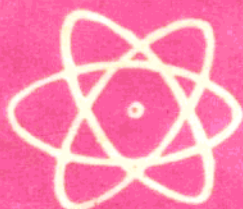


物理竞赛试题解答



WULI JINSAISHITI

興市教育局教研室編

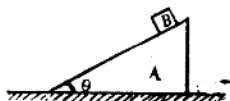
目 录

一、北京市(东城区)物理竞赛试题及参考答案	271
二、北京市(西城区)物理竞赛试题及参考答案	279
三、上海市物理竞赛试题及参考答案	289
四、上海市物理决赛试题及参考答案	1
五、天津市物理竞赛试题及参考答案	
(一试、二试)	11
六、湖北省物理竞赛试题及参考答案	
(一试、二试)	33
七、湖南省物理竞赛试题及参考答案	59
八、山东省物理竞赛试题及参考答案	67
九、江苏省物理竞赛试题及参考答案	83
十、福建省物理竞赛试题及参考答案	95
十一、福州市物理竞赛试题及参考答案	108
十二、南昌市物理竞赛试题及参考答案	123
十三、河北省物理拟赛题选及参考答案	127
十四、内蒙古自治区物理竞赛试题	138
十五、黑龙江省物理竞赛试题及参考答案	
(一试、二试)	141
十六、云南省物理竞赛试题及参考答案	161
十七、贵州省物理竞赛试题及参考答案	
(一试、二试)	174
十八、宁夏回族自治区物理竞赛试题	

(一 试、二 试)	191
十九、四川省物理竞赛试题	
(一 试、二 试)	203
二十、安徽省物理竞赛试题及参考答案	208
二十一、浙江省物理竞赛试题	
(一 试、二 试)	223
二十二、新疆维吾尔自治区物理竞赛试题	
(一 试、二 试)	230
二十三、广西壮族自治区物理竞赛试题及参考答案	
(一 试、二 试)	236
二十四、广东省物理竞赛试题及参考答案	247
二十五、山西省物理竞赛试题及参考答案	
(一 试、二 试)	256
二十六、辽宁省物理竞赛试题及参考答案	295

上海市物理决赛试题及参考答案

【1】一个质量为 M ，角度为 θ 的楔形斜面 A ，放在粗糙的水平面上，斜面上有一个质量为 m 的物体 B ，沿斜面滑下(如图)，若 A 、 B 之间的滑动摩擦系数为 μ ，且 B 滑下时， A 保持静止不动，求 A 对地面的作用力。



解：对物体 B 来说，它受到三个力的作用，重力 mg ，动摩擦力 μN 及斜面推力 N 。

$$N = mg \cos \theta$$

$$\mu N = \mu mg \cos \theta$$

对物体 A 来说，除了 N 的反作用力 N' 及摩擦力 $\mu N'$ 之外，还有其本身的重力 Mg ，水平面的推力 N_1 及摩擦力 f 。

将 N' 及 $\mu N'$ 分别沿水平方向和竖直方向分解成

$$N' \sin \theta \quad N' \cos \theta$$

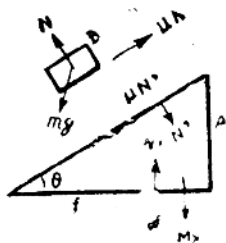
$$\mu N' \cos \theta \quad \mu N' \sin \theta$$

由于 A 是静止的，因此

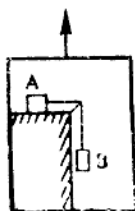
$$\begin{aligned} N_1 &= Mg + \mu N' \sin \theta + N' \cos \theta \\ &= Mg + \mu mg \cos \theta \sin \theta + mg \cos^2 \theta. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f &= N' \sin \theta - \mu N' \cos \theta \\ &= mg \cos \theta (\sin \theta - \mu \cos \theta) \end{aligned}$$

A 对地面的作用是 f 和 N_1 的反作用力，它们作用在水平面上，方向跟图中 A 物受力方向相反。



【2】电梯内水平桌上有一20千克的物体A，它用轻绳经过一质量可以忽略的滑轮后，挂一个5千克的物体B（如图），A与桌面间的滑动摩擦系数等于0.2。



(A) 如果电梯静止不动，求A的加速度和绳的张力。

(B) 如果电梯以10米/秒的速度匀速向上运动，求A的加速度和绳的张力。

(C) 如果电梯以 $a=g$ 的加速度向下运动，求A的加速度和绳的张力。

(D) 如果电梯以 $a=g$ 的加速度向上运动，求A的加速度和绳的张力（设重力加速度 $g=10\text{米/秒}^2$ ）。

解：(A) 电梯静止时，

$$N = m_A g$$

$$T - \mu N = T - \mu m_A g = m_A a_1$$

$$m_B g - T = m_B a_1$$

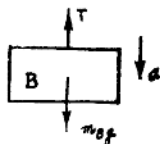
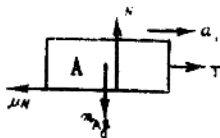
$$\therefore a_1 = \frac{(m_B - \mu m_A)}{m_A + m_B} g$$

$$T = m_B (g - a_1)$$

$$= m_B \cdot \frac{(1 + \mu) m_A g}{m_A + m_B}$$

$$\therefore a_1 = \frac{5 - 0.2 \times 20}{5 + 20} \times 10 = \frac{2}{5} (\text{米/秒}^2)$$

$$T = 5 \left(10 - \frac{2}{5} \right) = 50 - 2 = 48 (\text{牛顿})$$



(B) 电梯匀速上升时, a_1 、 T 与(A)相同。

(C) 如 $a=g$ 向下运动时, $m_A g - N_1 = m_A a$, $N_1 = 0$,
 摩擦力 $\mu N_1 = 0$, $T = m_A a$, $m_B g - T = m_B (a_2 + g)$,
 $m_B g - m_A a_2 = m_B a_2 + m_B g$, $(m_A + m_B) a_2 = 0$
 $\therefore a_2 = 0 \quad T = 0$

(D) 如 $a=g$ 向上运动时, $N_1 - m_A g = m_A a$, $N = 2m_A g$,
 $\mu N_1 = 2\mu m_A g$. $T - 2\mu m_A g = m_A a$, $m_B g - T = m_B (a - g)$,
 $m_B g - 2\mu m_A g = m_A a + m_B a - m_B g$

$$a = \frac{2m_B g - 2\mu m_A g}{m_A + m_B} = \frac{10 \times (10 - 2 \times 0.2 \times 20)}{25}$$

$$= \frac{4}{5} \text{ (米/秒}^2\text{)}$$

$$T = 2\mu m_A g + m_A a$$

$$= 2 \times 0.2 \times 20 \times 10 + 20 \times \frac{4}{5} = 96 \text{ (牛顿)}$$

【3】一人造地球卫星, 绕地球作匀速圆周运动, 它距离地面的高度 h 跟地球半径 R 是可以比拟的, 如果物体在地球表面的重力加速度为 g , 求用 h 、 R 、 g 表示的人造地球卫星的速率。

解: 人造地球卫星受到的万有引力等于它作圆周运动的向心力, 所以

$$G \frac{Mm}{(R+h)^2} = \frac{mv^2}{R+h} \quad v^2 = \frac{GM}{R+h} \quad v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$$

人造地球卫星在地球上的重量 mg 等于它受到的引力,

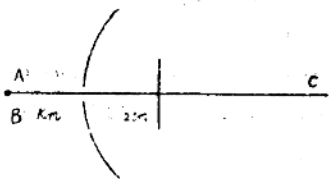
所以 $mg = G \frac{mM}{R^2} \quad GM = R^2 g$

$$\therefore v = \sqrt{\frac{R^2 g}{R+h}} = R \sqrt{\frac{g}{R+h}}$$

式中 G ：万有引力常数 M ：地球质量

m ：人造地球卫星质量

【4】下图是紫外显微镜中牛顿物镜的原理图。在一凹



面反射镜的中心开一小孔，凹面镜的曲率半径为 8 厘米，

在镜心右侧 2 厘米处有一个小平面镜。若在凹面镜

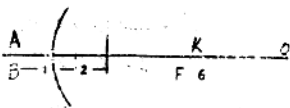
左方距小孔 1 厘米处有一小

物 AB ，长 0.1 厘米，试求

AB 通过此系统后成像的位置和大小，并说明象的性质。

解：如右图，平面镜对 AB 所成象 $A'B'$ 在平面镜之右 3cm 处，它与镜面顶点的距离为

3 + 2 = 5cm，此即相对于凹面镜的物距。



又已知凹面镜的曲率半径为

8cm，故知其焦距 $f = 4cm$ 。将以上数据代入凹面镜成像公

式： $\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$ ， $\frac{1}{v} = \frac{1}{f} - \frac{1}{u} = \frac{1}{4} - \frac{1}{5} = \frac{1}{20}$

$\therefore v = 20cm$ ，位于镜的右方。

平面镜第一次成像的大小与物同大，且为正立。故相对于凹面镜的物大为 $A'B' = AB = 0.1cm$

经凹面镜放大后的象大 $A''B''$ 为：

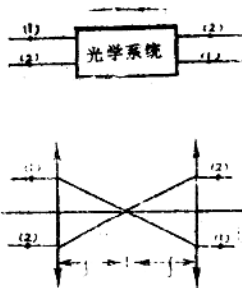
$$\frac{A''B''}{A'B'} = \frac{v}{u} = \frac{20}{5} = 4$$

$$A''B'' = 4 \times A'B' = 0.4cm$$

因对于凹镜面来说，其物距 $u = 5cm$ ，大于其焦距，但小于曲率半径，故知最后所成象为放大、倒立的实象。

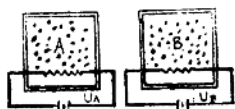
【5】设计一个光学系统，要求入射的平行光束经过这一系统后，出射的光束仍为平行光束，光束的大小不变，但上下、左右的光线对换了位置（参见右图）。

解：此系统为两个焦距相等，焦点重合的薄凸透镜组成的光学系统。



【6】在两个容积相同的密闭绝热容器A和B内，贮有状态完全相同的气体，内装有阻值相同的电热丝，它们分别接到电压不同的电源上， $U_A = 1.5U_B$ ，经过一定时间后，

容器B内的气体压强比原来增加了0.2大气压，问容器A的气体压强增加了多少？（设容器的容积不变。电阻随温度变化的影响可忽略。）



解：功 $W_A = \frac{U_A^2}{R} t$, $W_B = \frac{U_B^2}{R} t$

热量 $Q_A = W_A = mc\Delta T_A$, $Q_B = W_B = mc\Delta T_B$

$$\frac{W_A}{W_B} = \frac{\Delta T_A}{\Delta T_B} = \frac{U_A^2}{U_B^2} = (1.5)^2 = 2.25$$

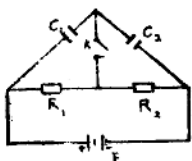
根据气态方程 $\frac{PV}{T} = \frac{P_0 V_0}{T_0}$,

因 $V = V_0$, $\frac{P}{T} = \frac{T_0}{P_0}$, $\frac{\Delta P}{P_0} = \frac{\Delta T}{T_0}$, $\Delta P = \frac{\Delta T}{T_0} P_0$

在A、B容器内原来 P_0 、 T_0 相同，

$$\therefore \frac{\Delta P_A}{\Delta P_B} = \frac{\Delta T_A}{\Delta T_B} = 2.25$$

$$\therefore \Delta P_A = 2.25 \quad \Delta P_B = 0.45 \text{ 大气压}$$



【7】在图示线路中，已知

$C_1 = 3$ 微法， $C_2 = 1$ 微法，
 $R_1 = 3$ 千欧姆， $R_2 = 1$ 千欧姆，
 接上电源 $E = 12$ 伏特（内阻不计）对 C_1 、 C_2 充电。稳定后，
 将开关 K 接通。

(A) 在图上用箭头画出开关 K 接通的瞬间，通过 K 的电流方向以及 C_2 、 C_1 重新充电（或放电）的电流方向。

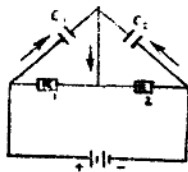
(B) 求电路重新达到稳定后， C_1 和 C_2 上电量的变化值 ΔQ_1 和 ΔQ_2 。

解：电流方向如图所示。

K 接通前， $Q_{10} = Q_{20} = Q$ ，

$$= \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} E$$

$$= \frac{3}{4} \cdot 12 = 9 \text{ 微库。}$$



$$K \text{ 接通后，} U_{R1} + U_{R2} = E, \quad \frac{U_{R1}}{U_{R2}} = \frac{R_1}{R_2}$$

$$U_{R1} = 9 \text{ 伏}$$

$$U_{R2} = 3 \text{ 伏}$$

$$Q_1 = C_1 U_{R1} = 27 \text{ 微库，} \quad \Delta Q_1 = +18 \text{ 微库 (充电)}$$

$$Q_2 = C_2 U_{R2} = 3 \text{ 微库，} \quad \Delta Q_2 = -6 \text{ 微库 (放电)}$$

或另一解：

$$\Delta Q_1 = C_1 \Delta U_1 = C_1 (U_{R1} - U_{C1}) = +18 \text{ 微库}$$

$$\Delta Q_2 = C_2 \Delta U_2 = C_2 (U_{R2} - U_{C2}) = -6 \text{ 微库}$$



【8】一个质量 $m = 0.016$ 千克, 长 $l = 0.5$ 米, 宽 $d = 0.1$ 米, 电阻 $R = 0.1$ 欧姆的矩形线圈, 从 $h_1 = 5$ 米高处由静止开始自由落下(如图), 然后进入一个均匀磁场。刚进入磁场时, 由于磁力作用, 线圈正好作匀速运动。

(A) 求磁场的磁感应强度 B 。

($g = 10$ 米/秒²)

(B) 如果线圈的下边通过磁场所经历的时间 $\Delta t = 0.15$ 秒, 求磁场区域的高度 h_2 。

解: (1) $v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 5} = 10$ 米/秒

$$mg = 1 B d = \frac{E}{R} B d = \frac{d v B}{R} B d$$

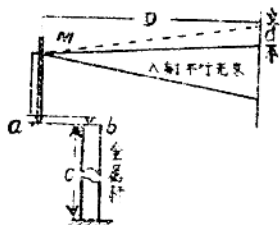
$$B = \sqrt{\frac{mgR}{vd^2}} = \sqrt{0.16} = 0.4 \text{ 特斯拉}$$

$$(2) \text{ 匀速运动时间 } \Delta t_1 = \frac{l}{v} = \frac{0.5}{10} = 0.05 \text{ 秒}$$

$$\text{加速运动时间 } \Delta t_2 = \Delta t - \Delta t_1 = 0.15 - 0.05 = 0.1 \text{ 秒}$$

$$h_1 \times 2l + (v\Delta t_2 + \frac{1}{2}g\Delta t_2^2) = 1 + 1.5 + 0.05 = 1.55 \text{ 米}$$

【9】如图。这是一个测量金属作有线膨胀系数的装置。 M 为一平面镜, 平行光束照射到镜面上, 反射后在直尺上形成光斑。镜的支架一端 a 放在一固定的平台上, 另一端 b 支撑在金属杆的上端, 杆的底端则固定。当杆受热膨胀时, 其长度 L 伸



长，将镜架的 b 端抬高，使反射后的光斑在直尺上移过距离 d 。已知镜尺距离 $D = 100$ 厘米，镜架两支点 ab 间的距离 $l = 5$ 厘米，金属杆的长度 $L = 50$ 厘米，温度升高 50°C ，尺上光斑移过的距离 $d = 2$ 厘米，试求金属杆的线膨胀系数。

(本题中所涉及的角度都很小，可作 $\text{tg}\alpha = \sin\alpha = \alpha$ 的近似)

解：令 $\Delta\alpha$ 为镜面法线转过的角度，它等于镜架转过的角度，但为反射光线转过角度的一半。

$$\therefore \Delta\alpha = \frac{\Delta l}{l} = \frac{1}{2} \cdot \frac{d}{D}$$

Δl 为杆的伸长，由热膨胀： $\Delta l = L\alpha T$ ， T 为杆的温升。

α 为线膨胀系数，将两式合并，得：

$$\alpha = \frac{\Delta L}{LT} = \frac{1}{LT} \cdot \frac{ld}{2D}$$

代入数字，得 $\alpha = \frac{5 \times 2}{50 \times 50 \times 2 \times 100} = 2 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$

【10】右图 AB 是光滑曲面， BC 是光滑水平面。一质量为 m 的质点 P ，从 AB 上某一高度处无初速地滑下，它跟



静止在 BC 平面上的质量为 M 的质点 Q 相碰撞，设碰撞是完全弹性的，碰撞后 P 又沿原路返回，并沿 BA 上升，后来它又从曲面上滑下，并跟 Q 作第二次碰撞，问：

(A) 第一次碰撞后， P 的速度是多少？

(B) 如果它们能够发生第二次碰撞， $\frac{m}{M}$ 必须满足什么条件？

(C) 如果要使 P 在第二次碰撞后的速度与碰撞前的速度方向相反, $\frac{m}{M}$ 必须满足什么条件?

解: (A) 设 P 在碰撞前的速度是 v_0

P 在碰撞后的速度是 v_1

Q 在碰撞后的速度是 V_1

$$\text{则} \quad mv_0 = mv_1 + MV_1 \quad (1)$$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}MV_1^2 \quad (2)$$

$$\text{由(1)得} \quad m(v_0 - v_1) = MV_1$$

$$\text{由(2)得} \quad m(v_0 - v_1)(v_0 + v_1) = MV_1^2$$

$$\therefore \quad v_0 + v_1 = V_1$$

$$\therefore \quad v_1 = \frac{m-M}{m+M}v_0 \quad (3)$$

$$V_1 = v_0 + v_1 = \frac{2m}{m+M}v_0 \quad (4)$$

(B) 注意在(1)式 v_1 的方向是由 B 指向 C 的, 如果能按原路返回, 它应取负值, 即必须有 $M > m$ 。

由于曲面及平面都是光滑的, 因此当它第二次从斜面滑到平面上时, 速率不变, 但方向相反, 即在发生第二次碰撞前, 速度变成了 $-v_1$, 而如果能碰上 Q , 必须有 $-v_1 > v_1$

将(3)(4)式代入

$$\begin{aligned} \frac{M-m}{m+M}v_0 &> -\frac{2m}{m+M}v_0 \\ \frac{m}{M} &< \frac{1}{3} \end{aligned} \quad (5)$$

(C) 设 v_2 和 V_2 分别为 P 和 Q 第二次碰撞后的速度,

$$\text{则} \quad mv_2 + MV_2 = -mv_1 + MV_1$$

$$\text{又 } \frac{1}{2}mv_2^2 + \frac{1}{2}MV_2^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}MV_1^2$$

$$\text{即 } m(v_1 + v_2) = M(V_1 - V_2) \quad (6)$$

$$m(v_2^2 - v_1^2) = M(V_1^2 - V_2^2)$$

$$\therefore v_2 - v_1 = V_1 + V_2 \quad (7)$$

由 (6) (7) 式:

$$V_2 = v_2 - v_1 - V_1 = \frac{M}{m}(V_1 - V_2) - v_1 - v_1 - V_1$$

$$= -\frac{M}{m}V_2 - 2v_1 + \left(\frac{M}{m} - 1\right)V_1$$

$$\therefore V_2 = \frac{(M - m)V_1 - 2mv_1}{M + m}$$

$$v_2 = v_1 + V_1 + V_2$$

$$= \frac{(M + m)(v_1 + V_1)}{M + m} + \frac{(M - m)V_1 - 2mv_1}{M + m}$$

$$= \frac{2MV_1 + (M - m)v_1}{M + m}$$

$$\therefore v_1 = \frac{m - M}{m + M}v_0$$

$$V_1 = \frac{2m}{m + M}v_0$$

$$\text{代入得 } v_2 = \frac{4Mm - (M - m)^2}{(m + M)^2}v_0$$

要使第二次碰后与碰前速度方向相反, 则要使 $v_2 < 0$

$$\text{即 } 4Mm - (M - m)^2 < 0$$

$$m^2 - 6Mm + M^2 > 0$$

$$[m - (3 + \sqrt{8})M][m - (3 - \sqrt{8})M] > 0$$

$$\text{其解为: } \frac{m}{M} > 3 + \sqrt{8} = 3 + 2\sqrt{2}$$

$$\frac{m}{M} < 3 - \sqrt{3} = 3 - 2\sqrt{2}$$

显然 $\frac{m}{M} > 3 + 2\sqrt{2}$ 是不合理的,

因为假如它能满足, 就不可能有第一次碰撞, 所以

$$\frac{m}{M} < 3 - 2\sqrt{2}$$

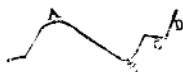
天津市中学物理竞赛试题及参考答案

第一试试题

一、一辆载重卡车, 在丘陵地上匀速率行驶, 地形如图所示。由于轮胎太旧, 途中“放了炮”。你看在图中A、B、C、D的四处中, 哪一处

“放炮”的可能性最大?

答: 在____处。



二、一单摆的摆长为 l , 摆球质量为 m , 最大摆角为 2° , 其周期为 T 。

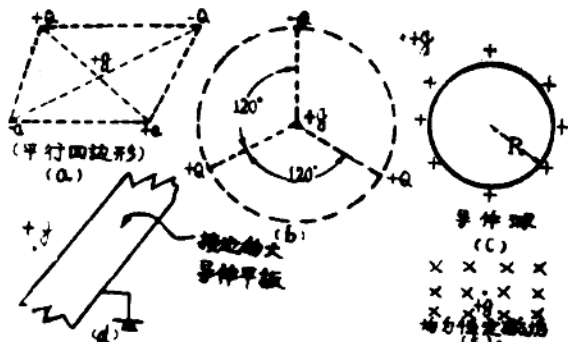
(1) 若摆长改为 $2l$ 时, 其周期将等于_____。

(2) 若最大摆角改为 4° 时, 其周期将等于_____。

(3) 若摆球质量改为 $2m$ 时, 其周期将等于_____。

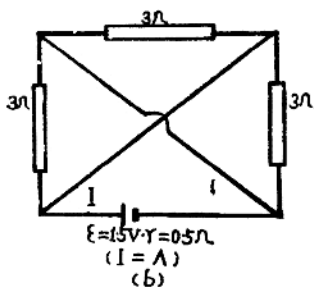
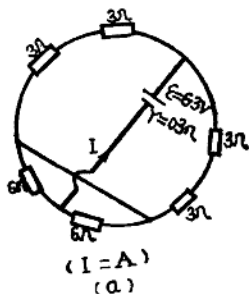
(4) 若摆的位置由地球表面移至距地面高度为地球半径时, 其周期将等于_____。

三、在图中 b 、 c 、 d 、 e 五种情况下， $+Q$ 、 $-Q$ 、 $+q$ 都是静止的点电荷，请于各图中准确标出 $+q$ 所受之合力方向。如认为合力为零，则请于图下注明“ $F=0$ ”字样。

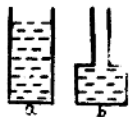


四、某实验要求把用显微镜观察的物体的象成一个固定位置的屏上。你如何调节显微镜的目镜的位置才能实现上述要求。

五、请将图中 a 、 b 两电路中电池提供的电流 I 的数值，填入图下括弧中。

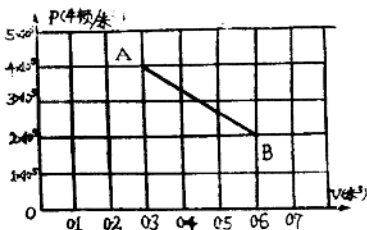


六、图中 a 、 b 的两个容器中盛有水，问当水温从 $t = 100^{\circ}\text{C}$ 降到室温时，每个容器的器底所受的水的压强因温度降低而发生如何变化？设容器的热胀冷缩可忽略不计。



答：在容器 a 底的压强____；
在容器 b 底的压强____。

七、一定质量的理想气体，它的状态变化在压强和体积关系图线（参见下图）中可用由 A 点到 B 点的一条直线表示。则：

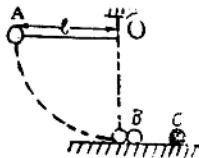


示。则：

(1) 在 A 、 B 两种状态下，它的绝对温度比是____比____；

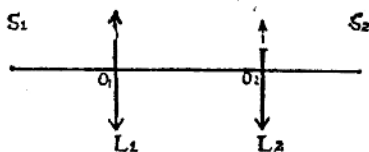
(2) 气体由 A 状态沿直线至 B 状态时，所吸收的热量是____焦耳。

八、如图所示 A 、 B 、 C 为质量相同的三个小球。 A 球被系于细线下端，线的上端悬于固定点 O 。悬点 O 到 A 球球心的距离为 l 。现将球 A 拉至水平位置，然后放手使 A 球沿圆弧下降，与 B 球进行完全弹性正碰，继而 B 与 C 球进行完全非弹性碰撞。若 B 、 C 原静止放置且所在的水平面是光滑的。则 B 与 A 碰撞后， B 的速度是____； B 与 C 碰撞后的速度是____。



九、图中 L_1 和 L_2 是两个凸透镜，共轴放置， O_1 、 O_2 是主光轴。已知物点 S_1 及此物点通过透镜组后所成之象 S_2 的

位置如图所示。请用做图法求出两个透镜焦点的位置。



十、下图是氢原子的能级图，它主要是根据什么实验概括出来的？

一定数目的氢原子由 $n = 1$ 的状态被激发到 $n = 3$ 的状态，根据能级图中标明的数据：

(1) 算出一个氢原子必须吸收多少焦耳的能量。

(2) 如果这些氢原子回到 $n = 1$ 的状态上去，它们可发射出几种不同的光子？试计算这些光子各具有多少焦耳的能量。

(3) 试计算氢原子由 $n = 3$ 的状态直接跃迁到 $n = 1$ 的状态时发射出光的频率。(普朗克常数 $h = 6.63 \times 10^{-34}$ 焦耳秒，1 电子伏特 $= 1.60 \times 10^{-19}$ 焦耳)



在第十一至二十四题中选出正确答案。

十一、甲乙两地在东西向的航线上，若飞机以速率 V 往返两地一次所需时间是 t 。现正值刮由东向西的大风，若飞机相对于风的速率总保持为 V 。则往返两地一次所需时间应：