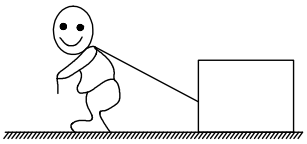
# 2018 年全国理综 II

1. 如图，某同学用绳子拉动木箱，使它从静止开始沿粗糙水平路面运动至具有某一速度，木箱获得的动能一定 ( A )



A. 小于拉力所做的功　　B. 等于拉力所做的功

C. 等于克服摩擦力所做的功　　D. 大于克服摩擦力所做的功

> 木箱由静止开始沿粗糙水平路面运动至具有某一速度的过程中，拉力和摩擦力做功，对整个过程应用动能定理，得 $W_{拉}-W_f=\Delta E_k=\frac{1}{2}mv^2-0$，可知木箱获得的动能小于拉力所做的功，与克服摩擦力做功的大小关系不确定，故 A 正确。

2. 高空坠物极易对行人造成伤害。若一个 50 g 的鸡蛋从一居民楼的 25 层坠下，与地面的碰撞时间约为 2 ms，则该鸡蛋对地面产生的冲击力约为 ( C )

A. 10 N　　B. $10^2$ N　　C. $10^3$ N　　D. $10^4$ N

> 鸡蛋由 25 层楼坠下，由于居民楼每层高约 3 m，故下落高度 $h=3\times24\,\mathrm{m}=72\,\mathrm{m}$，鸡蛋做自由落体运动，由动能定理可知 $mgh=\frac{1}{2}mv^2$，解得 $v\approx38\,\mathrm{m/s}$。鸡蛋与地面碰撞后速度变为零，取向下为正方向，由动量定理得 $(mg-F_N)t=0-mv$，解得 $F_N\approx950\,\mathrm{N}$，由牛顿第三定律可知鸡蛋对地面产生的冲击力约为 $10^3$ N，故 C 正确。

3. 2018 年 2 月，我国 500 m 口径射电望远镜（天眼）发现毫秒脉冲星“J0318+0253”，其自转周期 $T=5.19\,\mathrm{ms}$，假设星体为质量均匀分布的球体，已知万有引力常量为 $6.67\times10^{-11}\,\mathrm{N\cdot m^2/kg^2}$。以周期 $T$ 稳定自转的星体的密度最小值约为 ( C )

A. $5\times10^9\,\mathrm{kg/m^3}$　　B. $5\times10^{12}\,\mathrm{kg/m^3}$　　C. $5\times10^{15}\,\mathrm{kg/m^3}$　　D. $5\times10^{18}\,\mathrm{kg/m^3}$

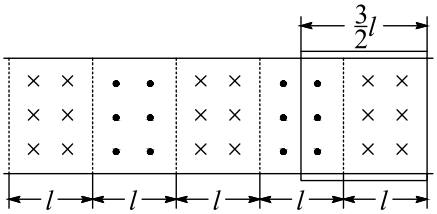
> 假设星体表面有一质量为 $m$ 的物体，可随星体稳定自转且对星体表面无压力，由万有引力定律可知 $G\frac{Mm}{R^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}R$，又因为 $M=\rho\cdot\frac{4}{3}\pi R^3$，可知最小密度 $\rho=\frac{3\pi}{GT^2}\approx5\times10^{15}\,\mathrm{kg/m^3}$，故 C 正确。

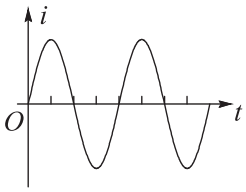
4. 用波长为 300 nm 的光照射锌板，电子逸出锌板表面的最大初动能为 $1.28\times10^{-19}$ J。已知普朗克常量为 $6.63\times10^{-34}\,\mathrm{J\cdot s}$，真空中的光速为 $3.00\times10^8\,\mathrm{m/s}$，能使锌产生光电效应的单色光的最低频率约为 ( B )

A. $1\times10^{14}$ Hz　　B. $8\times10^{14}$ Hz　　C. $2\times10^{15}$ Hz　　D. $8\times10^{15}$ Hz

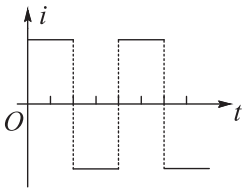
由光电效应方程得 $E_{\mathrm{km}}=h\nu-W_0$，即 $W_0=h\nu-E_{\mathrm{km}}$，而 $W_0=h\nu_c$，联立解得 $\nu_c=\nu-\frac{E_{\mathrm{km}}}{h}=\frac{c}{\lambda}-\frac{E_{\mathrm{km}}}{h}\approx 8\times 10^{14}\,\mathrm{Hz}$，故 B 正确。

5. 如图，在同一水平面内有两根平行长导轨，导轨间存在依次相邻的矩形匀强磁场区域，区域宽度均为 $l$，磁感应强度大小相等、方向交替向上向下。一边长为 $\frac{3}{2}l$ 的正方形金属线框在导轨上向左匀速运动，线框中感应电流 $i$ 随时间 $t$ 变化的正确图线可能是（D）

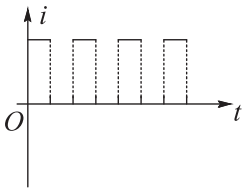


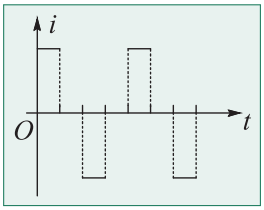

A.




B.



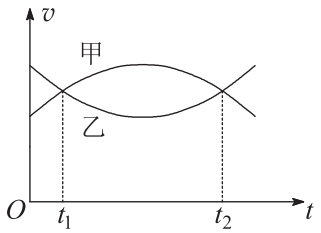

C.




D.

线框由图示位置向左匀速移动 $\frac{l}{2}$ 的过程中，金属线框左、右两边切割磁感线，由右手定则可知其产生的感应电流沿顺时针方向，$i=\frac{2Blv}{R}$，电流大小恒定；在线框移动 $\frac{l}{2}\sim l$ 过程中，左、右两边产生的感应电动势大小相等，方向相反，感应电流为零；在线框移动 $l\sim\frac{3}{2}l$ 过程中，金属线框左、右两边切割磁感线，由右手定则可知其产生的感应电流沿逆时针方向，电流大小恒定；在线框移动 $\frac{3}{2}l\sim 2l$ 过程中，左、右两边产生的感应电动势大小相等，方向相反，感应电流为零，之后周期性重复，故 D 正确。

6. 甲、乙两汽车在同一条平直公路上同向运动，其速度-时间图像分别如图中甲、乙两条曲线所示。已知两车在 $t_2$ 时刻并排行驶，下列说法正确的是（BD）




A. 两车在 $t_1$ 时刻也并排行驶

B. $t_1$ 时刻甲车在后，乙车在前

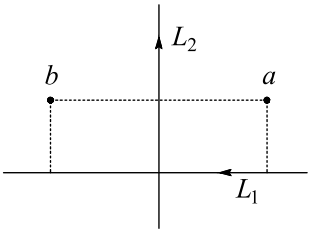
C. 甲车的加速度大小先增大后减小

D. 乙车的加速度大小先减小后增大

已知 $t_2$ 时刻，甲、乙两车并排行驶，由 $v-t$ 图像与时间轴围成图形的面积表示位移可知，在 $t_1\sim t_2$ 时间内，甲的位移大于乙的位移，故在 $t_1$ 时刻，甲车在乙车的后方，故 A 错误、B 正确；$v-t$ 图像的斜率表示物体运动的加速度大小，由图像可知，

> 甲、乙两车的加速度大小均先减小后增大，故 C 错误、D 正确。

7. 如图，纸面内有两条互相垂直的长直绝缘导线 $L_1$、$L_2$，$L_1$ 中的电流方向向左，$L_2$ 中的电流方向向上；$L_1$ 的正上方有 a、b 两点，它们相对于 $L_2$ 对称。整个系统处于匀强外磁场中，外磁场的磁感应强度大小为 $B_0$，方向垂直于纸面向外。已知 a、b 两点的磁感应强度大小分别为 $\frac{1}{3}B_0$ 和 $\frac{1}{2}B_0$，方向也垂直于纸面向外。则 ( AC )




A. 流经 $L_1$ 的电流在 b 点产生的磁感应强度大小为 $\frac{7}{12}B_0$

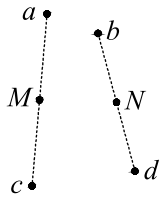
B. 流经 $L_1$ 的电流在 a 点产生的磁感应强度大小为 $\frac{1}{12}B_0$

C. 流经 $L_2$ 的电流在 b 点产生的磁感应强度大小为 $\frac{1}{12}B_0$

D. 流经 $L_2$ 的电流在 a 点产生的磁感应强度大小为 $\frac{7}{12}B_0$

> 设导线 $L_1$ 在 a、b 两点产生的磁感应强度大小为 $B_1$，导线 $L_2$ 在 a、b 两点产生的磁感应强度大小为 $B_2$，以垂直于纸面向外为正方向，在 a 点有 $B_0 - B_1 - B_2 = \frac{1}{3}B_0$，在 b 点有 $B_0 - B_1 + B_2 = \frac{1}{2}B_0$，解得 $B_1 = \frac{7}{12}B_0$，$B_2 = \frac{1}{12}B_0$，故 AC 正确。

8. 如图，同一平面内的 a、b、c、d 四点处于匀强电场中，电场方向与此平面平行，M 为 a、c 连线的中点，N 为 b、d 连线的中点。一电荷量为 $q$（$q > 0$）的粒子从 a 点移动到 b 点，其电势能减小 $W_1$；若该粒子从 c 点移动到 d 点，其电势能减小 $W_2$，下列说法正确的是 ( BD )




A. 此匀强电场的场强方向一定与 a、b 两点连线平行

B. 若该粒子从 M 点移动到 N 点，则电场力做功一定为 $\frac{W_1+W_2}{2}$

C. 若 c、d 之间的距离为 $L$，则该电场的场强大小一定为 $\frac{W_2}{qL}$

D. 若 $W_1 = W_2$，则 a、M 两点之间的电势差一定等于 b、N 两点之间的电势差

> 分析可知，此匀强电场方向不一定与 a、b 连线平行，故 A 错误；由题可知，粒子从 a 移动到 b 过程中，$W_1 = qU_{ab}$，由 c 移动到 d 过程中，$W_2 = qU_{cd}$，设该粒子从 M 移动到 N 电场力做功为 $W$，$W = qU_{MN}$，$U_{MN} = \varphi_M - \varphi_N$，在匀强电场

中，由于 M、N 分别为 a、c 连线与 b、d 连线的中点，故 $\varphi_M=\frac{\varphi_a+\varphi_c}{2}$，$\varphi_N=\frac{\varphi_b+\varphi_d}{2}$，$U_{MN}=\varphi_M-\varphi_N=\frac{U_{ab}+U_{cd}}{2}$，即 $W=\frac{W_1+W_2}{2}$，故 B 正确；由题可知，匀强电场方向大致由左向右，无法判断其方向是否与 c、d 连线平行，则该电场的场强大小不一定为 $\frac{W_2}{qL}$，故 C 错误；$U_{aM}=\varphi_a-\varphi_M=\varphi_a-\frac{\varphi_a+\varphi_c}{2}=\frac{\varphi_a-\varphi_c}{2}$，$U_{bN}=\varphi_b-\varphi_N=\varphi_b-\frac{\varphi_b+\varphi_d}{2}=\frac{\varphi_b-\varphi_d}{2}$，若 $W_1=W_2$，则 $U_{ab}=U_{cd}$，即 $\varphi_a-\varphi_b=\varphi_c-\varphi_d$，得 $\varphi_a-\varphi_c=\varphi_b-\varphi_d$，即 $U_{aM}=U_{bN}$，故 D 正确。

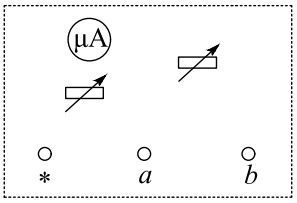
9. 某同学组装一个多用电表。可选用的器材有：微安表头（量程 100 μA，内阻 900 Ω）；电阻箱 $R_1$（阻值范围 0 ～ 999.9 Ω）；电阻箱 $R_2$（阻值范围 0 ～ 99999.9 Ω）；导线若干。

要求利用所给器材先组装一个量程为 1 mA 的直流电流表，在此基础上再将它改装成量程为 3 V 的直流电压表。组装好的多用电表有电流 1 mA 和电压 3 V 两挡。

回答下列问题：

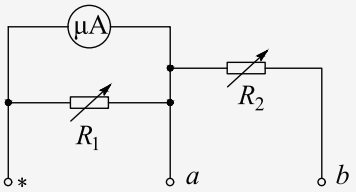
(1) 在虚线框内画出电路图并标出 $R_1$ 和 $R_2$，其中 $*$ 为公共接线柱，a 和 b 分别是电流挡和电压挡的接线柱。

(2) 电阻箱的阻值 $R_1$ =100 Ω；$R_2$ =2910 Ω（保留到个位）。




(1) 电路图见详解　(2) 100，2910

（1）微安表头改装为电流表，应与电阻箱并联分流，分流电阻较小，故与微安表头并联的电阻箱选 $R_1$，再将改装后的电流表与电阻箱串联分压，改装成电压表，分压电阻较大，则与电流表串联的电阻箱选 $R_2$，电路连接如图所示。




（2）设微安表头满偏时分流电阻中电流为 $I_1$，则有 $I_1R_1=I_gR_g$，$I_1+I_g=1\,\text{mA}$，可得 $R_1=100\,\Omega$。设微安表头满偏时 $R_2$ 两端电压为 $U_2$，则有 $U_1=I_gR_g$，$U_1+U_2=3\,\text{V}$，$U_2=(I_1+I_g)R_2$，可得 $R_2=2910\,\Omega$。

10. 某同学用图 a 所示的装置测量木块与木板之间的动摩擦因数。跨过光滑定滑轮的细线两端分别与木块和弹簧秤相连，滑轮和木块之间的细线保持水平，在木块上放置砝码。

缓慢向左拉动水平放置的木板，当木块和砝码相对桌面静止且木板仍在继续滑动时，弹簧秤的示数即为木块受到的滑动摩擦力的大小。某次实验所得数据在下表中给出，其中 $f_4$ 的值从图 b 中弹簧秤的示数读出。

| 砝码的质量 $m/\mathrm{kg}$ | 0.05 | 0.10 | 0.15 | 0.20 | 0.25 |
|---|---|---|---|---|---|
| 滑动摩擦力 $f/\mathrm{N}$ | 2.15 | 2.36 | 2.55 | $f_4$ | 2.93 |

回答下列问题：

(1) $f_4 =$2.75 N；

(2) 在图 c 的坐标纸上补齐未画出的数据点并绘出 $f-m$ 图线；

(3) $f$ 与 $m$、木块质量 $M$、木板和木块之间的滑动摩擦因数 $\mu$ 及重力加速度大小 $g$ 之间的关系式 $f =\mu(M+m)g$，$f-m$ 图线（直线）的斜率的表达式 $k =\mu g$；

(4) 取 $g=9.80\,\mathrm{m/s^2}$，由绘出的 $f-m$ 图线求得 $\mu =$0.40（保留 2 位有效数字）。

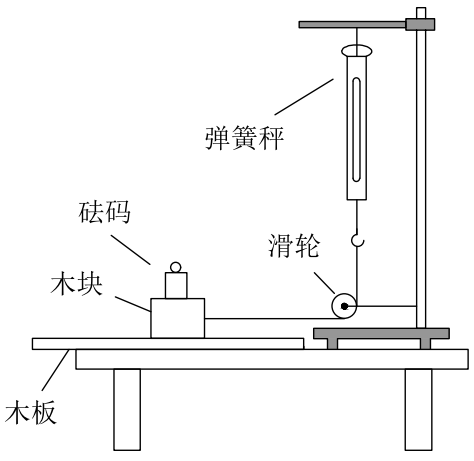


图 a

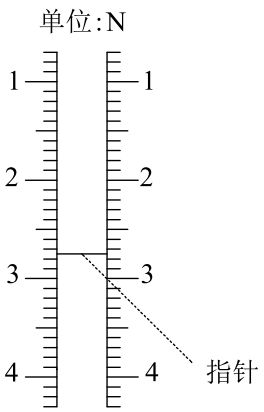


图 b

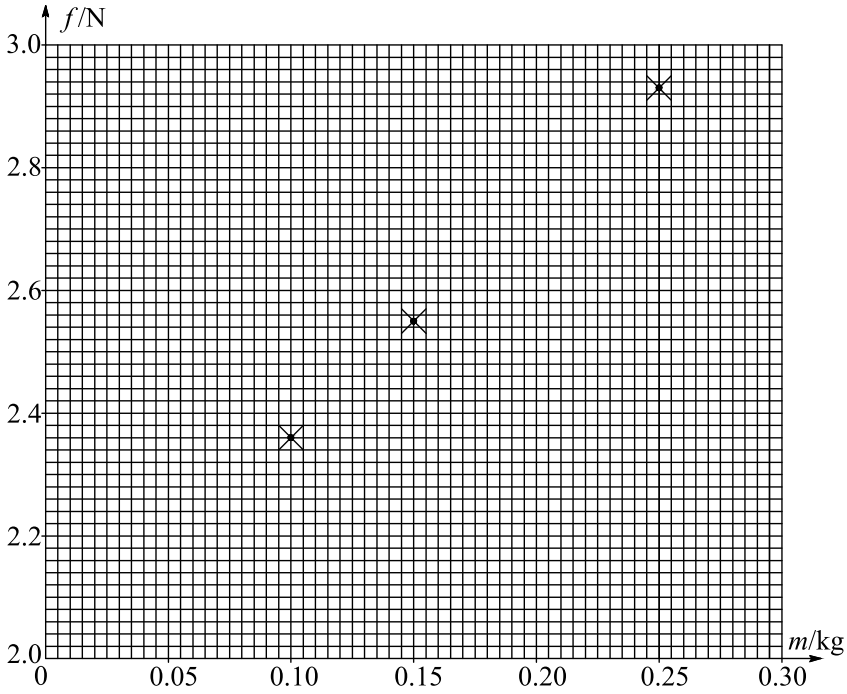
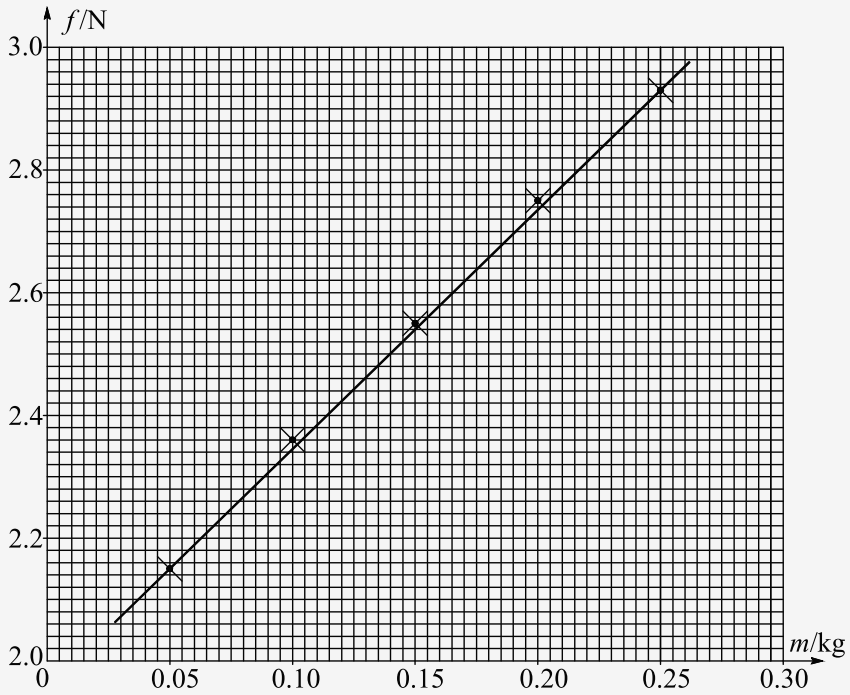


图 c

(1) 2.75 (2) 如图所示 (3) $\mu(M+m)g$，$\mu g$ (4) 0.40

（1）弹簧秤读数时应估读，弹簧秤示数为 2.75 N。

（2）按数据描点连线如图所示。



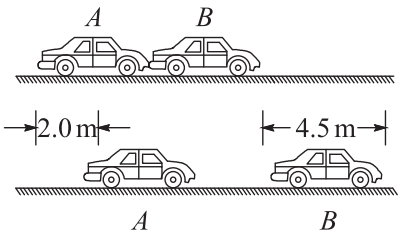

（3）由于砝码和木块相对桌面静止，由平衡条件可知 $f=\mu(M+m)g$，则有 $f=\mu Mg+\mu mg$，$f-m$ 图像中 $k=\mu g$。

（4）由 $k=\mu g$ 可得 $\mu=\frac{k}{g}=\frac{\frac{2.93-2.15}{0.25-0.05}}{9.80}\approx 0.40$。

11. 汽车 A 在水平冰雪路面上行驶，驾驶员发现其正前方停有汽车 B，立即采取制动措施，但仍然撞上了汽车 B。两车碰撞时和两车都完全停止后的位置如图所示，碰撞后 B 车向前滑动了 4.5 m，A 车向前滑动了 2.0 m，已知 A 和 B 的质量分别为 $2.0\times10^3$ kg 和 $1.5\times10^3$ kg，两车与该冰雪路面间的动摩擦因数均为 0.10，两车碰撞时间极短，在碰撞后车轮均没有滚动，重力加速度大小 $g=10\,\mathrm{m/s^2}$。求：

(1) 碰撞后的瞬间 B 车速度的大小；

(2) 碰撞前的瞬间 A 车速度的大小。




(1) $v_B=3.0\,\mathrm{m/s}$　(2) $v_A=4.3\,\mathrm{m/s}$

（1）设 B 车的质量为 $m_B$，碰后加速度大小为 $a_B$，由牛顿第二定律得 $\mu m_B g=m_B a_B$ ①，式中 $\mu$ 是汽车与路面间的动摩擦因数。设碰撞后瞬间 B 车速度的大小为 $v_B'$，碰撞后滑行的距离为 $s_B$，由运动学公式得 $v_B'^2=2a_B s_B$ ②，联立①②式并利用题给数据得 $v_B'=3.0\,\mathrm{m/s}$ ③。

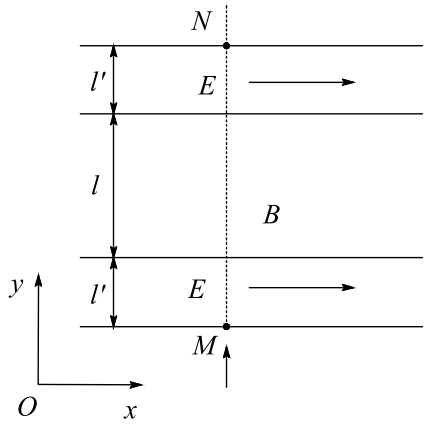
（2）设 A 车的质量为 $m_A$，碰后加速度大小为 $a_A$，由牛顿第二定律得 $\mu m_A g=m_A a_A$ ④，设碰撞后瞬间 A 车速度的大小为 $v_A'$，碰撞后滑行的距离为 $s_A$，由运动学公式得 $v_A'^2=2a_A s_A$ ⑤，设碰撞前的瞬间 A 车速度的大小为 $v_A$。两车在碰撞过程中动量守恒，有 $m_A v_A=m_A v_A'+m_B v_B'$ ⑥，联立③④⑤⑥式并利用题给数据得 $v_A=4.3\,\mathrm{m/s}$ ⑦。

12. 一足够长的条状区域内存在匀强电场和匀强磁场，其在 $xOy$ 平面内的截面如图所示：中间是磁场区域，其边界与 $y$ 轴垂直，宽度为 $l$，磁感应强度的大小为 $B$，方向垂直于 $xOy$ 平面；磁场的上、下两侧为电场区域，宽度均为 $l'$，电场强度的大小均为 $E$，方向均沿 $x$ 轴正方向；M、N 为条形区域边界上的两点，它们的连线与 $y$ 轴平行。一带正电的粒子以某一速度从 M 点沿 $y$ 轴正方向射入电场，经过一段时间后恰好以从 M 点入射的速度从 N 点沿 $y$ 轴正方向射出。不计重力。

(1) 定性画出该粒子在电磁场中运动的轨迹；

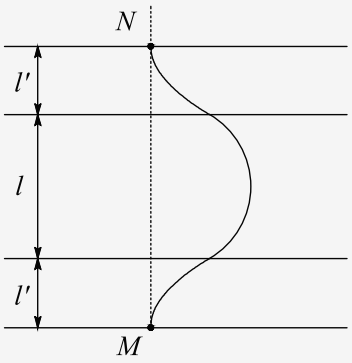
(2) 求该粒子从 M 点射入时速度的大小；

(3) 若该粒子进入磁场时的速度方向恰好与 $x$ 轴正方向的夹角为 $\frac{\pi}{6}$，求该粒子的比荷及其从 M 点运动到 N 点的时间。

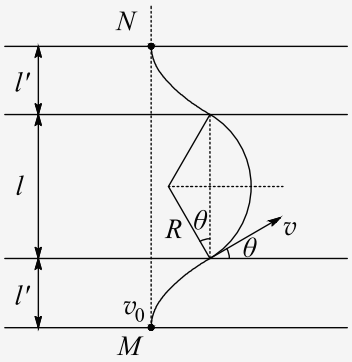



(1) 轨迹图如图所示　(2) $v_0=\frac{2El'}{Bl}$　(3) $\frac{q}{m}=\frac{4\sqrt{3}El'}{B^2l^2}$，$t'=\frac{Bl}{E}\left(1+\frac{\sqrt{3}\pi l}{18l'}\right)$

（1）粒子运动的轨迹如图所示。（粒子在电场中的轨迹为抛物线，在磁场中为圆弧，上下对称）




（2）粒子从电场下边界入射后在电场中做类平抛运动。设粒子从 M 点射入时速度的大小为 $v_0$，在下侧电场中运动的时间为 $t$，加速度的大小为 $a$；粒子进入磁场的速度大小为 $v$，方向与电场方向的夹角为 $\theta$，如图所示，速度沿电场方向的分量为 $v_1$。由牛顿第二定律得 $qE=ma$ ①，式中 $q$ 和 $m$ 分别为粒子的电荷量和质量。由运动学公式得 $v_1=at$ ②，$l'=v_0t$ ③，$v_1=v\cos\theta$ ④，粒子在磁场中做匀速圆周运动，设其运动轨道半径为 $R$，由洛伦兹力公式和牛顿第二定律得 $qvB=\frac{mv^2}{R}$ ⑤，由几何关系得 $l=2R\cos\theta$ ⑥。




联立①②③④⑤⑥式得 $v_0=\frac{2El'}{Bl}$ ⑦。

（3）由运动学公式和题给数据得 $v_1=v_0\cot\frac{\pi}{6}$ ⑧，联立①②③⑦⑧式得 $\frac{q}{m}=\frac{4\sqrt{3}El'}{B^2l^2}$ ⑨，设粒子由 M 点运动到 N 点所用的时间为 $t'$，则 $t'=2t+\frac{2\left(\frac{\pi}{2}-\frac{\pi}{6}\right)}{2\pi}T$ ⑩，式中 $T$ 是粒子在磁场中做匀速圆周运动的周期，$T=\frac{2\pi m}{qB}$ ⑪，由③⑦⑨⑩ ⑪ 式得 $t'=\frac{Bl}{E}\left(1+\frac{\sqrt{3}\pi l}{18l'}\right)$ ⑫。

13.（1）对于实际的气体，下列说法正确的是（BDE）

A. 气体的内能包括气体分子的重力势能

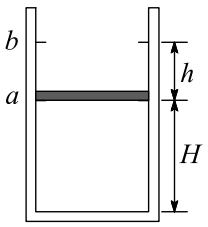
B. 气体的内能包括分子之间相互作用的势能

C. 气体的内能包括气体整体运动的动能

D. 气体体积变化时，其内能可能不变

E. 气体的内能包括气体分子热运动的动能

（2）如图，一竖直放置的气缸上端开口，气缸壁内有卡口 a 和 b，a、b 间距为 $h$，a 距缸底的高度为 $H$；活塞只能在 a、b 间移动，其下方密封有一定质量的理想气体。已知活塞质量为 $m$，面积为 $S$，厚度可忽略；活塞和汽缸壁均绝热，不计它们之间的摩擦。开始时活塞处于静止状态，上、下方气体压强均为 $p_0$，温度均为 $T_0$。现用电热丝缓慢加热气缸中的气体，直至活塞刚好到达 b 处。求此时气缸内气体的温度以及在此过程中气体对外所做的功。重力加速度大小为 $g$。




$T_2=\left(1+\frac{h}{H}\right)\left(1+\frac{mg}{p_0S}\right)T_0$，$W=(p_0S+mg)h$

（1）气体内能宏观上与气体的温度和体积有关，微观上与气体分子做热运动的平均动能和分子势能有关，对于实际气体，气体内能包括分子势能和分子动能，故 AC 错

误、BE 正确；当气体体积变化时，若温度同时发生变化，气体内能可能不变，故 D 正确。

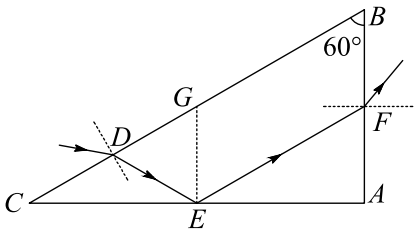
（2）开始时活塞位于 a 处，加热后，汽缸中的气体先经历等容过程，直至活塞开始运动。设此时汽缸中气体的温度为 $T_1$，压强为 $p_1$，由查理定律得 $\frac{p_0}{T_0}=\frac{p_1}{T_1}$ ①，由力的平衡条件得 $p_1S=p_0S+mg$ ②，联立①②式可得 $T_1=\left(1+\frac{mg}{p_0S}\right)T_0$ ③。此后，汽缸中的气体经历等压过程，直至活塞刚好到达 b 处，设此时汽缸中气体的温度为 $T_2$；活塞位于 a 处和 b 处时气体的体积分别为 $V_1$ 和 $V_2$，由盖-吕萨克定律得 $\frac{V_1}{T_1}=\frac{V_2}{T_2}$ ④，式中 $V_1=SH$ ⑤，$V_2=S(H+h)$ ⑥，联立③④⑤⑥式解得 $T_2=\left(1+\frac{h}{H}\right)\left(1+\frac{mg}{p_0S}\right)T_0$ ⑦。从开始加热到活塞到达 b 处的过程中，汽缸中的气体对外做的功为 $W=(p_0S+mg)h$ ⑧。

14.（1）声波在空气中的传播速度为 340 m/s，在钢铁中的传播速度为 4900 m/s。一平直桥由钢铁制成，某同学用锤子敲击一铁桥的一端而发出声音，分别经空气和桥传到另一端的时间之差为 1.00 s。桥的长度为365 m，若该波在空气中的波长为 $\lambda$，则它在钢铁中波长为 $\lambda$ 的$\frac{245}{17}$倍。

（2）如图，$\triangle ABC$ 是一直角三棱镜的横截面，$\angle A=90°$，$\angle B=60°$，一细光束从 BC 边的 D 点折射后，射到 AC 边的 E 点，发生全反射后经 AB 边的 F 点射出。EG 垂直于 AC 交 BC 于 G，D 恰好是 CG 的中点。不计多次反射。

(1) 求出射光相对于 D 点的入射光的偏角；

(2) 为实现上述光路，棱镜折射率的取值应在什么范围？




(1) $\delta=60°$ (2) $\frac{2\sqrt{3}}{3}\le n<2$

（1）由于声音从桥的一端分别经空气和桥传播到另一端的时间差为 1.00 s，则有 $\frac{L}{v_{气}}-\frac{L}{v_{钢}}=1.00\,\text{s}$，解得桥长为 $L=365\,\text{m}$；声音在不同介质中传播时，频率不变，故 $\frac{v_{气}}{\lambda_{气}}=\frac{v_{钢}}{\lambda_{钢}}$，可得 $\frac{\lambda_{钢}}{\lambda_{气}}=\frac{245}{17}$。

（2）(i) 光线在 BC 面上折射，由折射定律得 $\sin i_1=n\sin r_1$ ①，式中 $n$ 为棱镜的折射率，$i_1$ 和 $r_1$ 分别是该光线在 BC 面上的入射角和折射角。光线在 AC 面上发生全反射，由反射定律得 $i_2=r_2$ ②，式中 $i_2$ 和 $r_2$ 分别是该光线在 AC 面上的入射角和反射角。光线在 AB 面上发生折射，由折射定律得 $n\sin i_3=\sin r_3$ ③，式中 $i_3$ 和 $r_3$ 分别是

该光线在 AB 面上的入射角和折射角。由几何关系得 $i_2 = r_2 = 60°$，$r_1 = i_3 = 30°$ ④，F 点的出射光相对于 D 点的入射光的偏角为 $\delta = (r_1 - i_1) + (180° - i_2 - r_2) + (r_3 - i_3)$ ⑤，由①②③④⑤式得 $\delta = 60°$ ⑥。

(ii)光线在 AC 面上发生全反射，光线在 AB 面上不发生全反射，有 $n\sin i_2 \geq n\sin C \geq n\sin i_3$ ⑦，式中 $C$ 是全反射临界角，满足 $n\sin C = 1$ ⑧，由④⑦⑧式知，棱镜的折射率 $n$ 的取值范围应为 $\frac{2\sqrt{3}}{3} \leq n < 2$ ⑨。

