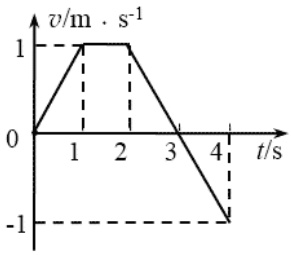
2014 年广东理综

1. 如图所示是物体做直线运动的 $v-t$ 图象，由图可知，该物体 (B)



A. 第 1 s 内和第 3 s 内的运动方向相反

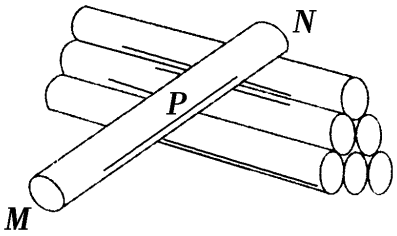
B. 第 3 s 内和第 4 s 内的加速度相同

C. 第 1 s 内和第 4 s 内的位移大小不等

D. 0 ~ 2 s 内和 0 ~ 4 s 内的平均速度大小相等

> 第 1 s 内和第 3 s 内的速度均为正值，方向相同，选项 A 错误；$v-t$ 图象的斜率代表加速度，第 3 s 内和第 4 s 内斜率相同，所以加速度相同，选项 B 正确；图象与时间轴所围面积在数值上等于位移的大小，第 1 s 内的位移 $x_1=\frac{1}{2}\times1\times1\,\mathrm{m}=0.5\,\mathrm{m}$，第 4 s 内的位移 $x_4=-\frac{1}{2}\times1\times1\,\mathrm{m}=-0.5\,\mathrm{m}$，两段时间内位移大小相等，选项 C 错误；0 ~ 2 s 内的平均速度 $\overline{v}=\frac{x}{t}=\frac{1.5}{2}\,\mathrm{m/s}=0.75\,\mathrm{m/s}$，0 ~ 4 s 内的平均速度 $\overline{v}'=\frac{x'}{t'}=\frac{1.5}{4}\,\mathrm{m/s}=0.375\,\mathrm{m/s}$，选项 D 错误。

2. 如图所示，水平地面上堆放着原木，关于原木 P 在支撑点 M、N 处受力的方向，下列说法正确的是 (A)



A. M 处受到的支持力竖直向上

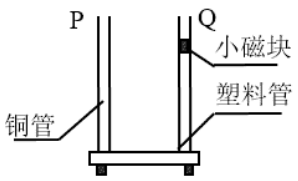
B. N 处受到的支持力竖直向上

C. M 处受到的摩擦力沿 MN 方向

D. N 处受到的摩擦力沿水平方向

> 原木 P 的支撑点 M、N 处弹力垂直于接触面，M 处的支持力竖直向上，N 处受到的支持力垂直 MN 斜向上，故 A 项正确、B 项错误；M 处受到的静摩擦力沿水平方向，C 项错误；N 处受到的静摩擦力沿 MN 方向，D 项错误。

3. 如图所示，上下开口、内壁光滑的铜管 P 和塑料管 Q 竖直放置，小磁块先后在两管中从相同高度处由静止释放，并落至底部，则小磁块 (C)



A. 在 P 和 Q 中都做自由落体运动

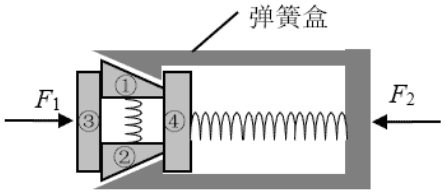
B. 在两个下落过程中的机械能都守恒

C. 在 P 中的下落时间比在 Q 中的长

D. 落至底部时在 P 中的速度比在 Q 中的长

> 在铜管中下落的小磁块由于电磁感应现象，由楞次定律知小磁块下落将受到向上的安培力作用，在 P 中下落的加速度小于重力加速度，机械能减少；而在塑料管 Q 内下降时不发生电磁感应现象，小磁块在 Q 中下落时只受重力作用，故小磁块在 Q 中下落时做自由落体运动、下落时间较短、落地速度较大、机械能守恒，故 C 正确。

4. 如图是安装在列车车厢之间的摩擦缓冲器结构图，图中①和②为楔块，③和④为垫块，楔块与弹簧盒、垫块间均有摩擦，在车厢相互撞击时弹簧压缩过程中（B）



A. 缓冲器的机械能守恒

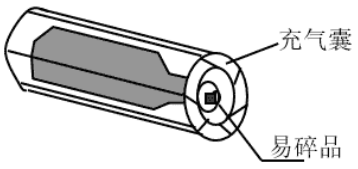
B. 摩擦力做功消耗机械能

C. 垫块的动能全部转化成内能

D. 弹簧的弹性势能全部转化为动能

> 在弹簧压缩的过程中由于楔块克服摩擦力做功和克服弹簧弹力做功，因此缓冲器机械能不守恒，故 A 错误；摩擦力做负功使机械能转化为内能，故 B 正确；垫板的动能转化为弹簧的弹性势能和内能，故 C、D 错误。

5. 用密封性好、充满气体的塑料袋包裹易碎品，如图所示，充气袋四周被挤压时，假设袋内气体与外界无热交换，则袋内气体（AC）



A. 体积减小，内能增大

B. 体积减小，压强减小

C. 对外界做负功，内能增大

D. 对外界做正功，压强减小

> 充气袋四周被挤压时，气体体积减小，由于气体与外界没有热交换，因此外界对气体做功，气体内能增大，压强增大，故 AC 正确、BD 错误。

6. 在光电效应实验中，用频率为 ν 的光照射光电管阴极，发生了光电效应，下列说法正确的是（AD）

   A. 增大入射光的强度，光电流增大

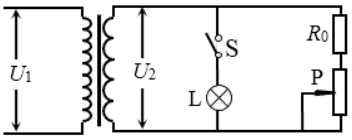
   B. 减小入射光的强度，光电效应现象消失

   C. 改变频率小于 ν 的光照射，一定不发生光电效应

   D. 改变频率大于 ν 的光照射，光电子的最大初动能变大

> 发生光电效应时，入射光的强度增大，单位时间照射到金属表面的光子数增加，产生的光电子数增加，因此光电流增大，故 A 正确；因为光电效应产生的条件是由光的频率决定的，所以减小光强，光电效应依然发生，故 B 错误；减小入射光的频率，若入射光频率仍大于极限频率，光电效应还能发生，故 C 错误；由光电效应方程 $h\nu = W_0 + E_{km}$ 可知，入射光频率增大时光电子的最大初动能变大，故 D 正确。

7. 如图所示的电路中，P 为滑动变阻器的滑片，保持理想变压器的输入电压 U_1 不变，闭合电键 S，下列说法正确的是（BD）



   A. P 向下滑动时，灯 L 变亮

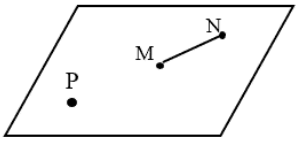
   B. P 向下滑动时，变压器的输出电压不变

   C. P 向上滑动时，变压器的输入电流变小

   D. P 向上滑动时，变压器的输出功率变大

> 由 $\frac{U_1}{n_1} = \frac{U_2}{n_2}$ 可知，若输入电压 U_1 不变，则输出电压 U_2 不变，当滑片 P 向下滑动时，灯泡两端的电压不变，灯泡亮暗不变化，故 A 错误、B 正确；当滑片 P 向上滑动时，R_0 支路电阻减小，输出端的总电阻减小，由 $P = \frac{U_2^2}{R}$ 可知输出的功率增大，因输入功率等于输出功率，所以输入功率变大，输入电流变大，故 C 错误、D 正确。

8. 如图所示，光滑绝缘的水平桌面上，固定着一个带电量为 $+Q$ 的小球 P，带电量分别为 $-q$ 和 $+2q$ 的小球 M 和 N，由绝缘细杆相连，静止在桌面上，P 与 M 相距 L，P、M 和 N 视为点电荷，下列说法正确的是（BD）



A. M 与 N 的距离大于 L

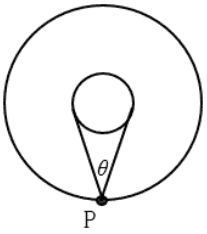
B. P、M 和 N 在同一直线上

C. 在 P 产生的电场中，M、N 处的电势相同

D. M、N 及细杆组成的系统所受合外力为零

> 由于 MN 间的库仑力和细杆对小球的作用力沿杆方向，因此当 M、N 静止时三个电荷一定在同一条直线上，故 B 正确；将 M、N 及细杆看作一个系统，则 $+Q$ 对系统的作用力的合力为零，则有 $k\frac{Qq}{L^2}=k\frac{Q\cdot 2q}{(L+r_{MN})^2}$，解得 $r_{MN}=(\sqrt{2}-1)L$，故 A 错误、D 正确；在 P 点的点电荷产生的电场中，因电荷是正电荷，沿电场线方向电势逐渐降低，所以 M 点的电势大于 N 点的电势，故 C 错误。

9. 如图所示，飞行器 P 绕某星球做匀速圆周运动，星球相对飞行器的角度为 θ，下列说法正确的是 (AC)



A. 轨道半径越大，周期越长

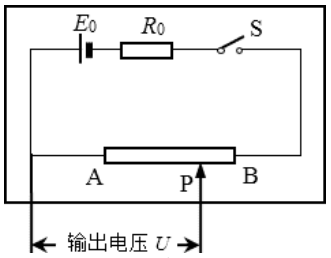
B. 轨道半径越大，速度越长

C. 若测得周期和张角，可得到星球的平均密度

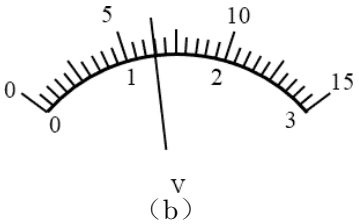
D. 若测得周期和轨道半径，可得到星球的平均密度

> 设轨道半径为 r，由万有引力提供向心力得 $G\frac{Mm}{r^2}=m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 r=m\frac{v^2}{r}$，得 $T=2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$，$v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$，故 A 正确、B 错误；由 $G\frac{Mm}{r^2}=m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 r$ 得 $M=\frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$，设星球半径为 R，由 $M=\rho\cdot\frac{4}{3}\pi R^3$，所以 $\rho=\frac{3\pi r^3}{GT^2R^3}$，又 $r\sin\frac{\theta}{2}=R$，故有 $\rho=\frac{3\pi}{GT^2\sin^3\frac{\theta}{2}}$，故 C 正确、D 错误。

10. (1)（8 分）某同学设计的可调电源电路如图（a）所示，R_0 为保护电阻，P 为滑动变阻器的滑片，闭合电键 S。



（a）



（b）

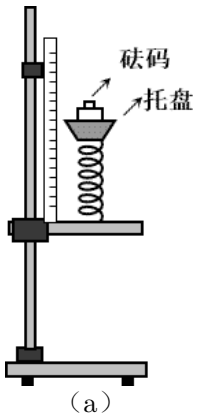
① 用电压表测量 A、B 两端的电压；将电压表调零，选择 0 ～ 3 V 档，示数如图（b），电压值为 1.30 V。

② 在接通外电路之前，为了保证外电路的安全，滑片 P 应先置于 A 端。

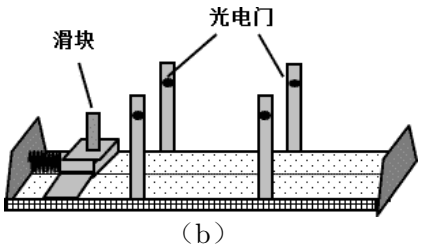
③ 要使输出电压 U 变大，滑片 P 应向 B 端移动。

④ 若电源电路中不接入 R_0，则在使用过程中，存在断路的风险（填“断路”或“短路”）。

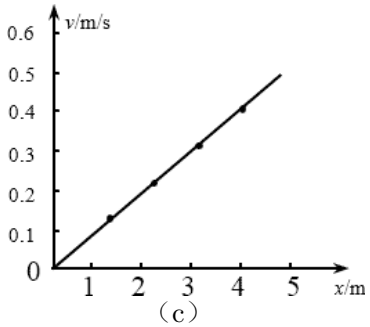
(2)（10 分）某同学根据机械能守恒定律，设计实验探究弹簧的弹性势能与压缩量的关系。



（a）



（b）



（c）

① 如图（a），将轻质弹簧下端固定于铁架台，在上端的托盘中依次增加砝码，测得相应的弹簧长度，部分数据如下表，由数据算得劲度系数 k =50 N/m（g 取 9.8 m/s^2）。

砝码质量（g）	50	100	150
弹簧长度（cm）	8.62	7.63	6.66

② 取下弹簧，将其一端固定于气垫导轨左侧，如图（b）所示；调整导轨，使滑块自由滑动时，通过两个光电门的速度大小相等。

③ 用滑块压缩弹簧，记录弹簧的压缩量 x；释放滑块，记录滑块脱离弹簧后的速度 v，释放滑块过程中，弹簧的弹性势能转化为滑块的动能。

④ 重复③中的操作，得到 v 与 x 的关系如图（c）。由图可知，v 与 x 成正比关系，由上述实验可得结论：对同一根弹簧，弹性势能与弹簧的压缩量的平方成正比。

(1) ① 1.30，② A，③ B，④断路　(2) ① 50，②相等，③滑块的动能，④正比，压缩量的平方

（1）①电压表选择 0 ～ 3 V 的量程，最小刻度为 0.1 V，读数时应估读到下一位，因此电压表读数为 1.30 V。

②接通电路前，应该使滑片置于 A 端，使用电器两端的电压为 0，这样才能保证外电路的安全；

③要增大外电路电压，需要使滑片滑向 B 端；

④如果电路中不接入保护电阻，电流过大会烧断电路，出现断路的风险。

（2）①由 $F_1 = mg = k(x_0 - x_1)$，$F_2 = 2mg = k(x_0 - x_2)$，所以 $F_2 - F_1 = k(x_1 - x_2)$，得 $k = \frac{0.49\,\mathrm{N}}{0.0099\,\mathrm{m}} = 49.5\,\mathrm{N/m}$；若取第二组、第三组数据，则 $k' = \frac{0.49\,\mathrm{N}}{0.0097\,\mathrm{m}} = 50.5\,\mathrm{N/m}$，求平均值得 $\overline{k} = \frac{k+k'}{2} = 50\,\mathrm{N/m}$。

②使滑块自由滑动时，通过两个光电门的速度相等，则可以认为滑块离开弹簧后做匀速直线运动。

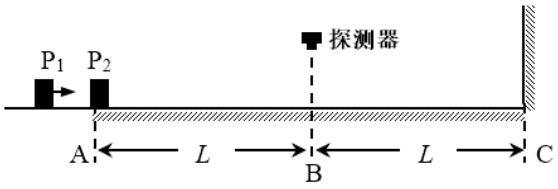
③释放滑块的过程中，弹簧的形变量减少，弹性势能转化为滑块的动能。

④ v 与 x 的关系图象是过原点的倾斜直线，所以 v 与 x 成正比；由机械能守恒定律，则 $E_{弹} = \frac{1}{2}mv^2$，所以弹性势能与压缩量 x 的平方成正比。

11. 如图所示的水平轨道中，AC 段的中点 B 的正上方有一探测器，C 处有一竖直挡板，物体 P_1 沿轨道向右以速度 v_1 与静止在 A 点的物体 P_2 碰撞，并接合成复合体 P，以此碰撞时刻为计时零点，探测器只在 $t_1 = 2\,\mathrm{s}$ 至 $t_2 = 4\,\mathrm{s}$ 内工作，已知 P_1、P_2 的质量都为 $m = 1\,\mathrm{kg}$，P 与 AC 间的动摩擦因数为 $\mu = 0.1$，AB 段长 $L = 4\,\mathrm{m}$，g 取 $10\,\mathrm{m/s^2}$，P_1、P_2 和 P 均视为质点，P 与挡板的碰撞为弹性碰撞。

(1) 若 $v_1 = 6\,\mathrm{m/s}$，求 P_1、P_2 碰后瞬间的速度大小 v 和碰撞损失的动能 ΔE；

(2) 若 P 与挡板碰后，能在探测器的工作时间内通过 B 点，求 v_1 的取值范围和 P 向左经过 A 点时的最大动能 E。



(1) $v = 3\,\mathrm{m/s}$，$\Delta E = 9\,\mathrm{J}$　(2) $10\,\mathrm{m/s} \le v_1 \le 14\,\mathrm{m/s}$，$E = 17\,\mathrm{J}$

（1）P_1、P_2 发生碰撞时，由动量守恒得

$mv_1 = 2mv$，解得 $v = 3\,\mathrm{m/s}$，

碰撞过程中损失的机械能为

$\Delta E_k = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}\cdot 2mv^2$，

代入数据得 $\Delta E_k = 9\,\mathrm{J}$。

（2）复合体 P 运动时受摩擦力作用，因此全程等效于做匀减速直线运动，由牛顿第二定律得

$\mu\cdot 2mg = 2ma$，解得 $a = \mu g = 1\,\mathrm{m/s^2}$，

当 P 运动到 B 点时

$v_B = v - at$，$v_B^2 - v^2 = -2a\cdot 3L$，

因 $v = \frac{v_1}{2}$，当 $t_1 = 2\,\mathrm{s}$ 时 P 经过 B 点，有

$\left(\frac{v_1}{2} - 2\right)^2 - \frac{v_1^2}{4} = -24$，解得 $v_1 = 14\,\mathrm{m/s}$，

当 $t_2 = 4\,\mathrm{s}$ 时 P 经过 B 点，有

$\left(\frac{v_1}{2} - 4\right)^2 - \frac{v_1^2}{4} = -24$，解得 $v_1 = 10\,\mathrm{m/s}$，

所以 v_1 的取值范围是 $10\,\mathrm{m/s} \leqslant v_1 \leqslant 14\,\mathrm{m/s}$。

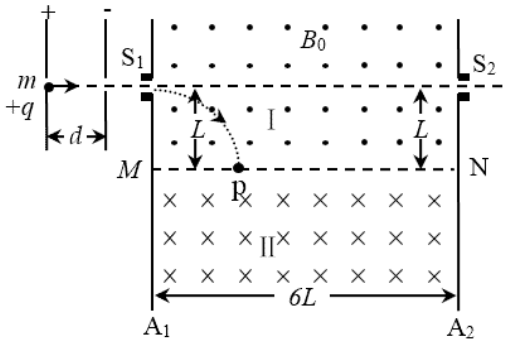
v_1 最大时 P 向左经过 A 点的动能最大，由动能定理得

$-\mu\cdot 2mg\cdot 4L = E - \frac{1}{2}\cdot 2mv_m^2$，解得 $E = 17\,\mathrm{J}$。

12. 如图所示，足够大的平行挡板 A_1、A_2 竖直放置，间距 $6L$。两板间存在两个方向相反的匀强磁场区域 I 和 II，以水平面 MN 为理想分界面，I 区的磁感应强度为 B_0，方向垂直纸面向外。A_1、A_2 上各有位置正对的小孔 S_1、S_2，两孔与分界面 MN 的距离均为 L。质量为 m、电量为 $+q$ 的粒子经宽度为 d 的匀强电场由静止加速后，沿水平方向从 S_1 进入 I 区，并直接偏转到 MN 上的 P 点，再进入 II 区，P 点与 A_1 板的距离是 L 的 k 倍，不计重力，碰到挡板的粒子不予考虑。

(1) 若 $k = 1$，求匀强电场的电场强度 E；

(2) 若 $2 < k < 3$，且粒子沿水平方向从 S_2 射出，求出粒子在磁场中的速度大小 v 与 k 的关系式和 II 区的磁感应强度 B 与 k 的关系式。



(1) $E=\frac{qB_0^2L^2}{2md}$ (2) $v=\frac{(k^2+1)qB_0L}{2m}$，$B=\frac{k}{3-k}B_0$

解：（1）粒子在电场中，由动能定理有

$qEd=\frac{1}{2}mv^2-0$ ①

粒子在 I 区洛伦兹力提供向心力

$qvB_0=m\frac{v^2}{r}$ ②

当 $k=1$ 时，由几何关系得

$r=L$ ③

由①②③解得

$E=\frac{qB_0^2L^2}{2md}$ ④

（2）由于 $2<k<3$ 时，由题意可知粒子在 II 区只能发生一次偏转，由几何关系可知

$(r-L)^2+(kL)^2=r^2$ ⑤

解得 $r=\frac{k^2+1}{2}L$ ⑥

由②⑥解得 $v=\frac{(k^2+1)qB_0L}{2m}$ ⑦

粒子在 II 区洛伦兹力提供向心力

$qvB=m\frac{v^2}{r_1}$ ⑧

由对称性及几何关系可知 $\frac{k}{3-k}=\frac{r}{r_1}$ ⑨

解得 $r_1=\frac{(3-k)(k^2+1)}{2k}L$ ⑩

由⑧⑩解得 $B=\frac{k}{3-k}B_0$