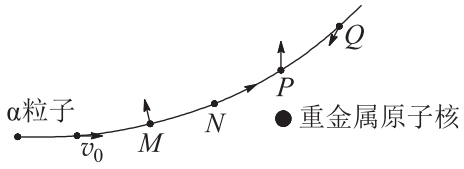
2015 年安徽理综

1. 图示是 α 粒子（氦原子核）被重金属原子核散射的运动轨迹，M、N、P、Q 是轨迹上的四点，在散射过程中可以认为重金属原子核静止不动。图中所标出的 α 粒子在各点处的加速度方向正确的是 (C)



A. M 点　　B. N 点　　C. P 点　　D. Q 点

> 由牛顿第二定律知加速度的方向与所受合力方向相同，α 粒子与重金属原子核的作用力为斥力，沿两连线的背离方向，由题图可得 P 点描述正确。选项 C 正确。

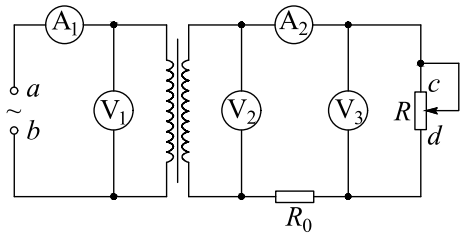
2. 由库仑定律可知，真空中两个静止的点电荷，带电量分别 q_1 和 q_2，其间距离为 r 时，它们之间的相互作用力的大小为 $F = k\frac{q_1 q_2}{r^2}$，式中 k 为静电力常量。若用国际单位制的基本单位表示，k 的单位应为 (B)

A. $\mathrm{kg \cdot A^2 \cdot m^3}$　　B. $\mathrm{kg \cdot A^{-2} \cdot m^3 \cdot s^{-4}}$

C. $\mathrm{kg \cdot m^2 \cdot C^{-2}}$　　D. $\mathrm{N \cdot m^2 \cdot A^{-2}}$

> 静电力常量 $k = 9.0 \times 10^9\,\mathrm{N \cdot m^2/C^2}$，由牛顿第二定律知 $1\,\mathrm{N} = 1\,\mathrm{kg \cdot m/s^2}$，由电流的定义知 $1\,\mathrm{C} = 1\,\mathrm{A \cdot s}$，故 $1\,\mathrm{N \cdot m^2/C^2} = 1\,\mathrm{kg \cdot m^3 \cdot s^{-4} \cdot A^{-2}}$。选项 B 正确。

3. 图示电路中，变压器为理想变压器，a、b 接在电压有效值不变的交流电源两端，R_0 为定值电阻，R 为滑动变阻器。现将变阻器的滑片从一个位置滑动到另一位置，观察到电流表 $\mathrm{A_1}$ 的示数增大了 0.2 A，电流表 $\mathrm{A_2}$ 的示数增大了 0.8 A，则下列说法正确的是 (D)



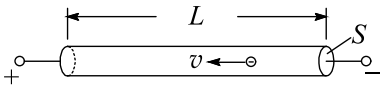
A. 电压表 $\mathrm{V_1}$ 示数增大　　B. 电压表 $\mathrm{V_2}$、$\mathrm{V_3}$ 示数均增大

C. 该变压器起升压作用　　D. 变阻器滑片是沿 c→d 的方向滑动

> 由于理想变压器，输入与输出端电压对确定的输入电源是一定的，A、B 错误；而 $\Delta P_1 = \Delta P_2$，即 $U_1 \Delta I_1 = U_2 \Delta I_2$，故 $\frac{\Delta I_1}{\Delta I_2} = \frac{U_2}{U_1} = \frac{1}{4}$，由变压器原理 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{4}{1}$ 为降压变压器，C 错误；V_2 不变，电流表 A_2 的示数增大，负载电阻减小，变阻器滑片是

> 沿 $c \to d$ 的方向滑动，D 正确。选项 D 正确。

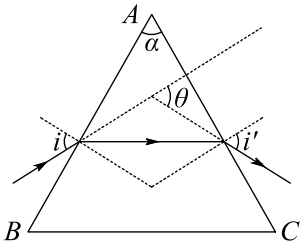
4. 一根长为 L，横截面积为 S 的金属棒，其材料的电阻率为 ρ，棒内单位体积自由电子数为 n，电子的质量为 m，电荷量为 e。在棒两端加上恒定的电压时，棒内产生电流，自由电子定向运动的平均速率为 v，则金属棒内的电场强度大小为 (C)



A. $\frac{mv^2}{2eL}$　　B. $\frac{mv^2Sn}{e}$　　C. ρnev　　D. $\frac{\rho ev}{SL}$

> 由题意金属棒中的电荷量为 $q = LSne$，由一端运动到另一端所需时间 $t = L/v$，故电流 $I = q/t = Snev$，棒两端加上恒定的电压 $U = IR$，而 $R = \rho L/S$，所以 $U = \rho Lnev$；金属棒内的电场强度大小 $E = U/L = \rho nev$，选项 C 正确。

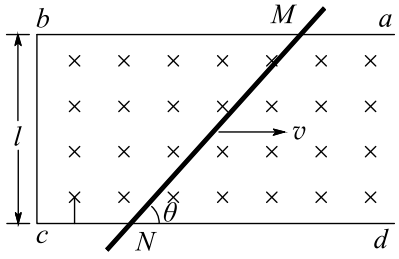
5. 如图所示，一束单色光从空气入射到棱镜的 AB 面上，经 AB 和 AC 两个面折射后从 AC 面进入空气。当出射角 i' 和入射角 i 相等时，出射光线相对于入射光线偏转的角度为 θ。已知棱镜顶角为 α，则计算棱镜对该色光的折射率表达式为 (A)



A. $\frac{\sin\frac{\alpha+\theta}{2}}{\sin\frac{\alpha}{2}}$　　B. $\frac{\sin\frac{\alpha+\theta}{2}}{\sin\frac{\theta}{2}}$　　C. $\frac{\sin\theta}{\sin(\theta-\frac{\alpha}{2})}$　　D. $\frac{\sin\alpha}{\sin(\alpha-\frac{\theta}{2})}$

> 由折射定律公式 $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = n$，由几何关系可得，棱镜中的折射角 $\theta_2 = \frac{180°-(180°-\alpha)}{2} = \frac{\alpha}{2}$，空气中的入射角 $\theta_1 = \frac{\alpha}{2} + \frac{\theta}{2}$，代入得 $n = \frac{\sin\frac{\alpha+\theta}{2}}{\sin\frac{\alpha}{2}}$，选项 A 正确。

6. 如图所示，abcd 为水平放置的平行线“匚”形光滑金属导轨，间距为 l，导轨间有垂直于导轨平面的匀强磁场，磁感应强度大小为 B，导轨电阻不计。已知金属杆 MN 倾斜放置，与导轨成 θ 角，单位长度的电阻为 r，保持金属杆以速度 v 沿平行于 cd 的方向滑动（金属杆滑动过程中与导轨接触良好）。则 (B)

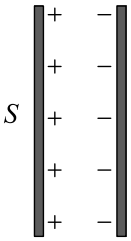


A. 电路中感应电动势的大小为 $\frac{Blv}{\sin\theta}$　　B. 电路中感应电流的大小为 $\frac{Bv\sin\theta}{r}$

C. 金属杆所受安培力的大小为 $\frac{B^2lv\sin\theta}{r}$　　D. 金属杆的热功率为 $\frac{B^2lv^2}{r\sin\theta}$

> 由法拉第电磁感应定律可得 $E=Blv$，A 错误；又由欧姆定律 $I=\frac{E}{R}=\frac{E\sin\theta}{lr}$，故电路中感应电流的大小为 $I=\frac{Bv\sin\theta}{r}$，选项 B 正确；金属杆所受安培力的大小为 $F=BI\frac{l}{\sin\theta}=\frac{B^2lv}{r}$，C 错误；金属杆的热功率为 $P_Q=I^2R=\left(\frac{Bv\sin\theta}{r}\right)^2\frac{lr}{\sin\theta}=\frac{B^2lv^2\sin\theta}{r}$，D 错误。

7. 已知均匀带电的无穷大平面在真空中激发电场的场强大小为 $\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$，其中 σ 为平面上单位面积所带的电荷量，ε_0 为常量。如图所示的平行板电容器，极板正对面积为 S，其间为真空，带电荷量为 Q。不计边缘效应时，极板可看做无穷大导体板，则极板间的电场强度大小和两极板间相互的静电引力大小分别是（D）



A. $\frac{Q}{\varepsilon_0 S}$ 和 $\frac{Q^2}{\varepsilon_0 S}$　　B. $\frac{Q}{2\varepsilon_0 S}$ 和 $\frac{Q^2}{\varepsilon_0 S}$　　C. $\frac{Q}{2\varepsilon_0 S}$ 和 $\frac{Q^2}{2\varepsilon_0 S}$　　D. $\frac{Q}{\varepsilon_0 S}$ 和 $\frac{Q^2}{2\varepsilon_0 S}$

> 均匀带电的无穷大平面在真空中激发电场的场强大小为 $\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$，正极板的电荷在极板间激发电场的场强大小为 $\frac{Q}{2\varepsilon_0 S}$，负极板的电荷在极板间激发电场的场强大小为 $\frac{Q}{2\varepsilon_0 S}$，方向相同，故极板间的电场强度大小为 $\frac{Q}{\varepsilon_0 S}$；以一极板电荷为试探电荷得两极板间相互的静电引力为 $F=nqE=Q\cdot\frac{Q}{2\varepsilon_0 S}$。选项 D 正确。

8.（18 分）Ⅰ．在“验证力的平行四边形定则”实验中，某同学用图钉把白纸固定在水平放置的木板上，将橡皮条的一端固定在板上一点，两个细绳套系在橡皮条的另一端。用两个弹簧测力计分别拉住两个细绳套，互成角度地施加拉力，使橡皮条伸长，结点到达纸面上某一位置，如图所示。请将以下的实验操作和处理补充完整：

①用铅笔描下结点位置，记为 O；

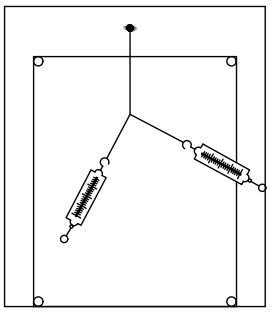
②记录两个弹簧测力计的示数 F_1 和 F_2，沿每条细绳（套）的方向用铅笔分别描出几个点，用刻度尺把相应的点连成线；

③只用一个弹簧测力计，通过细绳套把橡皮条的结点仍拉到位置 O，记录测力计的示数 F_3，沿此时细绳（套）的方向用铅笔描出几个点，用刻度尺把这些点连成直线；

④按照力的图示要求，作出拉力 F_1、F_2、F_3；

⑤根据力的平行四边形定则作出 F_1 和 F_2 的合力 F；

⑥比较 F 和 F_3 的一致程度，若有较大差异，对其原因进行分析，并作出相应的改进后再次进行实验。



Ⅱ．某同学为了测量一节电池的电动势和内阻，从实验室找到以下器材：一个满偏电流为 100 μA、内阻为 2500 Ω 的表头，一个开关，两个电阻箱（0 ～ 999.9 Ω）和若干导线。

（1）由于表头量程偏小，该同学首先需将表头改装成量程为 50 mA 的电流表，则应该将表头与电阻箱并联（填“并联”或“串联”），并将该电阻箱阻值调为5.0 Ω。

（2）接着该同学用改装的电流表对电池的电动势及内阻进行测量，实验电路如图 1 所示，通过改变电阻 R 测相应的电流 I，且作相关计算后一并记录如下表。

	1	2	3	4	5	6
R（Ω）	95.0	75.0	55.0	45.0	35.0	25.0
I（mA）	15.0	18.7	24.8	29.5	36.0	48.0
IR（V）	1.42	1.40	1.36	1.33	1.26	1.20

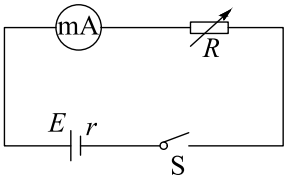


图 1

根据表中数据，图 2 中已描绘出四个点，请将第 5、6 两组数据也描绘在图 2 中，并画出 $IR-I$ 图线；

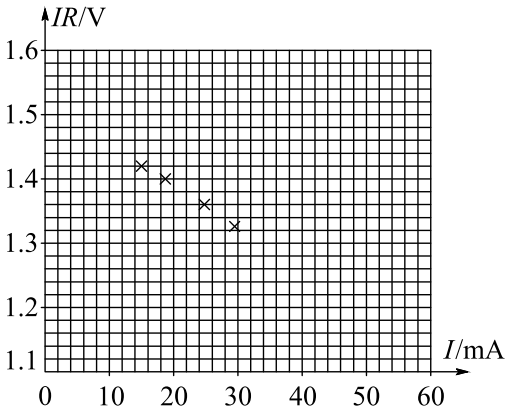


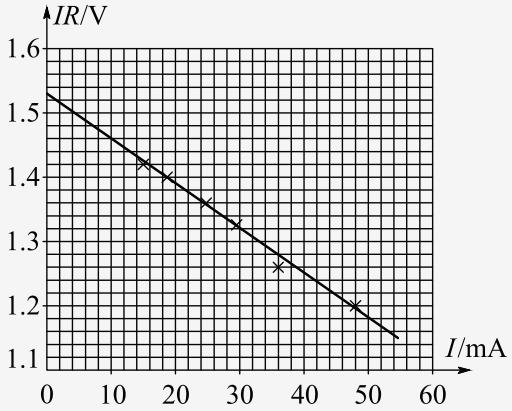
图 2

②根据图线可得电池的电动势 E 是1.53 V，内阻 r 是2.0 Ω。

(1) （Ⅰ）③沿此时细绳（套）的方向用铅笔描出几个点，用刻度尺把这些点连成直线；⑥ F 和 F_3。 (2) （Ⅱ）（1）并联，5.0 Ω；（2）①描点、连线如图；② 1.53 V，2.0 Ω。

（Ⅰ）使一个力 F_3 的作用效果和两个力 F_1、F_2 的共同作用效果相同，都是让同一条一端固定的橡皮条伸长到某点，则力 F_3 就是力 F_1、F_2 的合力。作出 F_3 的图示，再由力的平行四边形定则作出力 F_1、F_2 的合力 F 的图示，比较 F 和 F_3 的大小和方向是否有较大差异，从而验证力的平行四边形定则。

（Ⅱ）电流表扩大量程需并联一个电阻，有 $I_{\mathrm{mA}}R_{\mathrm{mA}}=(I-I_{\mathrm{mA}})R_{\text{并}}$，得 $R_{\text{并}}=5.0\,\Omega$。描点作图如图，由图可得电池的电动势 E 是 1.53 V，曲线斜率的绝对值为电池内阻 r 是 2.0 Ω。



9. 一质量为 0.5 kg 的小物块放在水平地面上的 A 点，距离 A 点 5 m 的位置 B 处是一面墙，如图所示。物块以 $v_0=9\,\mathrm{m/s}$ 的初速度从 A 点沿 AB 方向运动，在与墙壁碰撞前瞬间的速度为 7 m/s，碰后以 6 m/s 的速度反向运动直至静止。g 取 $10\,\mathrm{m/s^2}$。

(1) 求物块与地面间的动摩擦因数 μ；

(2) 若碰撞时间为 0.05 s，求碰撞过程中墙面对物块平均作用力的大小 F；

(3) 求物块在反向运动过程中克服摩擦力所做的功 W。



(1) $\mu=0.32$ (2) $F=130\,\mathrm{N}$ (3) $W=9\,\mathrm{J}$

（1）由动能定理，有

$-\mu mgs=\frac{1}{2}mv^2-\frac{1}{2}mv_0^2$，

可得 $\mu=0.32$。

（2）由动量定理，有 $F\Delta t = mv' - mv$，

可得 $F = 130\,\mathrm{N}$。

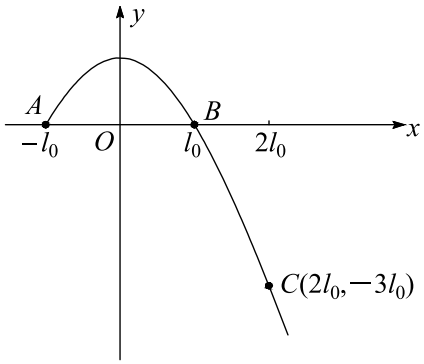
（3）$W = \frac{1}{2}mv'^2 = 9\,\mathrm{J}$。

10. 在 xOy 平面内，有沿 y 轴负方向的匀强电场，场强大小为 E（图中未画出）。由 A 点斜射出一质量为 m，带电量为 $+q$ 的粒子，B 和 C 是粒子运动轨迹上的两点，如图所示。其中 l_0 为常数。粒子所受重力忽略不计。求：

(1) 粒子从 A 到 C 过程中电场力对它做的功；

(2) 粒子从 A 到 C 过程所经历的时间；

(3) 粒子经过 C 点时的速率。



(1) $W_{AC} = 3qEl_0$　(2) $t = 3\sqrt{\frac{2ml_0}{qE}}$　(3) $v_C = \sqrt{\frac{17qEl_0}{2m}}$

（1）$W_{AC} = qE(y_A - y_C) = 3qEl_0$。

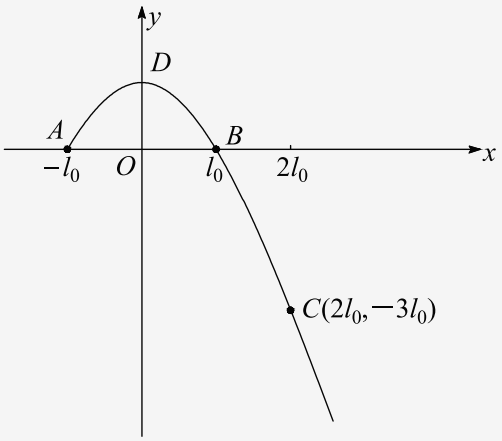
（2）根据抛体运动的特点，粒子在 x 方向上做匀速直线运动，由对称性可知轨道最高点 D 在 y 轴上，可令 $t_{AD} = t_{DB} = T$，则 $t_{BC} = T$。

由 $qE = ma$ 得 $a = \frac{qE}{m}$，

又 $y_D = \frac{1}{2}aT^2$，$y_D + 3l_0 = \frac{1}{2}a(2T)^2$，

解得 $T = \sqrt{\frac{2ml_0}{qE}}$，

则 A→C 过程所经历的时间 $t = 3\sqrt{\frac{2ml_0}{qE}}$。



（3）粒子在 DC 段做类平抛运动，于是有

$2l_0 = v_{Cx}(2T)$，$v_{Cy} = a(2T)$，

$v_C = \sqrt{v_{Cx}^2 + v_{Cy}^2} = \sqrt{\frac{17qEl_0}{2m}}$。

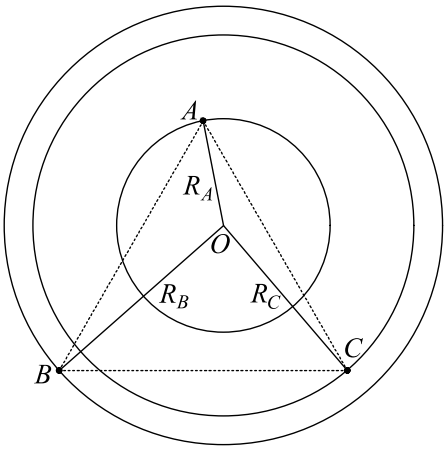
11. 由三颗星体构成的系统，忽略其他星体对它们的作用，存在着一种运动形式：三颗星体在相互之间的万有引力作用下，分别位于等边三角形的三个顶点上，绕某一共同的圆心 O 在三角形所在平面内做相同角速度的圆周运动（图示为 A、B、C 三颗星体质量不相同时的一般情况），若 A 星体质量为 $2m$，B、C 两星体的质量均为 m，三角形的边长为 a，求：

(1) A 星体所受合力大小 F_A；

(2) B 星体所受合力大小 F_B；

(3) C 星体的轨道半径 R_C；

(4) 三星体做圆周运动的周期 T。



(1) $F_A = 2\sqrt{3}G\frac{m^2}{a^2}$　(2) $F_B = \sqrt{7}G\frac{m^2}{a^2}$　(3) $R_C = \frac{\sqrt{7}}{4}a$　(4) $T = \pi\sqrt{\frac{a^3}{Gm}}$

（1）由万有引力定律，A 星体所受 B、C 星体引力大小为

$F_{BA}=G\frac{m_Am_B}{r^2}=G\frac{2m^2}{a^2}=F_{CA}$，方向如图，

则合力大小为 $F_A=2\sqrt{3}G\frac{m^2}{a^2}$。

（2）同上，B 星体所受 A、C 星体引力大小分别为

$F_{AB}=G\frac{m_Am_B}{r^2}=G\frac{2m^2}{a^2}$，$F_{CB}=G\frac{m_Cm_B}{r^2}=G\frac{m^2}{a^2}$，方向如图，

由 $F_{Bx}=F_{AB}\cos 60^\circ+F_{CB}=2G\frac{m^2}{a^2}$，$F_{By}=F_{AB}\sin 60^\circ=\sqrt{3}G\frac{m^2}{a^2}$，

可得 $F_B=\sqrt{F_{Bx}^2+F_{By}^2}=\sqrt{7}G\frac{m^2}{a^2}$。

（3）通过分析可知，圆心 O 在中垂线 AD 的中点，$R_C=\sqrt{\left(\frac{\sqrt{3}}{4}a\right)^2+\left(\frac{1}{2}a\right)^2}$，

（或：由对称性可知 $OB=OC=R_C$，$\cos\angle OBD=\frac{F_{Bx}}{F_B}=\frac{DB}{OB}=\frac{\frac{1}{2}a}{R_C}$，

可得 $R_C=\frac{\sqrt{7}}{4}a$。

（4）三星体运动周期相同，对 C 星体，由 $F_C=F_B=\sqrt{7}G\frac{m^2}{a^2}=m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2R_C$，

可得 $T=\pi\sqrt{\frac{a^3}{Gm}}$。

