2004 年上海

1. 下列说法中正确的是 (AD)

   A. 光的干涉和衍射现象说明光具有波动性

   B. 光的频率越大，波长越大

   C. 光的波长越大，光子的能量越大

   D. 光在真空中的传播速度为 $3.00 \times 10^8\,\mathrm{m/s}$

   > 光的干涉和衍射是特有的现象，因此光具有波动性，故 A 正确；由公式 $\lambda = \frac{v}{f}$ 可知，光的波长由频率和波速决定，故 B 错误；由 $E = h\nu$ 知，光子的能量由频率决定，故 C 错误；任何光在真空中的传播速度均为 $3 \times 10^8\,\mathrm{m/s}$，故 D 正确。

2. 下列说法中正确的是 (CD)

   A. 玛丽 · 居里首先提出原子的核式结构

   B. 卢瑟福在 α 粒子散射实验中发现了电子

   C. 查德威克在原子核人工转变的实验中发现了中子

   D. 爱因斯坦为解释光电效应的实验规律提出了光子说

   > 原子的核式结构学说是卢瑟福首先提出的，故 A 错误；电子是汤姆生发现的，故 B 错误；查德威克用高能粒子轰击核，发现了中子，故 C 正确；爱因斯坦提出了光子说，从而解释了光电效应，故 D 正确。

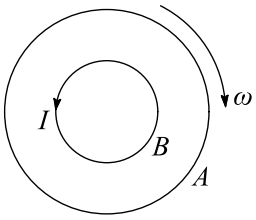
3. 火星有两颗卫星，分别为火卫一和火卫二，它们的轨道近似为圆，已知火卫一的周期为 7 小时 39 分，火卫二的周期为 30 小时 18 分，则两颗卫星相比 (AC)

   A. 火卫一距火星表面较近　　B. 火卫二的角速度较大

   C. 火卫一的运动速度较大　　D. 火卫二的向心加速度较大

   > 卫星做匀速圆周运动，由 $G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{4\pi^2}{T^2}r$ 得 $r = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}}$，因 $T_1 < T_2$，故 $r_1 < r_2$，故 A 正确；由 $\omega = \frac{2\pi}{T}$ 可知，$\omega_1 > \omega_2$，故 B 错误；由 $G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$ 得 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$，可知 $v_1 > v_2$，故 C 正确；由 $G\frac{Mm}{r^2} = ma$ 知 $a = \frac{GM}{r^2}$，可知 $a_1 > a_2$，故 D 错误。

4. 两圆环 A、B 置于同一水平面上，其中 A 为均匀带电绝缘环，B 为导体环，当 A 以如图所示的方向绕中心转动的角速度发生变化时，B 中产生如图所示方向的感应电流，则 (BC)

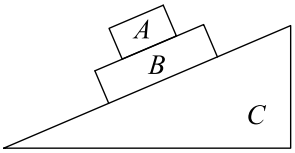


A. A 可能带正电且转速减小　　B. A 可能带正电且转速增大

C. A 可能带负电且转速减小　　D. A 可能带负电且转速增大

> 要产生 B 环中所示的电流，感应磁场垂直纸面向外，由楞次定律知 A 环内的磁场应向里增强或向外减弱，由安培定则可知 BC 正确。

5. 物体 A 放在物体 B 上，A、B 的上下表面均与斜面平行（如图），当两者以相同的初速度靠惯性沿光滑固定斜面 C 向上做匀减速运动时 (C)



A. A 受到 B 的摩擦力沿斜面方向向上

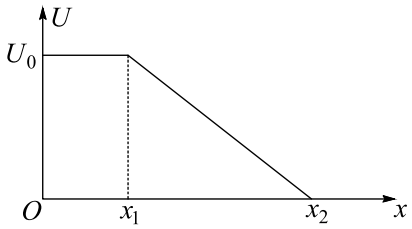
B. A 受到 B 的摩擦力沿斜面方向向下

C. A、B 之间的摩擦力为零

D. A、B 之间是否存在摩擦力取决于 A、B 表面的性质

> 设 A 所受摩擦力沿斜面向上，对整体有 $(m_A+m_B)g\sin\alpha=(m_A+m_B)a$，得 $a=g\sin\alpha$；对物体 A 有 $m_Ag\sin\alpha-f=m_Aa$，解得 $f=0$，故 C 正确。

6. 某静电场沿 x 方向的电势分布如图所示，则 (AC)



A. 在 $0\sim x_1$ 之间不存在沿 x 方向的电场

B. 在 $0\sim x_1$ 之间存在着沿 x 方向的匀强电场

C. 在 $x_1\sim x_2$ 之间存在着沿 x 方向的匀强电场

D. 在 $x_1\sim x_2$ 之间存在着沿 x 方向的非匀强电场

> 由图象知 $O \sim x_1$ 之间电势不随距离变化，故不存在沿 x 方向的电场，故 A 正确 B 错误；$x_1 \sim x_2$ 之间有电势降落，且为线性变化，其斜率 $k = \frac{\Delta U}{\Delta x} = E$（不变），所以沿 x 方向存在匀强电场，故 C 正确 D 错误。

7. 光滑水平面上有一边长为 l 的正方形区域处在场强为 E 的匀强电场中，电场方向与正方形一边平行，一质量为 m，带电量为 q 的小球由某一边的中点，以垂直于该边的初速度 v_0 进入该正方形区域。当小球再次运动到该正方形区域的边缘时，具有的动能可能为 (ABC)

A. 0　　B. $\frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{1}{2}qEl$　　C. $\frac{1}{2}mv_0^2$　　D. $\frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{2}{3}qEl$

> 由题意存在以下几种可能情况（设小球带正电）：
>
> （1）v 与 E 在同一条直线上，且电场力做负功，使小球到达另一边缘时动能恰好为零，故 A 正确；或者未到另一边已减速到零，然后反向加速，到出发点时动能为 $\frac{1}{2}mv_0^2$，故 C 正确；
>
> （2）v 与 E 在同一条直线上，且电场力做正功，小球到达另一边缘时动能为 $\frac{1}{2}mv_0^2+qEl$；
>
> （3）v 与 E 垂直，小球做类平抛运动，到边缘时动能为 $\frac{1}{2}mv_0^2 + qEx$，其中 $x \leq \frac{l}{2}$，当 $x = \frac{l}{2}$ 时为 B 选项。综上分析可知 ABC 正确 D 错误。

8. 滑块以速率 v_1 靠惯性沿固定斜面由底端向上运动。当它回到出发点时速率变为 v_2，且 $v_2 < v_1$，若滑块向上运动的位移中点为 A，取斜面底端重力势能为零，则 (BC)

A. 上升时机械能减小，下降时机械能增大

B. 上升时机械能减小，下降时机械能也减小

C. 上升过程中动能和势能相等的位置在 A 点上方

D. 上升过程中动能和势能相等的位置在 A 点下方

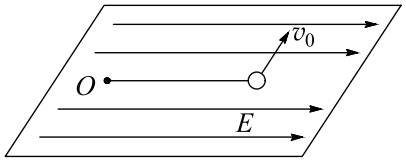
> 由 $v_2 < v_1$ 可知，斜面与木块之间有摩擦力，无论上升还是下降时，都有机械能损失，故 A 错误 B 正确；设物体上升的最大高度为 h，初动能为 E_k，由于摩擦力做负功，故 $E_k > mgh$，A 点处动能为 $\frac{E_k}{2}$，势能为 $\frac{1}{2}mgh$，故 $\frac{E_k}{2} > \frac{1}{2}mgh$，要使动能等于重力势能，应继续上升，即在 A 点上方，故 C 正确 D 错误。

9. 在光电效应实验中，如果实验仪器及线路完好，当光照射到光电管上时，灵敏电流计中没有电流通过，可能的原因是：入射光波长太长（或反向电压太大）。

> 入射光波长太长（或反向电压太大）。

> 入射光波长太长（或反向电压太大）。

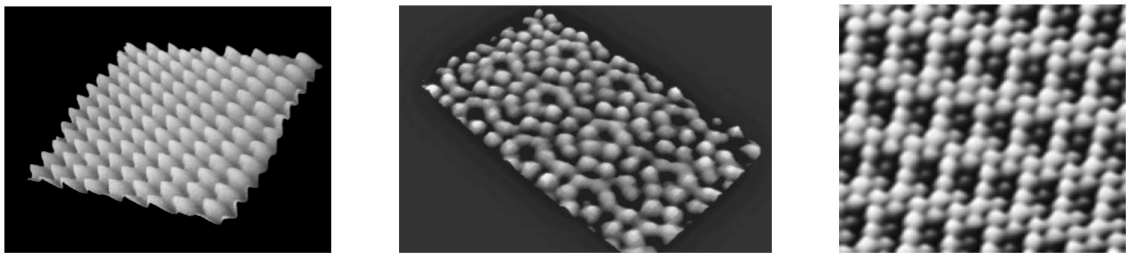
10. 在光滑水平面上的 O 点系一长为 l 的绝缘细线，线的一端系一质量为 m，带电量为 q 的小球。当沿细线方向加上场强为 E 的匀强电场后，小球处于平衡状态。现给小球一垂直于细线的初速度 v_0，使小球在水平面上开始运动。若 v_0 很小，则小球第一次回到平衡位置所需时间为 $\pi\sqrt{\frac{ml}{qE}}$。



$\pi\sqrt{\frac{ml}{qE}}$。

对小球受力分析，竖直方向受重力和支持力的作用，相互抵消，对运动没有影响；水平方向受到沿绳的拉力和始终沿场强方向的电场力作用。因 v_0 很小，可以认为绳的偏转角不超过 5°，可以看成简谐运动，这样的运动情况和单摆类似，是类单摆模型。由题意知，利用等效重力场思想，小球受到的电场力 qE 等效成重力，等效重力加速度为 $g'=\frac{qE}{m}$，由单摆周期公式得 $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$，将 g' 代入周期公式，并注意到所求的时间为半个周期得 $t=\pi\sqrt{\frac{ml}{qE}}$。

11. 利用扫描隧道显微镜（STM）可以得到物质表面原子排列的图象，从而可以研究物质的构成规律，下面的照片是一些晶体材料表面的 STM 图象，通过观察、比较，可以看到这些材料都是由原子在空间排列而构成，具有一定的结构特征。则构成这些材料的原子在物质表面排列的共同特点是：



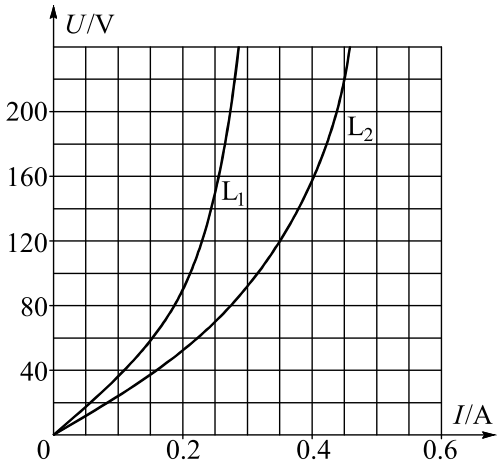
(1) 在确定方向上原子有规律地排列；

(2) 在不同方向上原子的排列规律一般不同，原子排列具有一定对称性等。

(1) 在确定方向上原子有规律地排列；(2) 在不同方向上原子的排列规律一般不同，原子排列具有一定对称性等。

在确定方向上原子有规律地排列；在不同方向上原子的排列规律一般不同；原子排列具有一定对称性等。

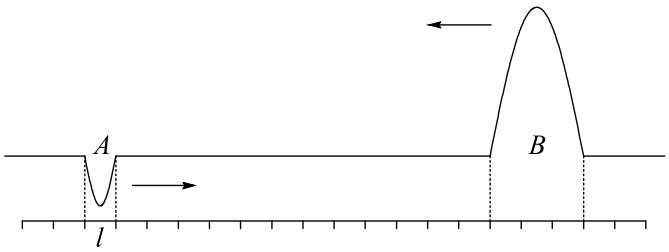
12. 两个额定电压为 220 V 的白炽灯 L_1 和 L_2 的 $U-I$ 特性曲线如图所示。L_2 的额定功率约为 99 W；现将 L_1 和 L_2 串联后接到 220 V 的电源上，电源内阻忽略不计，此时 L_2 的实际功率约为 17.5 W。



99 W，17.5 W。

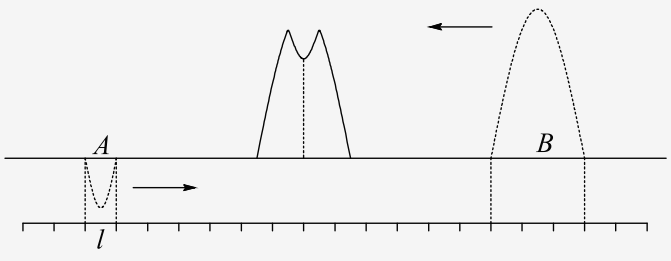
由题中提供的 $U-I$ 特性曲线分析知，灯泡 L_2 正常发光时，流过灯泡的电流为 $I_{L_2}=0.45\,\mathrm{A}$，所以灯泡 L_2 的额定功率为 $P_2=U_{L_2}I_{L_2}$，代入数据得 $P_2=99\,\mathrm{W}$；将两灯泡串联后接在 220 V 的电源上，此时通过两灯泡的电流相等，两灯泡上的电压和为 220 V，从图中的 $U-I$ 特性曲线分析知，当 $I=0.25\,\mathrm{A}$ 时，$U'_{L_1}=150\,\mathrm{V}$，$U'_{L_2}=70\,\mathrm{V}$，故此时灯泡 L_2 的实际功率为 $P'_2=U'_{L_2}I=0.25\times70\,\mathrm{W}=17.5\,\mathrm{W}$。

13. A、B 两波相向而行，在某时刻的波形与位置如图所示，已知波的传播速度为 v，图中标尺每格长度为 l。在图中画出又经过 $t=\frac{7l}{v}$ 时的波形。



如图所示。

如图所示。



14. 用打点计时器研究物体的自由落体运动，得到如图 1 所示的一段纸带，测得 $AB = 7.65\,\text{cm}$，$BC = 9.17\,\text{cm}$。已知交流电频率是 $50\,\text{Hz}$，则打 B 点时物体的瞬时速度为 2.10 m/s。如果实验测出的重力加速度值比公认值偏小，可能的原因是 下落过程中存在阻力。

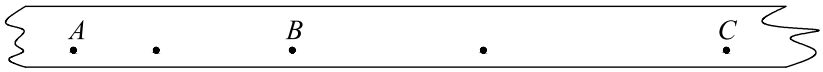


图 1

2.10 m/s，下落过程中存在阻力。

由匀变速直线运动的规律知平均速度等于中间时刻速度，故 $v_B = \frac{x_{AC}}{t_{AC}} = \frac{(7.65+9.17)\,\text{cm}}{4\times 0.02\,\text{s}} \approx 2.10\,\text{m/s}$，如果实验测出的重力加速度值比公认值偏小，可能的原因是下落过程中存在阻力等。

15. 在测定一节干电池（电动势约为 1.5 V，内阻约为 2 Ω）的电动势和内阻的实验中，变阻器和电压表各有两个供选：A 电压表量程为 15 V，B 电压表量程为 3 V，A 变阻器为（20 Ω，3 A），B 变阻器为（500 Ω，0.2 A）。

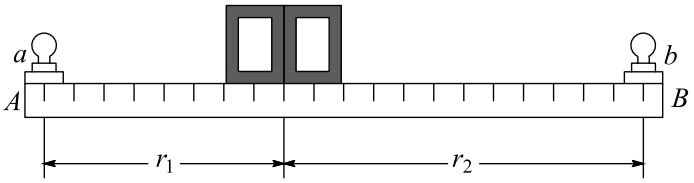
电压表应该选 B（填 A 或 B），这是因为 A 电压表量程过大，误差较大；

变阻器应该选 A（填 A 或 B），这是因为 B 变阻器额定电流过小且调节不便。

B，A 电压表量程过大，误差较大；A，B 变阻器额定电流过小且调节不便。

电压表应选 B：A 电压表量程过大，误差较大；变阻器应选 A：B 变阻器额定电流过小且调节不便。

16. 下图为一测量灯泡发光强度的装置，AB 是一个有刻度的底座，两端可装两个灯泡。中间带一标记线的光度计可在底座上移动，通过观察可以确定两边灯泡在光度计上的照度是否相同。已知照度与灯泡的发光强度成正比、与光度计到灯泡的距离的平方成反比。现有一个发光强度 I_0 的灯泡 a 和一个待测灯泡 b。分别置于底座两端（如图）。



(1) 怎样测定待测灯泡的发光强度？

(2) 简单叙述一个可以减小实验误差的方法。

(1) 接通电源，移动光度计使两边的照度相同，测出距离 r_1 和 r_2，即可得待测灯泡的发光强度 $I_x = \frac{r_2^2}{r_1^2} I_0$。 (2) 多次测量求平均值。

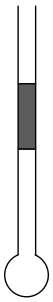
（1）接通电源，移动光度计使两边的照度相同，测出距离 r_1 和 r_2，即可得待测灯泡的发光强度 $I_x = \frac{r_2^2}{r_1^2} I_0$。

（2）多次测量求平均值。

17. 一根长约为 30 cm、管内截面积为 $S = 5.0 \times 10^{-6}\,\mathrm{m}^2$ 的玻璃管下端有一个球形小容器，管内有一段长约 1 cm 的水银柱。现在需要用比较准确的方法测定球形小容器的容积 V。可用的器材有：刻度尺（量程 500 mm）、温度计（测量范围 $0 \sim 100\,^\circ\mathrm{C}$）、玻璃容器（高约为 30 cm，直径约 10 cm）、足够多的沸水和冷水。

(1) 简要写出实验步骤及需要测量的物理量；

(2) 说明如何根据所测得的物理量得出实验结果。



(1) 将水银柱以下的玻璃管浸没在水中，改变水温，用温度计测得若干组（或两组）不同水温（即气体温度）T 和气体长度 x 的值。 (2) 方法一：气体作等压变化，有 $(V + xS) = CT$，即 $xS = CT - V$；作 $xS - T$ 图，图像截距的绝对值即为 V。方法二：测两组数据，有 $x_1 S = CT_1 - V$，$x_2 S = CT_2 - V$；得 $V = \frac{T_1 x_2 - T_2 x_1}{T_2 - T_1} S$。

（1）将水银柱以下的玻璃管浸没在水中，改变水温，用温度计测得若干组（或两组）不同水温（即气体温度）T 和气体长度 x 的值。

（2）方法一：气体作等压变化，有

$$(V + xS) = CT,$$

即

$$xS = CT - V,$$

作 $xS - T$ 图，图像截距的绝对值即为 V。

方法二：测两组数据，有

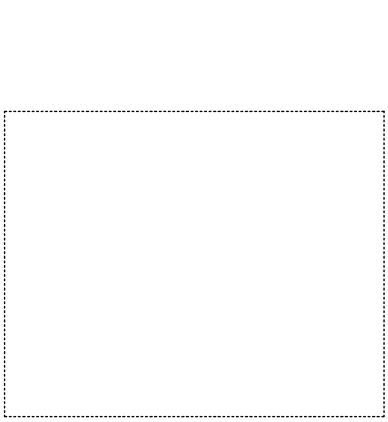
$$x_1 S = CT_1 - V, \qquad x_2 S = CT_2 - V,$$

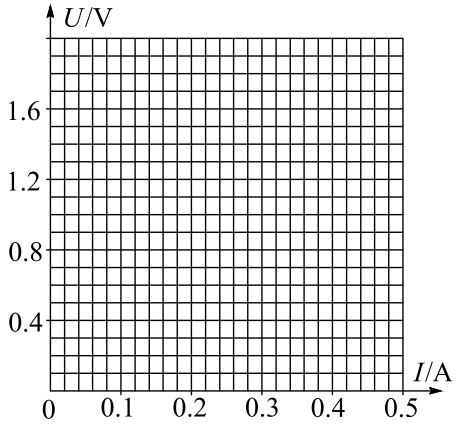
得

$$V = \frac{T_1 x_2 - T_2 x_1}{T_2 - T_1} S.$$

18. 小灯泡灯丝的电阻会随温度的升高而变大。某同学为研究这一现象，用实验得到如下数据（I 和 U 分别表示小灯泡上的电流和电压）：

I（A）	0.12	0.21	0.29	0.34	0.38	0.42	0.45	0.47	0.49	0.50
U（V）	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00





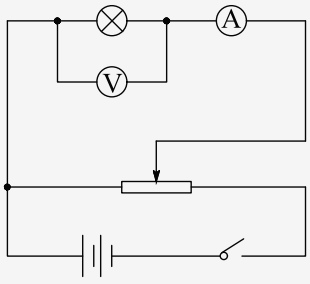
(1) 在左下框中画出实验电路图。可用的器材有：电压表、电流表、滑线变阻器（变化范围 $0 \sim 10\,\Omega$）、电源、小灯泡、电键、导线若干。

(2) 在右图中画出小灯泡的 $U - I$ 曲线。

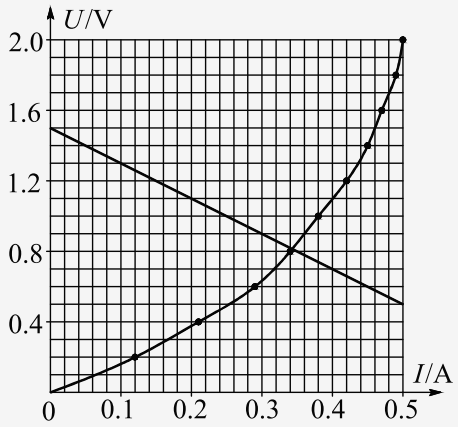
(3) 如果第 15 题实验中测得电池的电动势是 1.5 V，内阻是 2.0 Ω，问：将本题中的小灯泡接在该电池的两端，小灯泡的实际功率是多少？（简要写出求解过程：若需作图，可直接画在第（2）小题方格图中）

(1) 分压器接法。 (2) 如图。 (3) 作出 $U = E - Ir$ 图线，可得小灯泡工作电流为 0.35 A，工作电压为 0.80 V，实际功率为 0.28 W。

（1）实验电路图如图所示。



（2）$U - I$ 曲线如图所示。



（3）设灯泡两端的电压为 U，通过的电流为 I，由闭合电路的欧姆定律知，$U=E-Ir$，即 $U=1.5-2I$；作出 $U-I$ 图线，由图线的交点可得小灯泡工作电流为 0.35 A，工作电压为 0.80 V，因此小灯泡实际功率为 0.28 W。

19. “真空中两个静止点电荷相距 10 cm，它们之间相互作用力大小为 $9\times10^{-4}\,\mathrm{N}$。当它们合在一起时，成为一个带电量为 $3\times10^{-8}\,\mathrm{C}$ 的点电荷。问原来两电荷的带电量各是多少？”

某同学求解如下：

根据电荷守恒定律：$q_1+q_2=3\times10^{-8}\,\mathrm{C}=a$　　（1）

根据库仑定律：$q_1q_2=\frac{Fr^2}{k}=\frac{9\times10^{-4}\times(10\times10^{-2})^2}{9\times10^9}\,\mathrm{C}^2=1\times10^{-15}\,\mathrm{C}^2=b$

以 $q_2=\frac{b}{q_1}$ 代入（1）式得：$q_1^2-aq_1+b=0$

解得 $q_1=\frac{1}{2}\left(a\pm\sqrt{a^2-4b}\right)=\frac{1}{2}\left(3\times10^{-8}\pm\sqrt{9\times10^{-16}-4\times10^{-15}}\right)\,\mathrm{C}$

根号中的数值小于 0，经检查，运算无误。试指出求解过程中的问题并给出正确的解答。

题中仅给出相互作用力的大小，两点电荷可能异号，按电荷异号计算。$q_1=5\times10^{-8}\,\mathrm{C}$，$q_2=2\times10^{-8}\,\mathrm{C}$。

题中仅给出相互作用力的大小，两点电荷可能异号，按电荷异号计算。

$q_1-q_2=3\times10^{-8}\,\mathrm{C}=a$

$q_1q_2=\frac{Fr^2}{k}=\frac{9\times10^{-4}\times(10\times10^{-2})^2}{9\times10^9}\,\mathrm{C}^2=1\times10^{-15}\,\mathrm{C}^2=b$

以 $q_2=\frac{b}{q_1}$ 代入 $q_1-q_2=a$ 得：$q_1^2-aq_1-b=0$

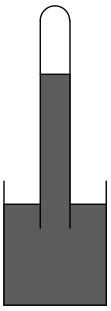
解得：$q_1=5\times10^{-8}\,\mathrm{C}$，$q_2=2\times10^{-8}\,\mathrm{C}$。

20. 如图所示，一端封闭、粗细均匀的薄壁玻璃管开口向下竖直插在装有水银的水银槽内，管内封闭有一定质量的空气，水银槽的截面积上下相同，是玻璃管截面积的 5 倍。开始时管内空气柱长度为 6 cm，管内外水银面高度差为 50 cm。将玻璃管沿竖直方向缓

慢上移（管口未离开槽中水银），使管内外水银面高度差变成 60 cm。（大气压相当于 75 cmHg），求：

(1) 此时管内空气柱的长度；

(2) 水银槽内水银面下降的高度。



(1) $l_2 = 0.10\,\mathrm{m}$。 (2) $\Delta x = 0.02\,\mathrm{m}$。

（1）管内空气作等温变化，由玻意耳定律得

$$(p_0 - \rho g H_1) l_1 = (p_0 - \rho g H_2) l_2,$$

$$l_2 = \frac{p_0 - \rho g H_1}{p_0 - \rho g H_2} l_1 = \frac{75 - 50}{75 - 60} \times 0.06\,\mathrm{m} = 0.10\,\mathrm{m}.$$

（2）设槽内水银面下降 Δx，由水银体积不变得

$$S_1 \Delta H = (S_2 - S_1)\Delta x, \qquad \Delta H + \Delta x = H,$$

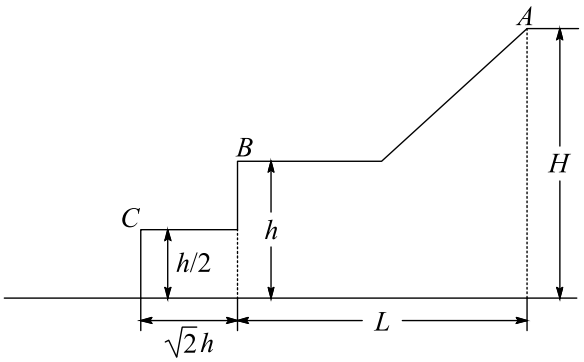
解得

$$\Delta x = 0.2H = 0.02\,\mathrm{m}.$$

21. 滑雪者从 A 点由静止沿斜面滑下，经一平台后水平飞离 B 点，地面上紧靠着平台有一个水平台阶，空间几何尺度如图所示。斜面、平台与滑雪板之间的动摩擦因数为 μ，假设滑雪者由斜面底端进入平台后立即沿水平方向运动，且速度大小不变。求：

(1) 滑雪者离开 B 点时的速度大小；

(2) 滑雪者从 B 点开始做平抛运动的水平距离 s。



(1) $v_B=\sqrt{2g(H-h-\mu L)}$。 (2) $s_1=\sqrt{2h(H-h-\mu L)}$，此时必须满足 $H-\mu L\le 2h$；当 $H-\mu L>2h$ 时，滑雪者直接落到地面上，$s_2=2\sqrt{h(H-h-\mu L)}$。

（1）设滑雪者质量为 m，斜面与水平面夹角为 θ，斜面长为 l，滑雪者在滑行过程中克服摩擦力做的功为

$$W_f=\mu mgl\cos\theta+\mu mg(L-l\cos\theta)=\mu mgL,$$

由动能定理

$$mg(H-h)-\mu mgL=\frac{1}{2}mv_B^2,$$

得

$$v_B=\sqrt{2g(H-h-\mu L)}.$$

（2）设滑雪者离开 B 点后落在台阶上，由平抛规律得

$$\frac{h}{2}=\frac{1}{2}gt_1^2,\qquad s_1=v_Bt_1\le\sqrt{2}h,$$

得

$$s_1=\sqrt{2h(H-h-\mu L)},$$

此时必须满足 $H-\mu L\le 2h$。

当 $H-\mu L>2h$ 时，滑雪者直接落到地面上，由平抛规律得

$$h=\frac{1}{2}gt_2^2,\qquad s_2=v_Bt_2,$$

得

$$s_2=2\sqrt{h(H-h-\mu L)}.$$

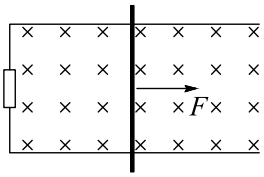
22. 水平面上两根足够长的金属导轨平行固定放置，间距为 L，一端通过导线与阻值为 R 的电阻连接；导轨上放一质量为 m 的金属杆（见右上图），金属杆与导轨的电阻不计；均匀磁场竖直向下。用与导轨平行的恒定力 F 作用在金属杆上，杆最终将做匀速运动。当改变拉力的大小时，相对应的匀速运动速度 v 也会改变，v 和 F 的关系如右下图。（取

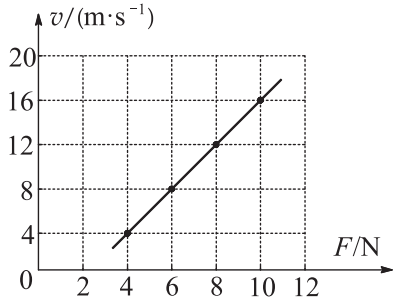
重力加速度 $g=10\,\mathrm{m/s^2}$）

(1) 金属杆在匀速运动之前做什么运动？

(2) 若 $m=0.5\,\mathrm{kg}$，$L=0.5\,\mathrm{m}$，$R=0.5\,\Omega$，磁感应强度 B 为多大？

(3) 由 $v-F$ 图线的截距可求得什么物理量？其值为多少？





(1) 金属杆做变速运动（或变加速运动、加速度减小的加速运动）。 (2) $B=1\,\mathrm{T}$。 (3) 由截距可以求得杆所受阻力为 $f=2\,\mathrm{N}$，动摩擦因数为 0.4。

（1）金属杆做变速运动（或变加速运动、加速度减小的加速运动）。

（2）金属杆切割产生的感应电动势为

$$E=BLv,$$

感应电流为

$$I=\frac{E}{R},$$

金属杆受到的安培力为

$$F_A=BIL=\frac{B^2L^2v}{R},$$

由图线可知杆受拉力、安培力和阻力作用，匀速时合力为零，有

$$F=\frac{B^2L^2v}{R}+f,$$

所以

$$v=\frac{R}{B^2L^2}F-\frac{fR}{B^2L^2},$$

由图线直接得出斜率为 $k=2$，联立解得

$$B=\sqrt{\frac{R}{kL^2}}=1\,\mathrm{T}.$$

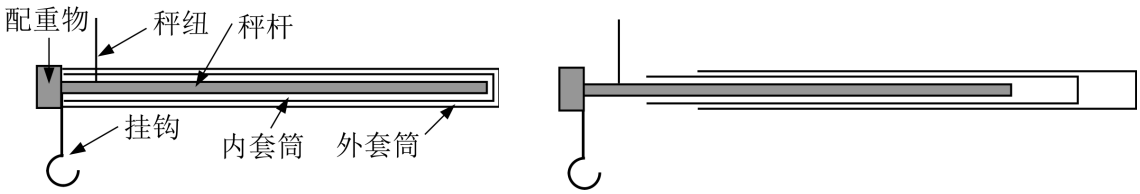
（3）由直线的截距可以求得金属杆受到的阻力 f，由纵截距知 $f=2\,\mathrm{N}$。若金属杆受到的阻力仅为滑动摩擦力，由截距可求得动摩擦因数 $\mu=0.4$。

23. 有人设计了一种新型伸缩拉杆秤。结构如图，秤杆的一端固定一配重物并悬一挂钩，秤杆外面套有内外两个套筒，套筒左端开槽使其可以不受秤纽阻碍而移动到挂钩所在的位置（设开槽后套筒的重心仍在其长度中点位置）。秤杆与内层套筒上刻有质量刻度。空载（挂钩上不挂物体，且套筒未拉出）时，用手提起秤纽，杆秤恰好平衡。当物体挂在挂钩上时，往外移动内外套筒可使杆秤平衡，从内外套筒左端的位置可以读得两个读数，将这两个读数相加，即可得到待测物体的质量。已知秤杆和两个套筒的长度均为 16 cm，套筒可移出的最大距离为 15 cm，秤纽到挂钩的距离为 2 cm，两个套筒的质量均为 0.1 kg。取重力加速度 $g = 10\,\mathrm{m/s^2}$。求：

(1) 当杆秤空载平衡时，秤杆、配重物及挂钩所受重力相对秤纽的合力矩；

(2) 当在秤钩上挂一物体时，将内套筒向右移动 5 cm，外套筒相对内套筒向右移动 8 cm，杆秤达到平衡，物体的质量多大？

(3) 若外层套筒不慎丢失，在称某一物体时，内层套筒的左端在读数为 1 kg 处杆秤恰好平衡，则该物体实际质量多大？



(1) $M = 0.12\,\mathrm{N\cdot m}$。 (2) $m_1 = 0.9\,\mathrm{kg}$。 (3) $m_2 = 0.2\,\mathrm{kg}$。

（1）套筒不拉出时杆恰平衡，两套筒相对秤纽的力矩与所求力矩相等，设套筒长为 L，合力矩为

$$M = 2mg\left(\frac{L}{2} - d\right) = 2 \times 0.1 \times 10 \times (0.08 - 0.02)\,\mathrm{N\cdot m} = 0.12\,\mathrm{N\cdot m}.$$

（2）由力矩平衡得

$$m_1 g d = mgx_1 + mg(x_1 + x_2),$$

解得

$$m_1 = \frac{2x_1 + x_2}{d} m = \frac{2 \times 0.05 + 0.08}{0.02} \times 0.1\,\mathrm{kg} = 0.9\,\mathrm{kg}.$$

（3）正常称 1 kg 物体时内外套筒可一起向外拉出 x'，由力矩平衡得

$$m_2' g d = 2mgx',$$

解得

$$x' = \frac{m_2'}{2m} d = \frac{1}{2 \times 0.1} \times 0.02\,\mathrm{m} = 0.1\,\mathrm{m}.$$

外层套筒丢失后称物，此时内套筒左端离秤纽距离为

$$x' - d = 0.08\,\mathrm{m},$$

由力矩平衡得

$$m_2 g d + M = mg\left(x' - d + \frac{L}{2}\right),$$

解得

$$m_2 = \frac{m}{d}\left(x' - d + \frac{L}{2}\right) - \frac{M}{gd} = 0.2\,\mathrm{kg}.$$