

第一章 运动学

1. 一石子从空中由静止下落，由于空气阻力，石子并非作自由落体运动。现测得石子加速度为 $a=A-Bv$ ，其中 A 、 B 为正恒量， v 是石子的速率。在 $t=0$ 时石子开始下落，选取石子下落方向为 y 轴正向，下落起点为坐标原点，试求石子下落时的速度和运动方程。

2. 一质点沿一直线运动，其加速度为 $a=-2x$ ，式中 x 的单位为 m ， a 的单位为 m/s^2 。试求该质点的速度 v 与位置坐标 x 之间的关系。设当 $x=0$ 时， $v_0=4m/s$ 。

3. 一质点沿半径为 R 的圆周按规律 $s=v_0t-\frac{1}{2}bt^2$ 运动， v_0 和 b 都是常量。

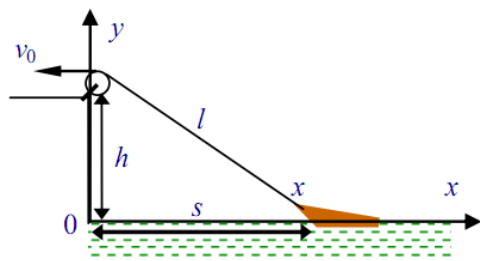
(1) 求 t 时刻质点的总加速度；

(2) t 为何值时，总加速度在数值上等于 b ？

(3) 当加速度达到 b 时，质点已沿圆周运行了多少圈？

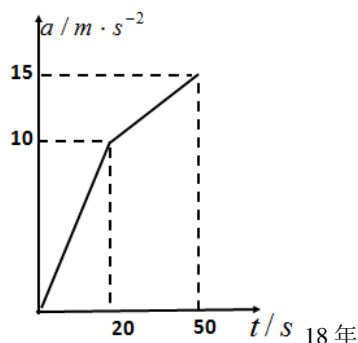
4. 一质点沿半径为 $0.1m$ 的圆周运动，其用角坐标表示的运动学方程为 $\theta=2+4t^3$ ， θ 的单位为 rad ， t 的单位为 s 。试求：(1) 在 $t=2s$ 时，质点的切向加速度和法向加速度的大小；(2) 当 θ 等于多少时，质点的加速度与半径的夹角成 45° ？

5. 在离水面高度为 h 的岸边，有人用绳子绕过岸上的定滑轮拉船靠岸，船在离岸边 s 距离处。当人以速率 v_0 匀速收绳时，试求船的速率和加速度大小（假设绳子不可伸长）。

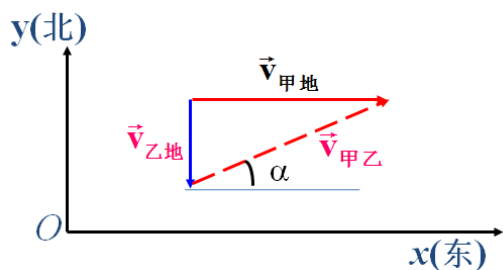


6. 在质点运动中，已知 $x=ae^{kt}$ ， $\frac{dy}{dt}=-bke^{-kt}$ ， $y|_{t=0}=b$ 。求质点的加速度和它的轨迹方程。

7. 火箭沿竖直方向由静止向上发射，加速度随时间的变化规律如图所示。试求火箭在 $t=50s$ 时燃料用完那一瞬间所能达到的高度及该时刻火箭的速度。

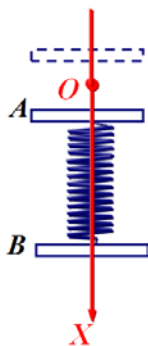


8. 甲乙两船同时航行，甲以 10 m/s 的速度向东，乙以 5 m/s 的速度向南。问：从乙船的人看来，甲的速度是多大？方向如何？反之，从甲船的人看来，乙的速度又是多大？方向如何？

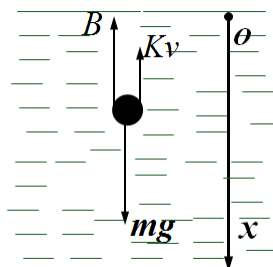


第二章 牛顿运动定律

1. 重物 A 和 B 分别重 $G_A = 200\text{N}$ 和 $G_B = 400\text{N}$ ，并以弹簧互相连接。重物 A 沿铅垂线做简谐运动。以 A 的平衡位置为坐标原点，取坐标轴正向向下，如图所示。 A 的运动学方程为 $x = h \cos \omega t$ ，其中振幅 $h = 1.0 \times 10^{-2}\text{m}$ ，圆频率 $\omega = 8\pi \text{ rad/s}$ 。弹簧的质量不计。求：(1) 弹簧对 A 的作用力 N 的最大值和最小值；(2) B 对支撑面的压力的最大值和最小值。



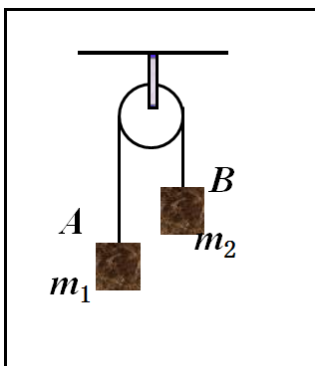
题 1



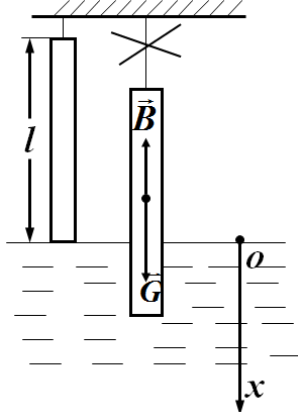
题 2

2. 有一小球在水中竖直沉降，已知小球的质量为 m ，水对小球的浮力为 B ，浮力小于重力。水对小球的阻力 R 正比于小球的速率， $R = -Kv$ ，式中负号表示阻力，常数 $K > 0$ 。在初始时刻 $t_0 = 0$ 将小球浸没在水中，小球初速度 $v_0 = 0$ 。求 t 时刻小球在水中竖直沉降的速度和下沉的距离。

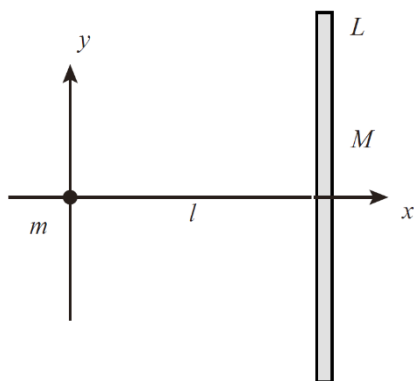
3. 电梯中有一质量可以忽略的滑轮，轮轴无摩擦，两侧用轻绳悬挂着质量分别为 m_1 和 m_2 的重物 A 和 B 。(1) 当电梯匀速上升时，求绳中张力和物体 A 相对于地面的加速度。(2) 当电梯以加速度 a_r 上升时，求绳中张力和物体 A 相对于地面的加速度。



4. 密度为 ρ 的细棒，长度 l ，面积为 1，上端用细线悬着，下端紧贴着密度为 ρ' 的液体表面。现剪断悬线，求细棒恰好全部没入水中时的沉降速度。设液体没有粘性。



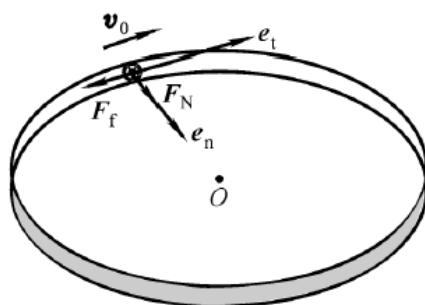
5. 如图，一质点 m 旁边放一根长度为 L 、质量为 M 的匀质杆，质点位于细杆的中垂线上，离杆的距离为 l 。求：细杆间受到质点的万有引力。



6. 光滑的水平桌面上放置一半径为 R 的固定圆环，物体紧贴环的内侧作圆周运动，其摩擦因数为 μ ，开始时物体的速率为 v_0 。

求：(1) t 时刻物体的速率；

(2) 当物体速率从 v_0 减少到 $\frac{1}{2}v_0$ 时，物体所经历的时间及经过的路程。



第三章 能量

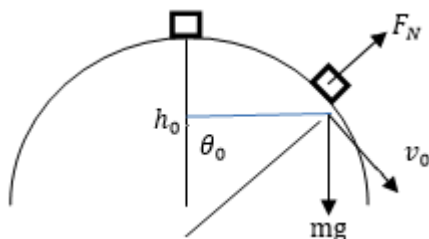
1. 某弹簧不遵守胡克定律，若施力 F ，则相应伸长 x ，力与伸长的关系为 $F=2x+3x^2(\text{SI})$ ，求：

- (1) 将弹簧从定长 $x_1=1\text{m}$ 拉伸到定长 $x_2=2\text{m}$ 时外力所需作的功；
- (2) 将弹簧横放在水平光滑桌面上，一端固定，另一端系一个质量为 0.2kg 的物体，然后将弹簧拉伸到一定长 $x_2=2\text{m}$ ，再将物体由静止释放，求当弹簧回到 $x_1=1\text{m}$ 时，物体的速率。
- (3) 该弹簧的弹性力是保守力吗？为什么？

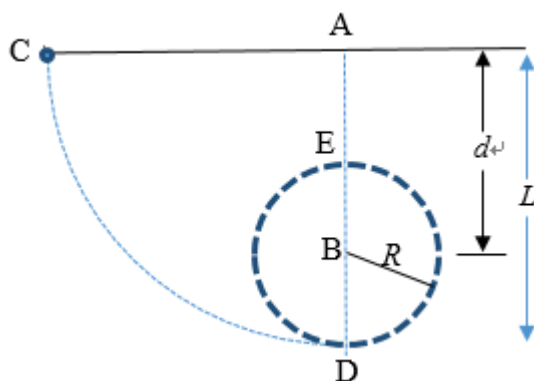
2. 一质量为 m 的陨石从距地球表面高为 h 处由静止开始落向地面，忽略空气阻力，问：

- (1) 陨石从开始到落地的下落过程中，万有引力所作的功是多少？
- (2) 陨石落地时的速率多大？（设地球质量为 M ，半径为 R ，引力常数为 G ）

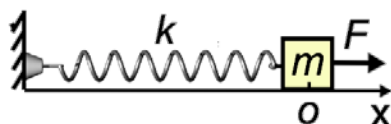
3. 由半径为 R 的光滑球面顶点处，物体 m 自静止开始滑落，求物体脱离球面时的临界角，即物体脱离球面处的半径与竖直方向的夹角。



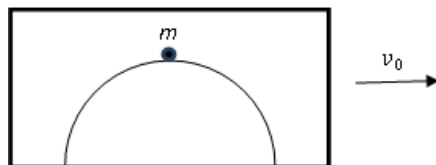
4. 有一个摆长为 L 的单摆，悬点在 A ，在 A 的垂直下方置一个小钉 B ，今使小球自 C 点释放，小球恰能绕 B 做圆周运动，问钉 B 与悬点 A 的距离 d 是多少？



5. 如图所示，在墙壁上固定一个水平放置的轻弹簧，弹簧的另一端连一质量为 m 的物体，弹簧的劲度系数为 k ，物体 m 与水平面间的摩擦系数为 μ ，开始时，弹簧没有伸长，现以恒力 F 将物体自平衡位置开始向右拉动，试求此系统所具有的最大势能。



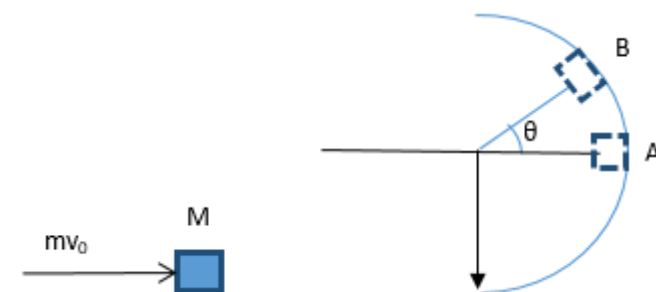
6. 大质量车厢在水平地面上以 v_0 的速度匀速向右行驶，车厢内有一半径 R 的光滑半圆柱面，顶部有一质量为 m 的小球。开始时小球静止，如图所示，而后因微小扰动向左侧下滑离开圆柱面，试求地面系下看，过程中圆柱面支持力 N 对小球所作功。



第四章 动量

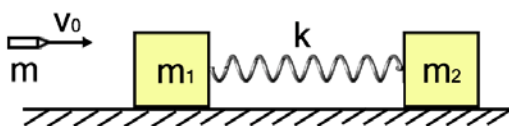
1. 假设一个质量为 0.5kg 的球被木棒击中，木棒对球的击打力满足抛物线规律，即为 t 的二次函数。已知 $t=0.5\text{ms}$ 时，力 $F(t)=0$ ； $t=2\text{ms}$ 时， $F(t)=2200\text{N}$ 且 $F'(t)=0$ 。求木棒与球刚刚脱离接触的瞬间，球的速度是多大。

2. 如图，质量 $M=0.5\text{kg}$ 的物块，自半径 $R=1.4\text{m}$ 的光滑圆弧轨道的 A 点由静止开始下滑，当它滑到光滑水平面 C 点时，有一个质量为 $m=0.02\text{kg}$ 的子弹射入木块中，使它们一起沿轨道上升，上升到 B 点时脱离轨道，求子弹射入木块前的速度（ g 取 10m/s^2 ，已知 $\theta = 30^\circ$ ）

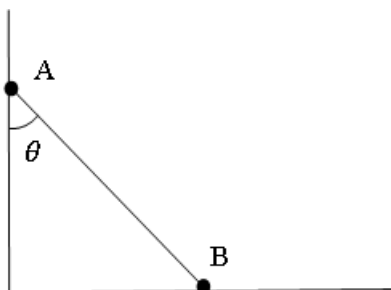


3. 如图所示，质量为 m_1 和 m_2 的两木块用劲度系数为 k 的弹簧相连，静止的放在光滑水平面上，今有一质量为 m 的子弹沿弹簧的轴线方向以速度 v_0 射入木块 m_1 后嵌在 m_1 内。试求：

- (1) 弹簧的最大压缩长度。
- (2) 木块 m_2 的最大速度和最小速度。



4. 系统如图所示，A 和 B 是两个质量均为 m 的小球，其间是一根长为 l 的轻杆，竖直线代表竖直光滑墙，水平线代表水平光滑地面，开始 $\theta = 0$ ，A、B 及杆静止，而后因微小扰动而下滑，试问 θ 达到何值时 A 球离墙？



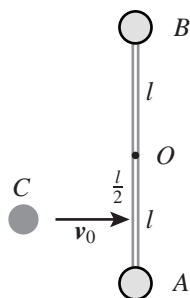
5. 一个箭体质量为 M_0 （不含燃料部分），载有燃料 m_0 的火箭在太空中由静止开始点火，燃烧后的炽热气体相对于火箭以 u 的速度向后喷出。求

(1) 燃料耗尽时火箭的速度是多少？

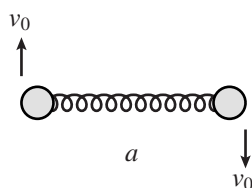
(2) 若火箭在均匀重力场 g 中垂直起飞， T 时间后燃料耗尽，则燃料耗尽瞬间火箭速度是多大？

第五章 角动量、刚体

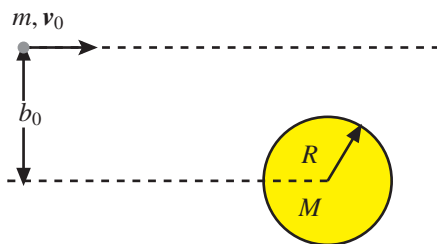
1. 光滑水平面上，质量均分为 m 的两个小钢球 A 、 B 固定在一个长为 $2l$ 的轻质硬杆的两端，中点 O 处固定可使其在水平面内转动。初始杆静止，一质量为 m 的泥球 C 以水平速度 v_0 垂直于杆的方向与 OA 连线中点处发生碰撞，碰后与杆粘在一起。求碰后杆的转动角速度。



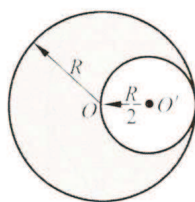
2. 质量为 m 的两个小球由一劲度系数为 k 的轻弹簧连接，放置在水平光滑平面。初始时弹簧为原长 a ，两球的初速度等大反向且垂直于连线方向。随后，弹簧达到的最大长度为 $b = 2a$ 。求：两球的初速度大小。



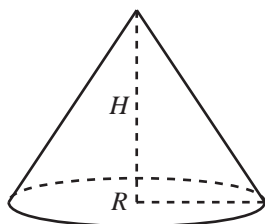
3. 宇宙飞船从远处以初速度 v_0 朝质量为 M 、半径为 R 的星球无动力飞行。星球中心到 v_0 方向线的距离 b 称为瞄准距离（一定需要 $b \geq R$ ，否则飞船一定会落到星球上）。当 $b > R$ 时，飞船不会被星球俘获，则最小瞄准距离 b_0 应该是多少？



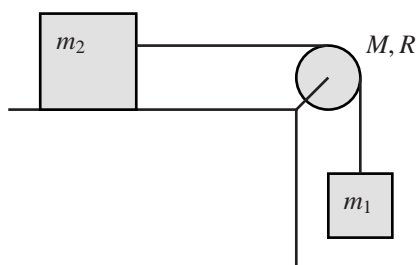
4. 从一个半径为 R 的均匀薄板上挖去一个直径为 R 的圆板，所形成的圆洞中心 O' 在距原板中心 O 处 $\frac{R}{2}$ 处，所剩薄板的质量为 m 。求此薄板对于通过原中心 O 而与板面垂直的轴的转动惯量。



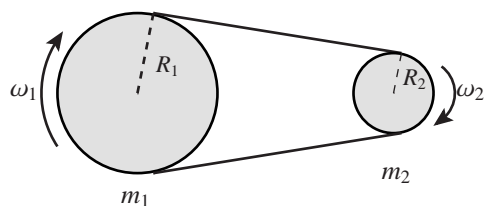
5. 质量为 m 的实心匀质圆锥，高为 H ，底面圆半径为 R 。求圆锥绕自身对称轴的转动惯量。



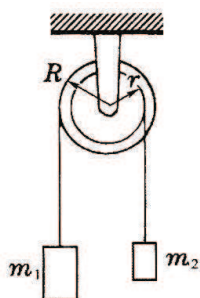
6. 系统各参数如图所示，水平面光滑，绳子与滑轮无相对滑动，转轴无摩擦。求物块的运动加速度。



7. 传送带结构中，两个均匀圆盘绕各自的轴转动，两转轴平行，且用粗糙皮带相连。圆盘半径分别为 R_1, R_2 ，质量分别为 m_1, m_2 。初始时两圆盘各自的角速度如图所示， ω_1, ω_2 同向。在皮带摩擦力的作用下，两圆盘最终与皮带达到无相对滑动。求两盘最终的角速度 ω'_1, ω'_2 。



8. 如图，在阶梯状的圆柱形滑轮上朝相反的方向绕上两根轻绳，绳端各挂物体 m_1, m_2 ，滑轮的转动惯量为 I ，求物体的加速度和绳中的张力。

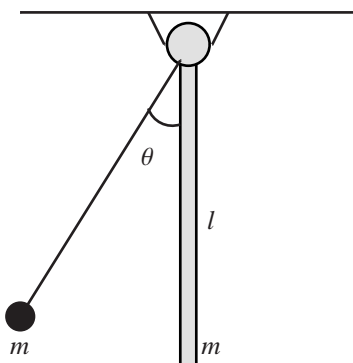


9. 一均匀细杆长为 l 、质量为 m ，放置在摩擦系数为 μ 的水平桌面上。杆以初始角速度 ω_0 绕中心 O 且垂直于桌面的轴转动，求：

(1) 作用在杆上的摩擦力矩

(2) 经过多长时间杆才会停止转动？

10. 长为 l 质量为 m 的匀质细杆可绕通过其上端的水平固定轴 O 转动。另一质量为 m 的小球，用长为 l 的轻绳系于 O 轴上。初始时杆竖直静止，将小球水平拉开一角度，使其自由下摆，并与细杆下端发生完全弹性碰撞。杆的最大摆角为 $\frac{\pi}{3}$ ，求小球初始拉开的角度 θ 。



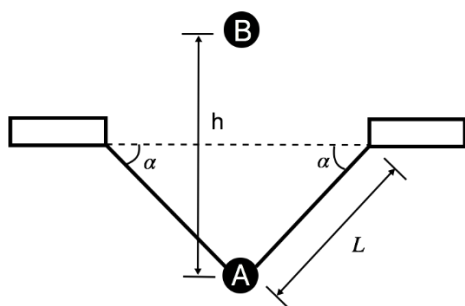
第六章 机械振动

1. 一物体作简谐振动，其速度最大值 $v_m=0.03 \text{ m/s}$ ，其振幅 $A=2\text{cm}$ 。若 $t=0$ 时，物体位于平衡位置且向 x 轴的负方向运动。求：

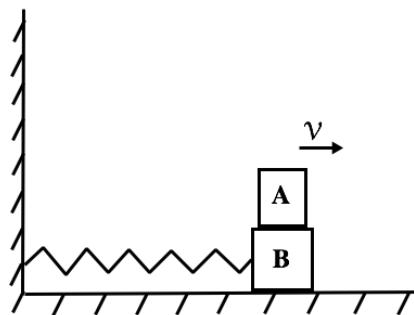
- (1) 振动周期 T ；
- (2) 加速度的最大值 a_m ；
- (3) 振动方程的数值式。

2. 如图所示，用两根长度相等的细绳悬挂一个小球 A，绳与水平方向的夹角为 α 使球 A 垂直于纸面做摆角小于 5° 的摆动，最大摆角为 θ_0 。在 $t=0$ 时刻，A 球恰好经过平衡位置，另一小球 B 从距离 A 球为 h 的正上方自由下落，若 B 球恰能击中 A 球。求

- (1) B 球的高度 h 与绳长 L 以及夹角 α 的关系；
- (2) 小球 A 的振动方程。



题 2



题 3

3. 如图示，质量为 m 的砝码 A 放置在质量为 M 的滑块 B 上，B 与弹簧相连，它们一起在光滑的水平面上作简谐运动，弹簧的劲度系数为 k ，砝码与滑块在振动过程中不发生相对运动，已知 $t=0$ 时刻，滑块恰经过平衡位置且速度为 v 。求

- (1) 滑块的振动方程；
- (2) 砝码与滑块之间的最大静摩擦系数 μ_m 最小值；
- (3) 请给出任意时刻 t ，系统的动能和势能。

4. 已知两谐振动的运动方程： $x_1 = 3\cos\left(10t + \frac{\pi}{3}\right)$ ， $x_2 = \sqrt{3}\cos\left(10t + \frac{5\pi}{6}\right)$ 。式中

各物理量为国际单位制(SI)。求

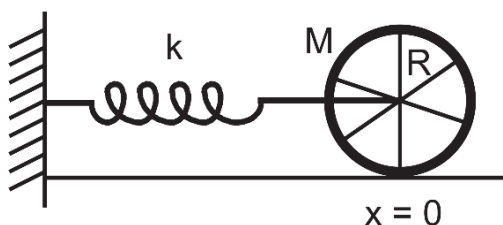
- (1) 合成振动的振幅和初位相；
- (2) 如另有第三个谐振动 $x_3 = 9\cos(10t + \varphi_3)$ ，则 φ_3 应为何值，才能使 $x_1 + x_3$ 的合

振动振幅最大？又 φ_3 应为何值，才能使 $x_1 + x_2 + x_3$ 的合振动振幅最小？

5*(选做). 如图所示，有一轮子质量为 M ，与劲度系数为 k 的弹簧的一端连接，在竖直平面内沿水平方向运动（质心围绕着平衡点 $x=0$ 处作简谐运动）。弹簧以及轮子辐条的质量可忽略，轮子与地面无相对滑动。求

(1) 用 k, M, R, x 给出系统总能量的表达式（因为轮子辐条质量可忽略，轮子的转动惯量为 MR^2 ）；

(2) 给出轮子围绕平衡点附近的简谐振动的角频率。



第七章 机械波

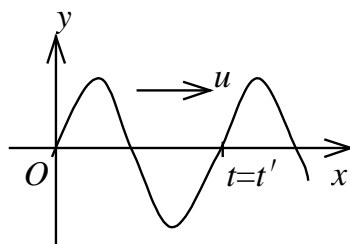
1. 已知一平面简谐波的表达式为 $y = 0.02\cos(4\pi t + 2\pi x)(SI)$.

- (1) 求该波的波长 λ , 频率 ν 和波速 u 的值;
- (2) 求 $x_1 = 0.2\text{m}$ 处和 $x_2 = 0.7\text{m}$ 处二点振动的相位差;
- (3) 写出 $t = 0.6\text{ s}$ 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 x_m ;
- (4) 求 $t = 0.6\text{ s}$ 时离坐标原点最近的那个波峰通过坐标原点的时刻 t .

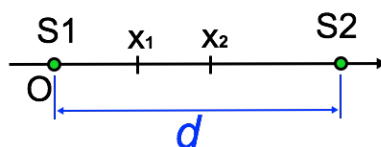
2. 平面简谐波沿 x 轴正方向传播, 振幅为 2cm , 频率为 50Hz , 波速为 200m/s 。在 $t=0$ 时, $x=0$ 处的质点正在平衡位置向 y 轴正方向运动, 求 $x=4\text{m}$ 处媒质质点振动的表达式及该点在 $t=2\text{s}$ 时的振动速度。

3. 一平面简谐波沿 x 轴正向传播, 其振幅为 A , 频率为 ω , 波速为 u 。设 $t = t'$ 时刻的波形曲线如图所示。求:

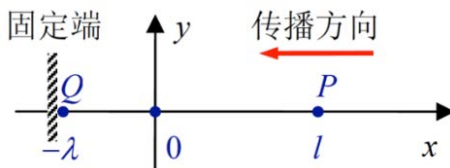
- (1) $x = 0$ 处质点振动方程;
- (2) 该波的表达式。



4. 如图所示, 两相干波源在 x 轴上的位置为 S_1 和 S_2 , 其间距为 $d = 30\text{ m}$, 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。 $x_1 = 9\text{ m}$ 和 $x_2 = 12\text{ m}$ 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。



5. 如图, 一列平面简谐横波沿着 x 轴负方向传播, 波长为 λ , 角频率为 ω 。P 点距离原点为 l , 已知 P 点的振幅为 A , $t_0 = 0$ 时 P 点的位移 $A/2$, 速度方向指向平衡位置。



- (1) 试求 P 点的振动方程, $y_P = ?$
 - (2) 写出此平面简谐波的波函数.
 - (3) 若此平面简谐波在距离原点一个波长处的 Q 点发生反射, $x_Q = -\lambda$, 且 Q 点为固定端, 求反射波的波函数.
6. 两辆汽车 A, B 分别以 40m/s , 20m/s 的速率在马路上相向而驶, 此时汽车 A 按下喇叭. 已知汽车 A 的喇叭发出的声音频率为 400Hz , 声音在空气中的传播速度为 340m/s , 求
- (1) 站在汽车 A 车头正前方地面上的人听到的声音频率;
 - (2) 汽车 B 的司机听到的声音频率.

第十四章 相对论

1. 宇宙飞船相对于地面以速度 v 作匀速直线飞行，某一时该飞船头部的宇航员向飞船尾部发出一个光讯号，经过 Δt （飞船上的钟）时间后，被尾部的接收器收到，则飞船的固有长度是_____。

2. 1905 年爱因斯坦提出了狭义相对论，狭义相对论是以两条基本假设为前提的，这两条基本假设是()

- A 同时的绝对性与同时的相对性
- B 运动的时钟变慢与运动的尺子缩短
- C 时间间隔的绝对性与空间距离的绝对性
- D 相对性原理与光速不变原理

3. S 系中平面上一个静止的圆的面积为 12 cm^2 ，已知 S' 系在 $t = t' = 0$ 时与 S 系坐标轴重合，以 $-0.8c$ 的速度沿公共轴 $x-x'$ 运动，则在 S' 系测得该圆面积为_____？

4. 一艘宇宙飞船的船身固有长度为 $L_0 = 90\text{ m}$ ，相对于地面以 $v_0 = 0.8c$ （ c 为真空中光速）的速度在一观测站的上空飞过。

- (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？

5. S 系中记录到两事件空间间隔 $\Delta x = 600\text{ m}$ ，时间间隔 $\Delta t = 8 \times 10^{-7}\text{ s}$ ，而 s' 系中记录 $\Delta t' = 0$ ，则 s' 系相对 s 系的速度为_____。

6. 一立方体，沿其一棱的方向以速度 v 运动。试证其体积和密度为 $V = V_0 \sqrt{1 - \beta^2}$ 和 $\rho = \gamma^2 m_0 / V_0$ 。式中 m_0 、 v_0 为静止质量和体积， $\beta = v/c$ $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}}$ 。

7. 设某微观粒子的总能量是它静止能量的 k 倍，则其运动速度的大小是_____
8. 实验室中观察到宇宙射线一介子的寿命是它的固有寿命的 8 倍，则介子的动能是_____。
- （已知该介子的静止质量为 m_0 ）

第八章 热力学

1. 1mol 单原子理想气体从 300K 加热到 350K,

(1) 容积保持不变;

(2) 压强保持不变;

问在这两个过程中各吸收了多少热量? 增加了多少内能? 对外做了多少功?

2. 压强为 $1.0 \times 10^5 \text{Pa}$, 体积为 0.0082m^3 的氮气, 从初始温度 300K 加热到 400K, 如加热时(1)体积不变(2)压强不变, 问各需热量多少? 哪一个过程所需热量大? 为什么?

3. 有一定的理想气体, 其压强按 $p = \frac{C}{V^2}$ 的规律变化, C 是个常量. 求气体从容积 V_1 增加到 V_2 所做的功, 该理想气体的温度是升高还是降低?

4. 1mol 的氢, 在压强为 $1.0 \times 10^5 \text{Pa}$, 温度为 20°C 时, 其体积为 V_0 . 今使它经以下两种过程达到同一状态:

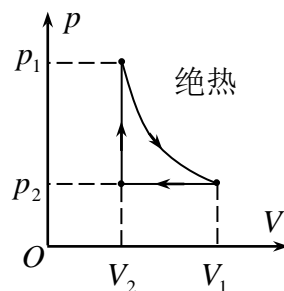
(1) 先保持体积不变, 加热使其温度升高到 80°C , 然后令它作等温膨胀, 体积变为原体积的 2 倍;

(2) 先使它作等温膨胀至原体积的 2 倍, 然后保持体积不变, 加热使其温度升到 80°C . 试分别计算以上两种过程中吸收的热量, 气体对外作的功和内能的增量; 并在 P - V 图上表示两过程。

5. 有单原子理想气体, 若绝热压缩使其容积减半, 问气体分子的平均速率变为原来的速率的几倍? 若为双原子理想气体, 又为几倍?

6. 1 摩尔理想气体在 400K 与 300K 之间完成一个卡诺循环, 在 400K 的等温线上, 起始体积为 0.0010m^3 , 最后体积为 0.0050m^3 , 试计算气体在此循环中所作的功, 以及从高温热源吸收的热量和传给低温热源的热量。

7. 一热机在 1000K 和 300K 的两热源之间工作。如果 (1) 高温热源提高到 1100K, (2) 低温热源降到 200K, 求理论上的热机效率各增加多少? 为了提高热机效率哪一种方案更好?

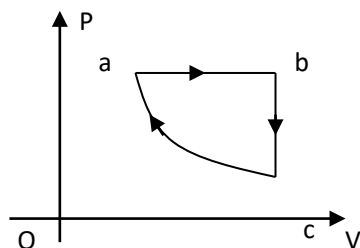


8. 以理想气体为工作热质的热机循环，如图所示。试证明其效率为

$$\eta = 1 - \gamma \frac{\left(\frac{V_1}{V_2}\right) - 1}{\left(\frac{P_1}{P_2}\right) - 1}$$

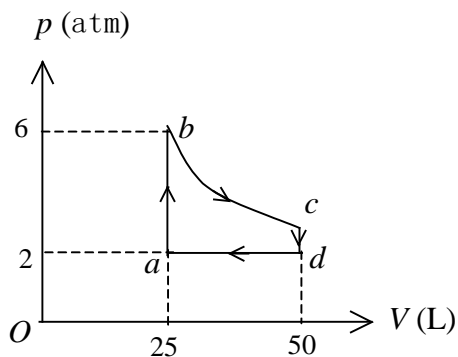
9. 有 5 摩尔单原子理想气体作如图所示正循环，ca 是等温过程，已知： $P_a = 4.15 \times 10^5 \text{ Pa}$ ， $V_a = 2.0 \times 10^{-2} \text{ m}^3$ ， $V_b = 3.0 \times 10^{-2} \text{ m}^3$ 。求：

- (1) 气体在 ab 过程中吸收的热量；
- (2) 气体在 bc 过程中内能的增量；
- (3) 该循环的效率是多少？

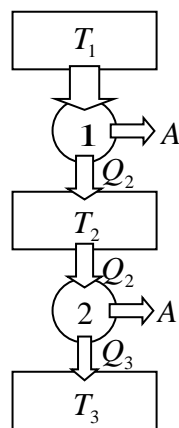


10. 气缸内贮有 36g 水蒸汽(视为刚性分子理想气体)，经 abcda 循环过程如图所示。其中 a—b、c—d 为等体过程，b—c 为等温过程，d—a 为等压过程。试求：

- (1) d—a 过程中水蒸气作的功 W_{da}
- (2) a—b 过程中水蒸气内能的增量 ΔE_{ab}
- (3) 循环过程水蒸气作的净功 W
- (4) 循环效率



题 10



题 11

11. 两部可逆机串联起来，如图所示。可逆机 1 工作于温度为 T_1 的热源 1 与温度为 $T_2 = 400 \text{ K}$ 的热源 2 之间。可逆机 2 吸收可逆机 1 放给热源 2 的热量 Q_2 ，转而放热给 $T_3 = 300 \text{ K}$ 的热源 3。在两部热机效率和作功相同的情况下，求 T_1 。

12. 一热机每秒从高温热源 ($T_1=600\text{K}$) 吸取热量 $Q_1=3.34\times 10^4\text{J}$, 做功后向低温热源 ($T_2=300\text{K}$) 放出热量 $Q_2=2.09\times 10^4\text{J}$,

(1)问它的效率是多少? 它是不是可逆机?

(2)如果尽可能地提高热机的效率, 问每秒从高温热源吸热 $3.34\times 10^4\text{J}$, 则每秒最多能做多少功?

第九章 分子动理论

1. 有一水银气压计，当水银柱高度为 0.76m 时，管顶离水银柱液面为 0.12m。管的截面积为 $2.0 \times 10^{-4} \text{m}^2$ 。当有少量氢气混入水银管内顶部，水银柱高度下降为 0.60m。此时温度为 27°C ，试计算有多少质量氢气在管顶？（氢气的摩尔质量为 0.004kg/mol ，0.76m 水银柱压强为 $1.013 \times 10^5 \text{Pa}$ ）

2. 一体积为 $1.0 \times 10^{-3} \text{m}^3$ 容器中，含有 $4.0 \times 10^{-5} \text{kg}$ 的氮气和 $4.0 \times 10^{-5} \text{kg}$ 的氢气，它们的温度为 30°C ，试求容器中的混合气体的压强。

3. 计算在 300K 温度下，氢、氧和水银蒸气分子的方均根速率和平均平动动能。

4. (1) 有一带有活塞的容器中盛有一定量的气体，如果压缩气体并对它加热，使它的温度从 27°C 升到 177°C 、体积减少一半，求气体压强变化多少？(2) 这时气体分子的平均平动动能变化了多少？分子的方均根速率变化了多少？

5. 恒星的温度可达到约 $1.0 \times 10^8 \text{K}$ ，这是发生聚变反应（也称热核反应）所需的温度。通常在此温度下恒星可视为由质子组成。求(1)质子的平均动能是多少？(2)质子的方均根速率为多大？

6. 一容器被中间的隔板分成相等的两半，一半装有氢气，温度为 250K；另一半装有氧气，温度为 310K。二者压强相等。求去掉隔板两种气体混合后的温度。

7. 求氢气在 300K 时分子速率在 $v_p - 10 \text{ m/s}$ 到 $v_p + 10 \text{ m/s}$ 之间的分子数占总分子数百分比。

8. 导体中自由电子的运动类似于气体分子的运动。设导体中共有 N 个自由电子。电子气中电子的最大速率 v_F 叫做费米速率。电子的速率在 v 与 $v + dv$ 之间的概率为：

$$\frac{dN}{N} = \begin{cases} \frac{4\pi V^2 A dv}{N}, & V_F > V > 0 \\ 0, & V > V_F \end{cases}$$

式中 A 为归一化常量。

(1)由归一化条件求 A 。

(2)证明电子气中电子的平均动能 $\bar{\omega} = \frac{3}{5}(\frac{1}{2}mv_F^2) = \frac{3}{5}E_F$ ，此处 E_F 叫做费米能。

9. 电工元件真空管中的真空度为 $1.33 \times 10^{-3} \text{Pa}$ ，试求在 27°C 时单位体积中的分子数及分子碰撞自由程（设分子的有效直径 $3.0 \times 10^{-10} \text{m}$ ）。

10. 设氮分子的有效直径为 10^{-10}m ，

(1)求氮气在标准状态下的平均碰撞次数；

(2)如果温度不变，气压降到 $1.33 \times 10^{-4} \text{Pa}$ ，则平均碰撞次数又为多少？