应概率为: $\left| \frac{1}{\sqrt{2}} \right|^2 = \frac{1}{2}$

所以，能量平均值为：
$$\bar{E} = \frac{1}{2} \frac{\pi^2 \hbar^2}{2\mu a^2} + \frac{1}{2} \frac{9\pi^2 \hbar^2}{2\mu a^2} = \frac{5\pi^2 \hbar^2}{2\mu a^2}$$

13. 解：由归一化条件得：
$$\left| \sqrt{\frac{1}{3}} \right|^2 + \left| \sqrt{\frac{1}{2}} \right|^2 + |c|^2 = 1$$
 解得：
$$c = \sqrt{\frac{1}{6}}$$

根据谐振子波函数的表达式，可知能量 E 的可能值为： E_0 、 E_2 、 E_3

因为：
$$E_n = \left(n + \frac{1}{2} \right) h\nu$$

所以：
$$E_0 = \frac{1}{2} h\nu ; \quad E_2 = \frac{5}{2} h\nu ; \quad E_3 = \frac{7}{2} h\nu$$

则：
$$\bar{E} = P_0 E_0 + P_2 E_2 + P_3 E_3 = \left| \sqrt{\frac{1}{3}} \right|^2 \cdot \frac{1}{2} h\nu + \left| \sqrt{\frac{1}{2}} \right|^2 \cdot \frac{5}{2} h\nu + \left| \sqrt{\frac{1}{6}} \right|^2 \cdot \frac{7}{2} h\nu = 2h\nu$$