

第一章 质点力学

1.1 找出下列表达式中的错误, 写出正确表达:

(1) $\mathbf{r} = x + y$

解答: $\mathbf{r} = x\mathbf{i} + y\mathbf{j}$

(2) $\mathbf{v} = v_x\mathbf{i} + v_y\mathbf{j}$

解答: $\mathbf{v} = v_x\mathbf{i} + v_y\mathbf{j}$

(3) $v = v_x\mathbf{i} + v_y\mathbf{j}$

解答: $\mathbf{v} = v_x\mathbf{i} + v_y\mathbf{j}$

(4) $\mathbf{v} = v_x\mathbf{i} + v_y\mathbf{j}$

解答: $\mathbf{v} = v_x\mathbf{i} + v_y\mathbf{j}$

(5) $\mathbf{v} = (v_x^2 + v_y^2 + v_z^2)^{1/2}$

解答: $v = (v_x^2 + v_y^2 + v_z^2)^{1/2}$

1.2 已知 $\mathbf{r} = 2t\mathbf{i} - 4t^2\mathbf{j}$, 第 1 秒内的位移 $\Delta\mathbf{r} = \underline{2\mathbf{i} - 4\mathbf{j}}$, 任意时刻的速度 $\mathbf{v}(t) = \underline{2\mathbf{i} - 8t\mathbf{j}}$, 加速度 $\mathbf{a}(t) = \underline{-8\mathbf{j}}$, 轨迹方程为 $\underline{y = -x^2}$

1.3 平抛物体的运动学方程 $x = 5t$, $y = 5t^2$, 则任意时刻的位矢 $\mathbf{r} = \underline{5t\mathbf{i} + 5t^2\mathbf{j}}$, 速度 $\mathbf{v}(t) = \underline{5\mathbf{i} + 10t\mathbf{j}}$, 加速度 $\mathbf{a}(t) = \underline{10\mathbf{j}}$, 轨道方程为 $\underline{x^2 = 5y}$

1.4 直线运动的点, 其速度 $v(t) = e^{-t}$, 初始位置为 $x_0 = 2$, 则 $x(t) = \underline{3 - e^{-t}}$

解答: $x(t) = x_0 + \int_0^t e^{-t} dt = 2 + (-e^{-t}) \Big|_0^t = 2 + (-e^{-t} + 1)$

1.5 从地面上抛一个物体, 其高度 $h = 10t - 5t^2$, 任意时刻的速度 $v(t) = \underline{10 - 10t}$, 到达最高点的时刻是 $t = \underline{1}$

解答: 从物理角度来看, 在最高点处, 物体的速度为零 $v = dh/dt = 10 - 10t = 0$, 得 $t = 1$.

从数学角度理解, $h(t)$ 是时间的函数, 该函数取得极值的条件是 $dh/dt = 0$.

1.6 判定正误:

(1) 直线运动的物体达到最小速度时, 加速度一定为零; [✓]

(2) 直线运动的物体达到最大位置时, 速度一定为零; [✓]

1.7 选择: 若质点的位矢为 \mathbf{r} , 速度为 \mathbf{v} , 速率为 v , 路程为 s , 则必有【 B 】

A. $|\Delta\mathbf{r}| = \Delta s = \Delta r$

B. $|\Delta\mathbf{r}| \neq \Delta s \neq \Delta r$, 当 $\Delta t \rightarrow 0$ 时, 有 $|d\mathbf{r}| = ds \neq dr$

C. $|\Delta\mathbf{r}| \neq \Delta s \neq \Delta r$, 当 $\Delta t \rightarrow 0$ 时, 有 $|d\mathbf{r}| = dr \neq ds$

D. $|\Delta\mathbf{r}| \neq \Delta s \neq \Delta r$, 当 $\Delta t \rightarrow 0$ 时, 有 $|d\mathbf{r}| = dr = ds$

1.8 选择: 根据上题的符号, 则必有【 C 】

A. $|\mathbf{v}| = v$, $|\bar{\mathbf{v}}| = \bar{v}$

B. $|\mathbf{v}| \neq v$, $|\bar{\mathbf{v}}| \neq \bar{v}$

C. $|\mathbf{v}| = v$, $|\bar{\mathbf{v}}| \neq \bar{v}$

D. $|\mathbf{v}| \neq v$, $|\bar{\mathbf{v}}| = \bar{v}$

1.9 选择: 质点在某瞬时位于位矢 $\mathbf{r} = (x, y)$ 处, 其速度大小 v 的计算错误的为【 A 】

A. $\frac{dr}{dt}$

B. $\left| \frac{d\mathbf{r}}{dt} \right|$

C. $\frac{ds}{dt}$

D. $\sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2}$

1.10 直径为 40 cm 的定滑轮上缠绕着一条细钢丝绳, 绳的另一端吊着一个重物, 若某时刻重物下落的加速度为 1 m/s^2 , 速度为 0.3 m/s , 则此刻滑轮的角加速度为 5 rad/s^2 , 角速度为 1.5

rad/s

解答：物体下落的距离等于滑轮边缘转动的距离，物体下落的速度就是滑轮边缘的线速度，物体下落的加速度等于滑轮边缘的切线加速度。

1.11 半径为 0.1 m 的轨道上有一个质点，它的角位置 $\theta = \pi + t^2$ ，则任意时刻的切线加速度 $a_t = \underline{0.2}$ ，法线加速度 $a_n = \underline{0.4t^2}$

解答： $\omega = \frac{d\theta}{dt} = 2t$, $\beta = \frac{d\omega}{dt} = 2$,
 $a_t = R\beta$, $a_n = R\omega^2$

1.12 半径为 1 m 的轨道上有一个质点，它的路程 $s = 2t - 0.5t^2$ ，则任意时刻的切线加速度 $a_t = \underline{-1}$ ，法线加速度 $a_n = \underline{(2-t)^2}$

解答： $v = \frac{ds}{dt} = 2 - t$,
 $a_t = \frac{dv}{dt} = -1$, $a_n = \frac{v^2}{R}$

1.13 判定正误：

- (1)以圆心为坐标原点的圆周运动满足 $dr/dt = 0$ 且 $d\mathbf{r}/dt \neq 0$; [✓]
- (2)匀速率圆周运动满足 $dv/dt = 0$ 且 $d\mathbf{v}/dt = 0$; [×]
- (3)匀速率曲线运动满足 $dv/dt = 0$ 且 $d\mathbf{v}/dt \neq 0$; [✓]
- (4)法线加速度的效果是改变速度的方向 ; [✓]
- (5)切线加速度的效果是改变速度的大小 ; [✓]
- (6)圆周运动中，若 a_n 是常量，则 a_t 为零 ; [✓]
- (7)圆周运动中，若 a_t 是常量，则 a_n 也是常量 ; [×]

1.14 物体下落，受到重力 mg 以及空气阻力 $f = kv$ ，则终极速度 $v_T = \underline{mg/k}$ ，若阻力 $f = kv^2$ ，则终极速度 $v_T = \underline{\sqrt{mg/k}}$

1.15 判定正误：

- (1)物体质量越大，惯性越大 ; [✓]
- (2)物体的速度越大，惯性越大 ; [×]

1.16 选择：用水平力 F_N 把一个物体压着靠在粗糙的竖直墙面上保持静止，当 F_N 逐渐增大时，物体所受的静摩擦力 F_f 的大小【 A 】

- A. 不为零，但保持不变；
- B. 随 F_N 成正比地增大；
- C. 达到某一最大值后，就保持不变；

1.17 选择：一段路面水平的公路，转弯处轨道半径为 R ，汽车轮胎与路面间的摩擦因数为 μ ，要使汽车不至于发生侧向打滑，汽车在该处的行驶速率【 C 】

- A. 不得小于 $\sqrt{\mu g R}$ ；
- B. 必须等于 $\sqrt{\mu g R}$ ；
- C. 不得大于 $\sqrt{\mu g R}$ ；
- D. 还需汽车的质量 m 决定；

1.18 选择：小物体沿固定的圆弧形光滑轨道由静止下滑，在下滑过程中【 B 】

- A. 它的加速度方向永远指向圆心，速率不变；
- B. 轨道的支撑力的大小不断增加；
- C. 它受到的合外力大小变化，方向永远指向圆心；
- D. 它受到的合外力大小不变，速率不断增加；

1.19 在东北天坐标系中，A 车向东运动 $\mathbf{v}_A = 2\mathbf{i}$ m/s，B 车向北运动， $\mathbf{v}_B = 3\mathbf{j}$ m/s；则 B 相对于 A 的速度 $\mathbf{v}_{BA} = \underline{(3\mathbf{j} - 2\mathbf{i})}$ m/s

1.20 稳定的南风风速 $v_1 = 2$ m/s，某人向西快跑，速率 $v_2 = 4$ m/s。此人感受到的风速大小为 $\underline{\sqrt{2^2 + 4^2} = \sqrt{20}}$ m/s

解答：南风是由南向北吹的，人是由东向西跑，二者的速度是相互垂直的。人感受的风速是风相对于人的速度，即 $\boldsymbol{v}_{\text{风人}} = \boldsymbol{v}_{\text{风}} - \boldsymbol{v}_{\text{人}}$ ， $v_{\text{风人}} = \sqrt{v_{\text{风}}^2 + v_{\text{人}}^2}$

1.21 火车沿着直线铁路以 30 m/s 的速率匀速行驶，车厢内的一名乘务员从车头走向车尾，速率为 1 m/s，乘务员相对于地面的速度大小为 29 m/s

1.22 飞船点火起飞时，航天员会感受到大于其体重数倍的重力，这个现象称为 超重；在环绕地球的太空舱内，宇航员可以自由漂移，这个现象叫做 失重

1.23 质量为 2 kg 的质点沿直线运动，速度由 1 m/s 增加至 3 m/s，则外力的冲量大小为 4 N·s

1.24 细绳将一个质量为 m 的小球悬挂在天花板下，球在水平面内匀速圆周运动，周期为 T ，在小球运行一周的过程中，重力的冲量为 $|\boldsymbol{I}| = \underline{mgT}$ ，动量的增量为 $|\Delta \boldsymbol{p}| = \underline{0}$

1.25 质量为 m 的物体以初速度 v_0 ，仰角 30° 斜上抛，到达最高点。在此过程中，动量的增量为 $|\Delta \boldsymbol{p}| = \underline{mv_0 \sin 30^\circ}$ ，重力的冲量为 $|\boldsymbol{I}| = \underline{mv_0/2}$

1.26 光滑的冰面上由两个物体 A、B， $m_A = 3 \text{ g}$ ， $\boldsymbol{v}_A = (\boldsymbol{i} + 2\boldsymbol{j}) \text{ m/s}$ ， $m_B = 5 \text{ g}$ ， $\boldsymbol{v}_B = (9\boldsymbol{i} + 2\boldsymbol{j}) \text{ m/s}$ ，两物体碰撞后粘为一体，其共同速度 $\boldsymbol{v} = \underline{(6\boldsymbol{i} + 2\boldsymbol{j}) \text{ m/s}}$

1.27 直接用手按钉子，很难将其钉入木头内；若首先用 5 N 的力挥动锤子 2 s，则锤子获得的动量大小为 10 N·s；若该运动的锤子敲击钉子，与钉子之间的相互作用持续 2 ms，则锤子与钉子之间的作用力大小为 5 kN。

1.28 升降梯将重 100 N 的物体从地面送达高为 10 m 的楼顶，花费了 3 s 的时间。在此过程中，重力的冲量 $|\boldsymbol{I}| = \underline{300 \text{ N} \cdot \text{s}}$ ，重力做功 $W = \underline{-1000 \text{ J}}$ ，此物体的重力势能增加量 $\Delta E_p = \underline{1000 \text{ J}}$

1.29 水平路面上两个点 A、B 的距离为 2 m，某物体重 500 N，与地面的摩擦系数为 0.2，物体由 A 运动至 B。若物体沿着直线以 3 m/s 的速度运动，摩擦力做功 $W_f = \underline{-200 \text{ J}}$ ；若物体沿着直线以 5 m/s 的速度运动，摩擦力做功 $W_f = \underline{-200 \text{ J}}$ ；若物体沿着长度为 4 m 的曲线运动，摩擦力做功 $W_f = \underline{-400 \text{ J}}$

1.30 海水中两个点 A、B 的距离为 2 m，鱼受到正比于速度的阻力 $f = 0.1v$ ，由 A 运动至 B。若鱼沿着直线以 3 m/s 的速度运动，流体阻力做功 $W_f = \underline{-0.6 \text{ J}}$ ；若鱼沿着直线以 5 m/s 的速度运动，流体阻力做功 $W_f = \underline{-1.0 \text{ J}}$ ；若鱼沿着长度为 4 m 的曲线以 5 m/s 的速度运动，摩擦力做功 $W_f = \underline{-2.0 \text{ J}}$

1.31 判定正误：

- (1) 沿着闭合路径，保守力做功等于零；..... [✓]
- (2) 保守力做功与运动路径无关；..... [✓]
- (3) 保守力做正功，系统的势能减小；..... [✓]
- (4) 沿着保守力方向移动物体，物体的势能减小；..... [✓]
- (5) 非保守力的功一定为负值；..... [×]

1.32 质量为 2 kg 的质点，速率由 1 m/s 增加至 2 m/s，则外力做功的大小为 3 J

1.33 外力的冲量等于质点系统 动量 的增量。

所有作用力的功，等于系统 动能 的增量。

保守力做的功，等于系统 势能 的减少量。

非保守力做的功，等于系统 机械能 的增量。

1.34 判定正误：

- (1) 保守力做负功，则系统的机械能一定减小；..... [×]
- (2) 非保守力做负功，系统的势能一定增大；..... [×]
- (3) 非保守力做负功，系统的机械能一定减小；..... [✓]
- (4) 一对相互作用内力能够改变系统的总动量；..... [×]
- (5) 一对相互作用内力能够增加系统的总动能；..... [✓]
- (6) 作用力和反作用力大小相等方向相反，两者所作功的代数和必为零；..... [×]

第二章 连续介质力学

2.1 刚体的基本运动形式有 平动 和 转动 两种基本类型。

2.2 质量为 m 的质点沿着半径为 r 的圆周以角速度 ω 转动, 其转动惯量 $J = \underline{mr^2}$ 。

2.3 质量为 m , 半径为 r 的均匀圆盘绕垂直于盘面的中心轴转动, 转动惯量为 $\underline{\frac{1}{2}mr^2}$;

质量为 m , 长度为 l 的细棒, 对于过端点且垂直于棒的轴的转动惯量为 $\underline{\frac{1}{3}ml^2}$;

质量为 m , 长度为 l 的细棒, 对于过中点且垂直于棒的轴的转动惯量为 $\underline{\frac{1}{12}ml^2}$ 。

2.4 转动惯量为 $25 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ 、半径为 0.5 m 的定滑轮绕中心轴转动, 其边缘受到 10 N 的切向摩擦阻力, 阻力矩的大小为 $\underline{5 \text{ N} \cdot \text{m}}$, 其角加速度的大小为 $\underline{0.2 \text{ s}^{-2}}$ 。

2.5 判定正误:

(1) 刚体受到的合外力不为零, 则合外力矩一定不为零; [×]

(2) 若外力穿过转轴, 则它产生的力矩为零; [✓]

(3) 若外力平行于转轴, 则它对转轴的力矩为零; [✓]

2.6 判定正误: 有两个力作用在一个有固定转轴的刚体上, 则

(1) 这两个力都平行于轴作用时, 它们对轴的合力矩一定是零; [✓]

(2) 这两个力都垂直于轴作用时, 它们对轴的合力矩可能是零; [✓]

(3) 当这两个力的合力为零时, 它们对轴的合力矩也一定是零; [×]

(4) 当这两个力对轴的合力矩为零时, 它们的合力也一定是零; [×]

2.7 质量 m 速率 v 的质点做半径为 r 的匀速率圆周运动, 其角动量大小为 \underline{mvr} 。

2.8 质量 m 速率 v 的质点沿着 x 轴做匀速率直线运动, 它相对于坐标点 (x, y) 的角动量大小为 \underline{mvy} 。

2.9 某恒星诞生之初的转动惯量为 J , 角速度为 ω 。当燃料耗尽之后坍塌为白矮星, 转动惯量为 $J/4$, 此时其转动角速度为 $\underline{4\omega}$ 。

2.10 已知地球在近日点时距离太阳 r_1 , 速率 v_1 , 在远日点时距离太阳 r_2 , 则速率 $v_2 = \underline{v_1 r_1 / r_2}$ 。

2.11 判定正误:

(1) 刚体内部的相互作用力不能改变刚体的角动量; [✓]

(2) 若刚体的角动量守恒, 则刚体所受合外力为零; [×]

(3) 若外力平行于转轴, 则刚体的角动量守恒; [✓]

(4) 若外力的延长线穿过转轴, 则刚体角动量守恒; [✓]

2.12 判定正误:

(1) 对某个定轴转动刚体而言, 内力矩不会改变刚体的角加速度; [✓]

(2) 一对作用力和反作用力对同一轴的力矩之和必为零; [✓]

(3) 质量相等而形状不同的两个刚体, 受相同力矩, 角加速度一定相同; [×]

2.13 选择 : 均匀细棒OA可绕O端自由转动, 使棒从水平位置由静止开始自由下摆, 在下摆过程中, 则必有【 D 】

- A. 角速度从小到大, 角加速度不变 B. 角速度从小到大, 角加速度从小到大
C. 角速度不变, 角加速度为零 D. 角速度从小到大, 角加速度从大到小

2.14 转动惯量为 J , 角速度为 ω 的定轴转动的刚体, 其角动量为 $J\omega$, 转动能量为 $\frac{1}{2}J\omega^2$.

2.15 转动惯量为 $9.0 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ 的定滑轮受到 $18 \text{ N} \cdot \text{m}$ 的力矩作用而转过了 3.1 rad , 则滑轮的角加速度为 2.0 rad/s^2 , 力矩做功 56 J .

2.16 某发动机铭牌上标注转速为 4000 rpm 时, 输出扭矩为 $60.5 \text{ N} \cdot \text{m}$, 则此刻发动机的功率为 25.3 kW (rpm 的意思是 revolutions per minute).

2.17 选择 : 假设卫星环绕地球中心作椭圆运动, 则在运动过程中【 B 】

- A. 角动量守恒, 动能守恒 B. 角动量守恒, 机械能守恒
C. 角动量不守恒, 机械能守恒 D. 角动量守恒, 动量也守恒
E. 角动量不守恒, 动量也不守恒

2.18 杆件的变形种类可以分为 伸缩、剪切、弯曲、扭转 四种.

2.19 用 10 N 的拉力拽一条横截面为 2 mm^2 的铁丝, 则铁丝内部横截面上的正应力大小为 5 MPa .

2.20 长度为 2 m 、横截面积为 2 mm^2 的细钢丝, 受到 300 N 的拉力后, 长度增加了 1.5 mm . 则钢丝的正应变为 7.5×10^{-4} , 正应力等于 $1.5 \times 10^8 \text{ Pa}$ 杨氏模量为 $2 \times 10^{11} \text{ Pa}$.

2.21 上海环球金融中心大楼主体部分高度约 400 m , 其顶部在大风中摇摆的幅度约 1 m , 若将此视为剪切形变, 则剪切应变为 2.5×10^{-3} .

2.22 一段自来水管, 前半截直径为 4 cm , 流速为 2 m/s ; 后半截直径为 2 cm , 则流速为 8 m/s .

第三章 静电场

3.1 近距作用观点认为, 电荷之间的相互作用力是通过 电场 来传递的.

3.2 真空中的直角坐标系上有三点 $A(x_1, 0)$ 、 $B(0, y_2)$ 及 $C(0, 0)$, 在 A 点放置点电荷 q_1 , B 点放置点电荷 q_2 , 问 C 点处的场强大小为 $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sqrt{q_1^2/x_1^4 + q_2^2/y_2^4}$.

3.3 在坐标 $(x, 0)$ 处有一点电荷 q_1 , 在 $(0, y)$ 处有另一点电荷 q_2 , 则 q_1 与 q_2 之间的电场力大小为 $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{x^2 + y^2}$.

3.4 一根很细的均匀带电量为 $Q (Q > 0)$ 的塑料棒弯成半径为 R 的圆环, 接口处留有宽为 Δl 的空隙 ($\Delta l \ll R$), 求环心处电场强度的大小和方向.

解答: $\frac{Q\Delta l}{8\pi^2\epsilon_0 R^3}$

3.5 在均匀电场 E 中放入一个面积为 A 的平板. 若电场与平板垂直, 则穿过平板的电通量大小为 EA ; 若电场与平板平行, 则电通量大小为 0.

3.6 某带电直线长度为 $2h$, 电荷线密度为 $+\lambda$, 以直线的一个端点为中心, h 为半径作一个球面, 则通过该球面的总电通量为 $d\lambda/\epsilon_0$.

3.7 电量为 q 的点电荷位于一立方体的中心, 立方体边长为 a , 则通过立方体一个面的电通量是 $q/(6\epsilon_0)$; 如果把这个点电荷放到一个半球面的球心处, 则通过半球面的电通量是 $q/(2\epsilon_0)$.

3.8 均匀带电球面内部的场强大小为 0; 电荷面密度为 σ 的无限大均匀带电平面周围的场强大小为 $\sigma/(2\epsilon_0)$; 电荷线密度为 λ 的无限长带电直线周围, 与直线距离为 r 的位置的场强大小为 $\lambda/(2\pi\epsilon_0 r)$.

3.9 下列说法是否正确? 为什么?

- (1) 闭合曲面上各点场强为零时, 该曲面的电通量必为零; [✓]
- (2) 闭合曲面的总电通量为零, 该曲面上各点的场强必为零; [×]
- (3) 闭合曲面的总电通量为零, 该曲面内必没有带电物体; [×]
- (4) 闭合曲面内没有带电物体, 曲面的总电通量必为零; [✓]
- (5) 闭合曲面内净电量为零, 曲面的电通量必为零; [✓]
- (6) 闭合曲面的电通量为零, 曲面内净电量必为零; [✓]
- (7) 闭合曲面上各点的场强仅由曲面内的电荷产生; [×]
- (8) 高斯定理的适用条件是电场必须具有对称性; [×]
- (9) 若电场线从某处进入闭合曲面, 则该处的电通量为正值. [×]

3.10 两块相互平行的金属板之间存在着均匀电场 E , 距离为 l , 则两金属板之间的电势差为 El .

3.11 与孤立点电荷 q 距离为 r 的点, 其电势为 $q/4\pi\epsilon_0 r$; 孤立的均匀带电球面半径为 R , 电量为 q , 其内部空间的电势为 $q/4\pi\epsilon_0 R$.

3.12 在边长为 a 的正方体中心处放置一点电荷 Q , 设无穷远处为电势零点, 则在正方体顶角处的电势为 $\frac{Q}{2\sqrt{3}\pi\epsilon_0 a}$.

3.13 一对等量异号点电荷的电量分别为 $\pm q$, 两者之间的距离为 $2l$, 则它们连线中点的场强为 $q/2\pi\epsilon_0 l^2$, 电势为 0.

3.14 沿着电场线的正方向, 电势 减小, 正电荷的电势能 减小, 负电荷的电势能 增加 (填写“增加”或“减小”).

3.15 在电压为 U 的两点之间移动电量为 Q 的电荷, 电场力做功 $|W| = \underline{QU}$.

3.16 在夏季雷雨中, 通常一次闪电过程中两点间的平均电势差约为 100 MV, 通过的电量约为 30 C. 一次闪电消耗的能量是 $3 \times 10^9 \text{ J}$.

3.17 真空中两个电量分别为 q_1, q_2 的点电荷, 距离为 l , 它们之间的相互作用电势能为 $\frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 l}$.

3.18 一个残缺的塑料圆环, 携带净电量 q , 半径为 r , 环心处的电势为 $q/4\pi\epsilon_0 r$.

3.19 判定正误:

- (1) 电场强度相等的位置电势相等; [×]
- (2) 同一个等势面上的电场强度大小相等; [×]
- (3) 某区域内电势为常量, 则该区域内电场强度为零; [✓]
- (4) 电势梯度大的位置电场强度大; [✓]
- (5) 电场线与等势面必然正交. [✓]

3.20 设真空电场中的电势分布用 U 表示, 将一个电量为 q 的点电荷放入电场中, 电势能用 E_p 表示, 判定下列说法的正误:

- (1) 将电荷 q 从 A 点移动至无穷远, 电场力做功等于 qU_A ; [✓]
- (2) 将电荷 q 从无穷远处移动至 A 点, 电场力做功等于 E_{pA} ; [×]
- (3) 将电荷 q 从 A 点移动至 B 点, 电场力做功等于 qU_{AB} ; [✓]
- (4) 将电荷 q 从 A 点移动至 B 点, 电场力做功等于 $E_{pB} - E_{pA}$; [×]
- (5) 缓慢移动电荷 q , 外力做的功等于电势能的减小量; [×]

3.21 静电平衡时, 导体内部任意一点的总电场强度大小为 零, 整个导体中任意位置的电势都 相等, 导体上的电荷只能分布在 表面上.

3.22 地球可以看作是一个良好的导体, 现在已知地球表面附近的电场强度近似为 100 V/m, 方向指向地球中心, 则地球表面的电荷密度为 $-100\epsilon_0$.

3.23 判断正误:

- (1) 实心导体内部空间是等电势体, 但是表面不一定是等势面; [×]
- (2) 空腔导体的内表面(空腔表面)上不会有净电荷; [×]
- (3) 若导体空腔内无电荷, 则空腔与导体是等电势的; [✓]
- (4) 导体空腔表面的感应电荷量一定与空腔内部的总电荷量等值异号; [✓]
- (5) 导体表面附近的电场线一定与表面正交. [✓]

3.24 简答: 静电屏蔽的含义是什么? 有哪些类型的应用?

3.25 空气中面积为 A , 极板距离为 d 的平行板电容器, 其电容为 $\epsilon_0 A/d$.

3.26 真空中的电容器的电压为 U , 电容为 C , 则其存储的电场能为 $W_e = CU^2/2$.

3.27 真空静电场的能量密度表达式为 $w_e = \epsilon_0 E^2/2$.

3.28 有一平行板电容器, 保持板上电荷量不变(充电后切断电源), 现在使两极板间的距离 d 增大, 则极板间的电场强度 不变, 电压 增大, 电容 减小. (填写“增大”、“减小”或“不变”)

3.29 无极分子的电极化方式为 位移极化, 有极分子的电极化方式主要为 转向极化.

3.30 电介质的极化现象与导体的静电感应现象有什么相似之处?

3.31 面积为 S , 极板距离为 d 的平行板电容器填充了相对介电常数为 ϵ_r 的均匀电介质后, 平行板电容器的电容表达式为 $\epsilon_0 \epsilon_r S/d$.

第四章 稳恒磁场

4.1 电量为 q 的粒子以角速度 ω 做圆周运动, 它形成的等效电流强度 $I = \frac{\omega q}{(2\pi)}$.

4.2 无限长的直导线载有电流 I , 距离导线 x 处的磁感应强度大小为 $\frac{\mu_0 I}{2\pi x}$; 沿着直线运动的电荷, 其运动的正前方的磁感应强度大小为 0 .

4.3 相互平行的直导线之间距离为 d ; 电流大小都是 I , 方向相反 ; 则两导线中点位置的磁场 $B = \frac{2\mu_0 I}{\pi d}$.

4.4 半径为 R 的单匝环形导线载有电流 I , 环心处的磁感应强度大小为 $\frac{\mu_0 I}{2R}$; 该电流的磁矩大小为 $\pi R^2 I$.

4.5 半径为 R 的两个单匝圆形线圈正交放置, 其圆心重合. 若两个线圈中的电流大小都是 I , 则圆心处的磁场 $B = \sqrt{2} \frac{\mu_0 I}{2R}$, 两个电流环的总磁矩大小为 $\sqrt{2} \pi R^2 I$.

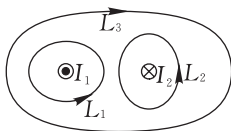
4.6 边长为 0.1 m , 匝数为 1000 的正方形线圈, 通电 0.5 A , 其磁矩大小为 $5 \text{ A} \cdot \text{m}^2$.

4.7 下图中两导线中的电流绝对值分别为 I_1, I_2 , 写出下列环路积分的值

$$\oint_{L_1} \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 I_1$$

$$\oint_{L_2} \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = -\mu_0 I_2$$

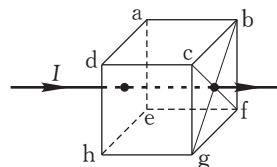
$$\oint_{L_3} \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 (I_2 - I_1)$$



$$\iint_{abcd} \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S} = 0$$

$$\oint_{bcgfb} \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 I$$

$$\iint_{bcgf} \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S} = 0$$



4.8 如下图所示, 直线电流 I 从立方体的两个相对表面的中心穿过, 则下列积分分别等于

$$\oint_{abcda} \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = 0$$

4.9 无限长的空心直螺线管, 线圈数密度为 n , 横截面积为 S , 载流 I , 则其管内的磁场 $B = \mu_0 n I$, 横截面上的磁通量为 $\mu_0 n I S$.

4.10 一个电子以速度 $\mathbf{v} = (5 \times 10^4 \mathbf{j}) \text{ m/s}$ 射入均匀磁场 $\mathbf{B} = (0.4\mathbf{i} + 0.5\mathbf{j}) \text{ T}$ 中, 受到的洛伦兹力 $\mathbf{F} = 3.2 \times 10^{-15} \mathbf{k} \text{ N}$

4.11 判断正误 :

- (1) 均匀磁场不会改变带电粒子的速率 ; [✓]
- (2) 非均匀磁场的洛伦兹力能够对运动电荷做正功 ; [✗]
- (3) 受到洛伦兹力后, 带电粒子的动能和动量都不变. [✗]

4.12 判断正误 :

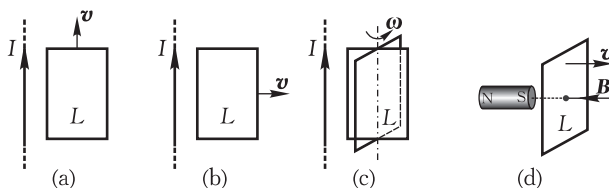
- (1) 闭合载流线圈在均匀磁场中受到的总磁场力为零 ; [✓]
- (2) 闭合载流线圈在均匀磁场中受到的磁力矩为零 ; [✗]
- (3) 电流方向相同的平行直导线相互吸引 ; [✓]
- (4) 载流长直螺线管中的多匝线圈之间相互排斥. [✗]

4.13 磁介质按照磁化率可以分为 顺磁质 、 抗磁质 、 铁磁质 三类.

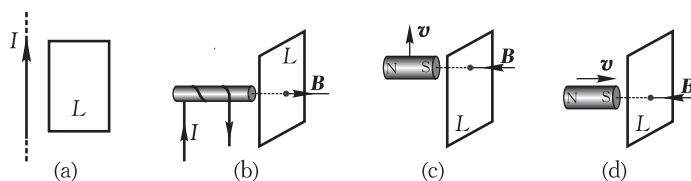
4.14 铁磁材料按照磁滞回线的形状可以分为 硬磁材料 、 软磁材料 两类.

第五章 时变电磁场

5.1 如下图所示, 导线回路 L 的形状不变, 而其位置正在发生移动. 根据楞次定律判定各回路中是否有感应电流; 若有, 请用箭头标记其环绕方向.



5.2 如下图所示, 导线回路 L 的形状与位置皆不变. 图(a)、图(b)中电流 I 正在增大; 图(c)、图(d)中的磁棒正在运动. 根据楞次定律判定各回路中是否有感应电流; 若有, 请用箭头标记其环绕方向.



5.3 边长 $D = 0.1 \text{ m}$ 的单匝正方形导线框绕其对角线以 3000 rev/min 的角速度转动, 均匀磁场 $B = 1 \text{ mT}$ 与其转轴垂直. 则导线框中的最大磁通量为 10^{-5} Wb, 最大电动势为 3.14 mV.

5.4 判定正误:

- (1) 电动势可以由保守力来担当; [×]
- (2) 静电力不可能担当电动势的角色; [✓]
- (3) 在一个孤立的电池内部, 电动势与静电力的方向相反; [✓]

5.5 感应电动势分为两类: 导体在磁场中运动产生的电动势叫做 动生电动势, 磁场分布随时间变化引起的电动势称为 感生电动势.

5.6 动生电动势的实质是运动电荷受 洛伦兹 力的结果; 感生电动势则来源于感生电场, 而感生电场是由 变化的磁场 所激发的.

5.7 在均匀的磁场 B 中, 一条长度为 l 的铁棒以速率 v 运动, 铁棒两端能够产生的最大电压值为 Blv 伏, 最小电压值为 0 伏.

5.8 判定正误:

- (1) 感生电场是由电荷产生的; [×]
- (2) 感生电场是保守场; [×]
- (3) 空间中没有磁场的位置一定没有感生电场. [×]

5.9 条形磁铁平行于大块的金属平板移动, 其N极朝向金属平板, 定性的画出磁铁N极附近的涡流与磁铁运动方向之间的关系.

5.10 某电路的电流变化引发周围另外一个电路中产生电流, 此现象叫做 互感.

5.11 自感系数为 L 的线圈, 通过电流 I , 则其储存的磁能是 $LI^2/2$.

5.12 有两个半径相接近的圆线圈, 问如何放置方可使其互感最小? 如何放置可使其互感最大?

解答: 共面同心放置互感大; 相互垂直放置互感为零.

5.13 用康铜丝绕成的标准电阻要求没有自感, 问怎样绕制方能使其自感为零? 试说明其理由.

5.14 位移电流的实质是什么? 位移电流与传导电流有什么不同?

解答: 变化的电场;

第六章 振动和波动

6.1 已知某质点在 x 轴上运动, 用国际单位制表示为 $x = 2 \cos(100\pi t + 1.5)$, 它的振幅为 2, 角频率为 100π , 频率为 50, 初相位是 1.5, 最大速率等于 200π , 最大加速度是 $20000\pi^2$

解答: 将已知等式与振动的一般形式对比:

$$x = A \cos(\omega t + \varphi_0) = A \cos(2\pi f t + \varphi_0)$$

$$v = \frac{dx}{dt}, v_m = \omega A; \quad a = \frac{dv}{dt}, a_m = \omega^2 A$$

6.2 时间 $t = 1$ 时, $x = 2 \cos(5t + 1)$ 与 $y = 3 \cos(7t + 2)$ 的相位差等于 3

解答: $(7t + 2) - (5t + 1) = (2t + 1)|_{t=1} = 3$

6.3 质量为 10.0 g 的钢球悬挂在劲度系数为 100 N/m 的弹簧下振动, 周期为 $\pi/50 \text{ s}$

解答:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

6.4 半个周期为 1 s 的摆称作秒摆, 地球上秒摆的摆长大约为 1 m

解答: $T = 2 \text{ s}, g \simeq \pi^2, T = 2\pi \sqrt{l/g}, l = T^2 g / (4\pi^2) = 1$

6.5 谐振子的位移为振幅的一半时, 其动能与总能量的比值为 3:4

解答: $x = A/2$, 总能量 $E = \frac{1}{2} k A^2$, 势能 $E_p = \frac{1}{2} k x^2 = \frac{1}{8} k A^2$, 动能 $E_k = E - E_p = \frac{3}{8} k A^2$

6.6 判定正误:

- (1) 简谐振动的初相位角在第一象限, 则初速度为负; [✓]
- (2) 简谐振动的初相位角在第三象限, 则初速度为正; [✓]
- (3) 简谐振动的初位移为正, 则初相位角在二、三象限; [×]
- (4) 简谐振动的初位移为负, 则初相位角在三、四象限; [×]
- (5) 单摆简谐振动的角频率就是摆线绕悬挂点的角速度; [×]

6.7 产生速度共振的条件是什么?

解答: 驱动力的频率等于系统固有频率

6.8 两个同方向的振动分别为 $y_1 = 3 \cos(50t + \varphi_{10})$ 、 $y_2 = 4 \cos(50t + \varphi_{20})$, 若 $\varphi_{10} - \varphi_{20} = 2\pi$, 则合振动的振幅 $A = \underline{7}$; 若 $\varphi_{10} - \varphi_{20} = 3\pi$, 则 $A = \underline{1}$; 若 $\varphi_{10} - \varphi_{20} = -90^\circ$, 则 $A = \underline{5}$

解答: $A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1 A_2 \cos \Delta\varphi}$

6.9 两个同方向的振动分别为 $x_1 = 3 \cos(2\pi 500t + 1.1)$ 、 $x_2 = 3 \cos(2\pi 498t + 1.6)$; 则拍频 $f_{\text{beat}} = \underline{2} \text{ Hz}$

6.10 频率相同的两个相互垂直的振动, 相位差是 90° , 则合振动的轨迹一般是 椭圆

6.11 振动方向与传播方向相同的波称为 纵波; 振动方向与传播方向垂直的波称为 横波

6.12 一列横波的波函数为 $y = 0.05 \cos(10\pi t - 4\pi x) \text{ SI}$, 则频率 $f = \underline{5 \text{ Hz}}$, 波长 $\lambda = \underline{0.5 \text{ m}}$, 波速 $c = \underline{2.5 \text{ m/s}}$, 座标 $x = 2 \text{ m}$ 的质点在 $t = 1 \text{ s}$ 的相位等于 $2\pi \text{ rad}$

6.13 空气中的声速约 $u = 330 \text{ m/s}$, 声音频率 $f = 1000 \text{ Hz}$, 则波长 $\lambda = \underline{0.33 \text{ m}}$; 若水中的声波波长 $\lambda = 1.5 \text{ m}$, 周期 $T = 1 \text{ ms}$, 则水声波速 $c = \underline{1500 \text{ m/s}}$

6.14 真空中的电磁波波速 $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$, 可见光的波长按照“红橙黄绿青蓝紫”的顺序依次递减, 范围是 $760 \sim 400 \text{ nm}$, 计算可见光的频率范围.

解答: $(4.0 \sim 7.5) \times 10^{14} \text{ Hz}$

6.15 波场中的介质都在参与简谐振动. 若锁定某个质元观察, 时间每增加一个周期 T , 该质元的相位增加 2π ; 若锁定某个时刻观察, 沿着波传播的方向, 距离每增大一个波长 λ , 相应质元振动的相位减小 2π .

6.16 波动由 a 点传播到 b 点的时间是 Δt , 若 a 点的振动规律是 $f(t)$, 那么 b 点的振动规律是 $f(t - \Delta t)$.

6.17 波动由 a 点传播到 b 点的距离是 l , 波长为 λ . 若 a 点的振动规律是 $A \sin(\omega t)$, 那么 b 点的振动规律是 $A \sin(\omega t - 2\pi l/\lambda)$.

6.18 判定正误:

- (1) 流体中不可以传播横波; [✓]
- (2) 固体中不可以传播纵波; [×]
- (3) 空气中的声波是纵波; [✓]
- (4) 水面波是横波; [×]
- (5) 介质的速度与波的速度是两个不同的物理量; [✓]
- (6) 介质能够随着波动一起向远方传送; [×]
- (7) 波的传播速度由介质决定; [✓]

6.19 波动绕过障碍物传播的现象叫做 衍射.

6.20 某种介质中的光速是真空光速的 $1/k$, 则该介质的折射率是 k .

6.21 驻波中静止不动的点叫做 波节, 振幅最大的点叫做 波腹; 两个波节之间的距离是波长的 0.5 倍.

6.22 一段两端固定的琴弦, 长度为 0.5 m , 它的基波波长为 1 m .

6.23 一支细长玻璃管的一端密封, 另一端开口. 在玻璃管中注入水, 可以改变其中的空气柱长度. 假设空气中的声速为 340 m/s , 想要在玻璃管中吹奏出基频为 1000 Hz 的声波, 玻璃管中的空气柱长度应为 85 mm .

6.24 电磁波垂直穿过厚度为 e 折射率为 n 的玻璃, 则玻璃中的波程为 ne .

6.25 振幅相同的普通声波 (500 Hz) 和超声波 ($50\,000 \text{ Hz}$), 后者的声强是前者的 10000 倍, 后者的声强级比前者多 40 dB .

6.26 声强级增加 1 B , 则声波的声强变成原来的 10 倍.

6.27 假设声速为 330 m/s , 高速列车鸣笛的频率为 1000 Hz , 而铁路边的执勤人员接收到的频率为 1500 Hz , 则此时列车的速度为 396 km/h .

6.28 据说俄罗斯的“米格-31”战斗机可以在高空加速到 3.2 马赫, 这表示此飞机的速度可以达到声速的 3.2 倍. 如果某战斗机以 2.0 马赫的速度巡航, 它在空气中激发的激波的半顶角大小为 30° .

第七章 波动光学

7.1 双缝的间距为 0.15 mm，在距离 1.0 m 处测得第 1 级暗纹和第 10 级暗纹之间的距离为 36 mm，则相邻明条纹的间距为 4 mm，光的波长等于 600 nm.

7.2 在双缝中某一个缝的后面覆盖一片玻璃，使得从此缝出射的光的光程增大 5λ ，则屏幕上的干涉图案将整体平移 5 个条纹.

7.3 判断正误：

- (1) 双缝的距离减小，则干涉条纹的间距增大； [✓]
- (2) 光的波长增大，则双缝干涉条纹的间距变小； [×]
- (3) 接收屏的距离增大，则双缝干涉条纹的间距变小； [×]
- (4) 用白光进行双缝干涉，零级明纹是彩色的； [×]
- (5) 将整个双缝干涉装置从空气中搬到水中，干涉条纹的间距变小； [✓]

7.4 判断正误：

- (1) 光从空气中垂直入射到玻璃上，其反射光存在半波损失； [✓]
- (2) 光从空气中垂直入射到玻璃上，其折射光存在半波损失； [×]
- (3) 光从水中垂直入射到空气中，其反射光存在半波损失； [×]
- (4) 光从水中垂直入射到空气中，其折射光存在半波损失； [×]
- (5) 雷达波从大气中近似平行入射到湖面上，其反射波存在半波损失； [✓]
- (6) 透镜的物点与像点之间的所有光线是等光程的. [✓]

7.5 判断正误：

- (1) 若尖劈膜的顶角减小，则等厚干涉条纹的间距也减小； [×]
- (2) 若尖劈膜的顶角减小，则等厚干涉条纹向顶尖方向移动； [×]
- (3) 若尖劈膜的顶角增大，则顶尖处干涉条纹的明暗交替变化； [×]
- (4) 保持尖劈膜的倾角不变而使其厚度增大，则干涉条纹向着顶尖方向移动； [✓]
- (5) 保持尖劈膜的倾角不变而使其厚度增大，则干涉条纹间距不变； [✓]
- (6) “等厚干涉”就是厚度均匀的薄膜产生的干涉. [×]

7.6 增透膜的最小光学厚度是真空波长的 1/4 倍；增反膜的最小光学厚度是真空波长的 1/4 倍.

7.7 等厚干涉中，相邻明(暗)条纹对应的薄膜厚度之差为薄膜中的波长的 0.5 倍.

7.8 在反射光干涉中，空气尖劈顶尖处的干涉条纹是明还是暗？透射光形成的空气中的牛顿环，中心点是明还是暗？

解答：暗；明

7.9 判断正误：

- (1) 若狭缝的宽度减小，则单缝衍射的中央明纹角宽度减小； [×]
- (2) 若波长减小，则单缝衍射中央明纹的角宽度减小； [✓]

(3)障碍物越小,则衍射现象越明显; [✓]

(4)波长越小,则衍射现象越明显. [×]

7.10 波长为 λ 的波在宽度为 a 的单缝上衍射,其中央明纹半角宽 $\Delta\theta = \lambda/a$;直径 $a = 11\text{ mm}$ 的凸透镜对于波长 $\lambda = 550\text{ nm}$ 的绿光的最小分辨角为 $6.1 \times 10^{-5}\text{ rad}$.

7.11 某单色光垂直照射到光栅上,光栅常数为 d ,透光部分的宽度是 a ,总缝数为 N ,第一级衍射明纹的角度为 θ ,则该光的波长为 $d \sin \theta$.

7.12 某光栅每毫米有1000条缝,波长 700 nm 的光垂直入射,能够形成3条光谱线.

7.13 太阳光是自然光,将自然光通过偏振片后,变成线偏振光;自然光在水面上的反射光是部分偏振光;自然光折射进入透明介质中的是部分偏振光.

7.14 通过偏振片观察自然光,当转动偏振片时,透射光的强度不变;通过偏振片观察线偏振光,将偏振片转动一周,光强最大会出现2次,完全变黑会出现2次.

7.15 蹲在湖边拍摄水中的鱼,如果太阳在镜头的前方,可以用一偏振片滤掉水面的反光.问偏振片的透振方向应该是水平放置还是竖直放置?

解答: 垂直

7.16 线偏振光的偏振面与偏振片的透振方向成 30° 角,透射光的强度与入射光的强度之比为 $3/4$.

第八章 热 学

8.1 空气的等效摩尔质量 $\mu = 28.9 \text{ g/mol}$, 压强为 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ 且温度为 20°C 时, 空气的密度 $\rho = 1.20 \text{ kg/m}^3$

解答:

$$pV = \frac{M}{\mu} RT \Rightarrow \rho = \frac{M}{V} = \frac{\mu p}{RT}$$

8.2 理想气体模型的基本假设是什么? 理想气体的统计假设有哪些?

解答: 略

8.3 温度为 T 的平衡态气体中, 单个氮气分子的平均动能是 $\frac{3}{2}kT$; 单个氧气分子的平均平动动能是 $\frac{3}{2}kT$, 平均转动动能为 $\frac{2}{2}kT$, 平均总动能为 $\frac{5}{2}kT$; 单个氨气分子的平均转动动能为 $\frac{3}{2}kT$, 平均总动能为 $\frac{6}{2}kT$

8.4 温度为 200 K 时, 1 mol 理想氢气分子的总平动动能为 $2.494 \times 10^3 \text{ J}$, 总转动动能 $1.663 \times 10^3 \text{ J}$, 气体的内能是 $4.157 \times 10^3 \text{ J}$

解答: 平动自由度为 3, 平动动能 $\frac{3}{2}RT$; 转动自由度 2, 转动内能 $\frac{2}{2}RT$; 总内能 $\frac{5}{2}RT$.

8.5 某理想甲烷气体的压强为 p , 体积是 V , 则该系统的内能是 $3pV$

解答: 甲烷分子的自由度 6, $E = \frac{6}{2}\nu RT = 3pV$

8.6 二氧化碳与乙炔都是直线状的分子. 二氧化碳分子 (CO_2) 的自由度是 5, 乙炔分子 (C_2H_2) 的自由度是 5

8.7 在铁路上行驶的列车, 其自由度是 1; 在海面上航行的船, 其自由度是 2

8.8 判定正误:

- (1) 分子的微观平均动能仅与温度有关, 与体积、压强无关. [✓]
- (2) 在恒温的空气中, 单个氧气分子与氮气分子的平均动能相同. [✓]
- (3) 在恒温的空气中, 氧气分子与氮气分子的平均速率相同. [✗]
- (4) 理想气体的内容仅包含分子的微观动能, 无势能. [✓]

8.9 若已知 $f(v)$ 是麦克斯韦速率分布函数, N 为总分子数, 试说明下列各式的意义:

(1) $f(v)dv$: 分子速率分布在 $v \sim v + dv$ 范围内的概率

(2) $Nf(v)dv$: 速率分布在 $v \sim v + dv$ 范围内的分子数目

(3) $\int_0^\infty v f(v)dv$: 分子速率的平均值

(4) $\int_0^\infty v^2 f(v)dv$: 分子速率平方的平均值

8.10 设单个分子质量 m , 总分子数 N , 分子速率 v , 速率分布函数 $f(v)$, 则分子的平均平动动能平均值为 $\int_0^\infty \frac{1}{2}mv^2 f(v)dv$

8.11 一定量的气体, 容积不变, 当温度增加时, 分子运动得更剧烈, 因而平均碰撞次数增多, 试问平均自由程是否因此而减小?

解答: 否

8.12 气体内产生输运现象的原因是什么? 有哪几种输运现象? 从气体动理论的观点来看, 输运现象是怎样实现的? 分子热运动和分子间碰撞在迁移现象中起什么作用?

解答: 略

8.13 系统压强 p 不变, 体积增加 ΔV , 则对外做功为 $p\Delta V$

8.14 在某个热力学过程中, 外界对系统做功 $|W|$, 系统向外释放热量 $|Q|$, 则系统内能增加量

为 $|W| - |Q|$

8.15 在等容过程中, 1 mol 氢气温度升高 2 K, 则内能增加 41.6 J, 吸热 41.6 J;

解答: $\Delta E = \frac{5}{2} \nu R \Delta T = \frac{5}{2} \times 1 \times R \times 2$

8.16 在绝热过程中, 理想气体对外做功的能量来自于 内能的减小量

8.17 分子自由度为 i 的理想气体, 其等容摩尔热容量 $C_V = \frac{i}{2} R$; 等压摩尔热容 $C_p = \frac{i+2}{2} R$

8.18 要使一热力学系统的内能增加, 可以通过 做功 或 热传递 两种方式, 或者两种方式兼用来完成.

8.19 判定正误:

- (1) 始末状态相同的两个热力学过程, 其内能的变化量一定相等; [✓]
- (2) 始末状态相同的两个热力学过程, 对外做功一定相等; [×]
- (3) 始末状态相同的两个热力学过程, 吸收的热量一定相等; [×]
- (4) 热力学第一定律本质上就是能量守恒定律; [✓]

8.20 选择: 若在某个过程中, 一定量的理想气体的内能 E 与压强 p 成正比, 则该过程为 【 C 】

- A. 等压过程 B. 等温过程 C. 等容过程 D. 绝热过程

8.21 若理想气体在循环过程中从高温热源吸热 Q_1 , 向低温热源放热 $|Q_2|$, 则它对外所做的净功为 $Q_1 - |Q_2|$, 循环的热机效率为 $1 - \frac{|Q_2|}{Q_1}$, 循环过程曲线在 $p-V$ 图上所包围的图形面积为 $Q_1 - |Q_2|$

8.22 空调机的制冷系数为 2, 则输入 W 的电能, 能够从室内吸热 $2W$, 向室外放热 $3W$

8.23 某空调的能效标识牌上写着如下文字:

能效比 3.39, 输入功率(W) 3540, 制冷量(W) 12000;

请解释这三个数字的含义.

解答: 该空调每秒消耗的电能(转化为电机做功)为 3540 J, 每秒从空气中吸热 12000 J, 向室外放热 $(3540 + 12000)$ J, 制冷系数 $12000/3540 = 3.39$.

8.24 工作在高温热源 600 K, 低温热源 300 K 之间的所有热机, 其效率不会超过 $1 - \frac{300}{600} = 50\%$

8.25 判定正误:

- (1) 循环过程曲线在 $p-V$ 上所包围的面积等于循环过程所做的净功. [✓]
- (2) 卡诺热机的效率与工质无关, 仅取决于热源的温度. [✓]
- (3) 真实热机的效率不可能超过理想卡诺热机的效率. [✓]
- (4) 热机的效率不能超过 100%. [✓]
- (5) 制冷机的制冷系数不能超过 1. [×]

8.26 判定对错:

- (1) 热量不可能自动地从低温物体传向高温物体. [✓]
- (2) 自然界进行的涉及热现象的宏观过程都具有方向性, 是不可逆的. [✓]

8.27 热力学第二定律有两种表述, 开尔文的表述为 _____;

克劳修斯表述为 _____

8.28 气体等温膨胀时, 系统吸收的热量全部用来做功, 这和热力学第二定律有没有矛盾? 为什么?

解答: 不矛盾

8.29 什么是熵和熵的增加原理?

解答: 略

第九章 近代物理

9.1 根据狭义相对论, 判定正误:

- (1) 在真空中, 光的速度与光的频率、光源的运动状态无关; [✓]
- (2) 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; [✓]
- (3) 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; [✓]
- (4) 长度、时间的测量结果都随物体与观察者的相对运动状态而改变的; [✓]

9.2 长度为 1 m 的尺子沿着长度方向匀速运动, 测得其长度收缩至 0.5 m, 则该尺子的运动速率 $v/c = \sqrt{3}/2$.

9.3 某个静止的细菌寿命为 4 s, 若该细菌匀速直线运动, 则测得其寿命为 5 s, 则运动速率 $v = 0.6c$.

9.4 在某个惯性参照系中同一地点、同一时刻发生的两个事件, 在其他惯性参照系中都是同时同地发生的, 对么?

解答: 是正确的

9.5 狭义相对论的两个基本假设是什么?

9.6 两艘飞船相对于地球以 $0.5c$ 的速度相背而行, 在地面参照系中观察, 两船的分离速率为 c ; 若以其中一艘飞船为参照物, 另外一船的速率为 $0.8c$.

9.7 静质量为 m , 速率是 v 的粒子, 其动量大小为 $\frac{mv}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$, 能量大小为 $\frac{mc^2}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$, 动能大小为 $\frac{mc^2}{\sqrt{1-v^2/c^2}} - mc^2$.

9.8 向一个绝热密闭的化工反应容器中通电 $1 \text{ kW} \cdot \text{h}$, 则系统的质量增加 $4 \times 10^{-11} \text{ kg}$.

9.9 质子在加速器中被加速, 当其动能为静能量的 4 倍时, $\sqrt{1-v^2/c^2} = 5$.

9.10 关于“不确定关系”, 判定正误:

- (1) 粒子的动量不可能确定, 但坐标可以被确定; [×]
- (2) 粒子的坐标不可能确定, 但动量可以被确定; [×]
- (3) 粒子的动量和坐标不可能同时确定; [✓]
- (4) 不确定关系不仅适用于电子和光子, 也适用于其他粒子; [✓]

9.11 光量子的能量 E 与频率 ν 的关系为 $E = h\nu$; 光量子的动量 p 与波长 λ 的关系为 $p = h/\lambda$.

9.12 量子力学的波函数的物理意义是什么?

解答:

9.13 根据不确定关系, 我们能不能不断地探测更小层次物质结构? 物质能否无限可分? 如果粒子在有限的区域内运动, 其动量能否等于零?

解答: 不能; 不能; 不能

9.14 在书写薛定谔方程时, 粒子的总能量 E 对应的微分算符是 $j\hbar \frac{\partial}{\partial t}$; 粒子的动量 p_x 对应的微分算符是 $-j\hbar \frac{\partial}{\partial x}$.

9.15 动量为 p 且沿着 x 正方向自由运动的粒子, 其波函数 $\psi(x) = Ae^{j\frac{p}{\hbar}x}$.

9.16 宽度为 a 的无限深势阱的基态波函数的波长为 $2a$, 第一激发态的波函数波长为 a .

9.17 频率为 ν 的谐振子, 其零点能为 $\frac{1}{2}h\nu$; 相邻能级的能量差为 $h\nu$.

9.18 氢原子基态的能量为 -13.6 eV , 则其第 2 能级的能量为 -3.4 eV , 第 3 能级的能量为 -1.51 eV .

9.19 若原子中的电子的主量子数是 n , 则其角量子数可以取值 $0 \sim n-1$; 若角量子数为 l , 则磁量子数可取 $2l+1$ 个不同的值.