2012 年安徽理综

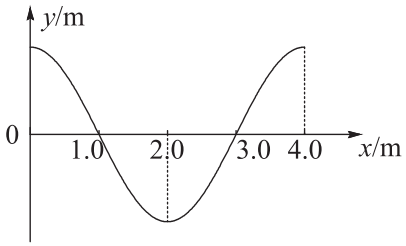
1. 我国发射的“天宫一号”和“神舟八号”在对接前，“天宫一号”的运行轨道高度为 350 km，“神舟八号”的运行轨道高度为 343 km。它们的运行轨道均视为圆周，则 (B)

A. “天宫一号”比“神舟八号”速度大　　B. “天宫一号”比“神舟八号”周期大

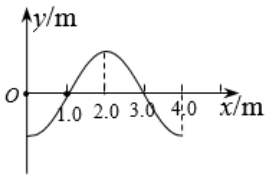
C. “天宫一号”比“神舟八号”角速度大　　D. “天宫一号”比“神舟八号”加速度大

> 由万有引力提供航天器做圆周运动的向心力得 $G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}=m\omega^2r=m\frac{4\pi^2}{T^2}r=ma_n$，所以 $v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$、$T=\sqrt{\frac{4\pi^2r^3}{GM}}$、$\omega=\sqrt{\frac{GM}{r^3}}$、$a_n=\frac{GM}{r^2}$。而“天宫一号”轨道半径 $r_{天}$ 比“神舟八号”轨道半径 $r_{神}$ 大，故周期大。
>
> 正确选项：B。

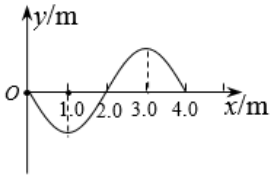
2. 一列简谐横波沿 x 轴正方向传播，在 $t=0\,\mathrm{s}$ 时波形如图所示，已知波速为 $10\,\mathrm{m/s}$，则 $t=0.1\,\mathrm{s}$ 时正确的波形是 (C)



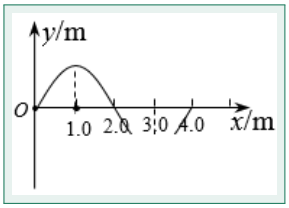
甲



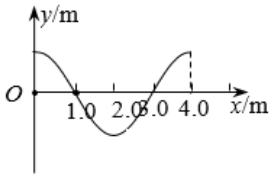
A.



B.



C.

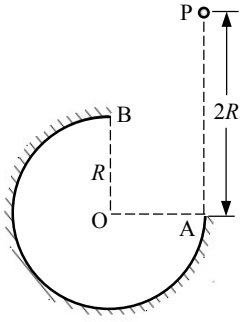


D.

> 由图可得波长 $\lambda=4.0\,\mathrm{m}$，其周期 $T=\lambda/v=0.4\,\mathrm{s}$。而 $t=0.1\,\mathrm{s}=T/4$，波沿 x 轴正方向传播，即波形向 x 轴正方向移动 1/4 波长，得到 C 图。
>
> 正确选项：C。

3. 如图所示，在竖直平面内有一个半径为 R 的圆弧轨道。半径 OA 水平、OB 竖直，一个质量为 m 的小球自 A 正上方 P 点由静止开始自由下落，小球沿轨道到达最高点 B 时

恰好对轨道没有压力，已知 $AP=2R$，重力加速度为 g，则小球从 P 到 B 的运动过程中 (D)



A. 重力做功 $2mgR$

B. 机械能减少 mgR

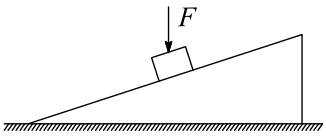
C. 合外力做功 mgR

D. 克服摩擦力做功 $\frac{1}{2}mgR$

小球沿轨道到达最高点 B 时恰好对轨道没有压力，由牛顿第二定律得 $mg=m\frac{v_B^2}{R}$；小球从 P 到 B 的运动过程中，由动能定理得 $W_G+W_f=\frac{1}{2}mv_B^2$。重力做功 $W_G=mgR$，合外力做功 $W=\frac{1}{2}mv_B^2=\frac{1}{2}mgR$，摩擦力做的功为 $W_f=-\frac{1}{2}mgR$，即克服摩擦力做功 $\frac{1}{2}mgR$，机械能减少 $\frac{1}{2}mgR$。

正确选项：D。

4. 如图所示，放在固定斜面上的物块以加速度 a 沿斜面匀加速下滑，若在物块上再施加一个竖直向下的恒力 F，则 (C)



A. 物块可能匀速下滑

B. 物块仍以加速度 a 匀加速下滑

C. 物块将以大于 a 的加速度匀加速下滑

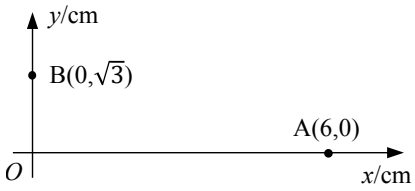
D. 物块将以小于 a 的加速度匀加速下滑

设斜面的倾角为 α，物块与斜面间动摩擦因数为 μ，施加一个竖直向下的恒力 F 时加速度为 a'。

根据牛顿第二定律，不施加恒力 F 时：$mg\sin\alpha-\mu mg\cos\alpha=ma$，得 $a=g(\sin\alpha-\mu\cos\alpha)$；施加一个竖直向下的恒力 F 时：$(mg+F)\sin\alpha-\mu(mg+F)\cos\alpha=ma'$，得 $a'=\left(g+\frac{F}{m}\right)(\sin\alpha-\mu\cos\alpha)$。

比较可知 $a'>a$，故正确选项：C。

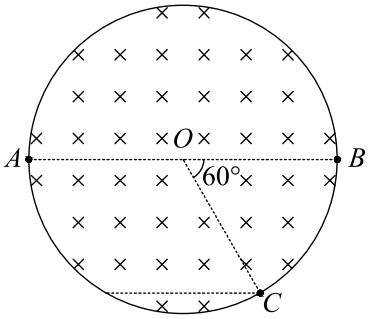
5. 如图所示，在平面直角坐标系中，有方向平行于坐标平面的匀强电场，其中坐标原点 O 处的电势为 0 V，点 A 处的电势为 6 V，点 B 处的电势为 3 V，则电场强度的大小为 (A)



A. $200\,\mathrm{V/m}$　　B. $200\sqrt{3}\,\mathrm{V/m}$　　C. $100\,\mathrm{V/m}$　　D. $100\sqrt{3}\,\mathrm{V/m}$

> 由于 $\varphi_A = 6\,\mathrm{V}$、$\varphi_B = 3\,\mathrm{V}$、$\varphi_O = 0\,\mathrm{V}$，且是匀强电场，则在 $(3,0)$ 的点的电势为 $3\,\mathrm{V}$。匀强电场的方向垂直于点 $(3,0)$ 与 B 点的连线，由几何关系可得 O 到点 $(3,0)$ 与 B 点的连线的距离 $d = 1.5\,\mathrm{cm}$，匀强电场的电场强度 $E = U_{BO}/d = 200\,\mathrm{V/m}$。
>
> 正确选项：A。

6. 如图所示，圆形区域内有垂直于纸面向里的匀强磁场，一个带电粒子以速度 v 从 A 点沿直径 AOB 方向射入磁场，经过 Δt 时间从 C 点射出磁场，OC 与 OB 成 60° 角。现将带电粒子的速度变为 $v/3$，仍从 A 点沿原方向射入磁场，不计重力，则粒子在磁场中的运动时间变为 (B)



A. $\frac{1}{2}\Delta t$　　B. $2\Delta t$　　C. $\frac{1}{3}\Delta t$　　D. $3\Delta t$

> 由牛顿第二定律 $qvB = m\frac{v^2}{r}$ 及匀速圆周运动 $T = \frac{2\pi r}{v}$ 得 $r = \frac{mv}{qB}$，$T = \frac{2\pi m}{qB}$。
>
> 由图可得以速度 v 从 A 点沿直径 AOB 方向射入磁场，经过 $\Delta t = T/6$ 从 C 点射出磁场，轨道半径 $r = \sqrt{3}\,AO$；速度变为 $v/3$ 时，运动半径是 $r/3 = \frac{\sqrt{3}}{3}AO$，由几何关系可得在磁场中运动转过的圆心角为 120°，运动时间为 $T/3$，即 $2\Delta t$。
>
> 正确选项：B。

7. 如图所示,半径为 R 的均匀带电圆形平板,单位面积带电量为 σ,其轴线上任意一点 P（坐标为 x）的电场强度可以由库仑定律和电场强度的叠加原理求出:$E = 2\pi k\sigma\left[1 - \frac{x}{(R^2+x^2)^{1/2}}\right]$，方向沿 x 轴。现考虑单位面积带电量为 σ_0 的无限大均匀带电平板，从其中间挖去一半径为 r 的圆形板。则圆孔轴线上任意一点 Q（坐标为 x）的电场强度为 (A)

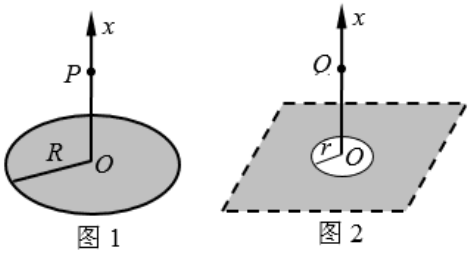


图 1　　图 2

A. $2\pi k\sigma_0\frac{x}{(r^2+x^2)^{1/2}}$　　B. $2\pi k\sigma_0\frac{r}{(r^2+x^2)^{1/2}}$　　C. $2\pi k\sigma_0\frac{x}{r}$　　D. $2\pi k\sigma_0\frac{r}{x}$

> 无限大均匀带电平板周围的电场是垂直于平板的匀强电场，即电场强度处处相等等于圆板中心轴上 $x=0$ 时的电场强度，由题中信息可得单位面积带电量为 σ_0 的无限大均匀带电平板场强为 $E=2\pi k\sigma_0$。而半径为 r 的圆板在其轴线上 Q 点的电场场强为 $E'=2\pi k\sigma_0\left[1-\frac{x}{(r^2+x^2)^{1/2}}\right]$，由电场叠加原理可得图中 Q（坐标为 x）的电场强度为 E 和 E' 的矢量和，即 $E-E'=2\pi k\sigma_0\frac{x}{(r^2+x^2)^{1/2}}$。
>
> 正确选项：A。

8. 如图所示为“验证牛顿第二定律”的实验装置示意图。砂和砂桶的总质量为 m，小车和砝码的总质量为 M。实验中用砂和砂桶总重力的大小作为细线对小车拉力的大小。

(1) 实验中，为了使细线对小车的拉力等于小车所受的合外力，先调节长木板一端滑轮的高度，使细线与长木板平行。接下来还需要进行的一项操作是（　）

（A）将长木板水平放置，让小车连着已经穿过打点计时器的纸带，给打点计时器通电，调节 m 的大小，使小车在砂和砂桶的牵引下运动，从打出的纸带判断小车是否做匀速运动。

（B）将长木板的一端垫起适当的高度，让小车连着已经穿过打点计时器的纸带，撤去砂和砂桶，给打点计时器通电，轻推小车，从打出的纸带判断小车是否做匀速运动。

（C）将长木板的一端垫起适当的高度，撤去纸带以及砂和砂桶，轻推小车，观察判断小车是否做匀速运动。

(2) 实验中要进行质量 m 和 M 的选取，以下最合理的一组是（　）

（A）$M=200\,\mathrm{g}$，$m=10\,\mathrm{g}$、$15\,\mathrm{g}$、$20\,\mathrm{g}$、$25\,\mathrm{g}$、$30\,\mathrm{g}$、$40\,\mathrm{g}$

（B）$M=200\,\mathrm{g}$，$m=20\,\mathrm{g}$、$40\,\mathrm{g}$、$60\,\mathrm{g}$、$80\,\mathrm{g}$、$100\,\mathrm{g}$、$120\,\mathrm{g}$

（C）$M=400\,\mathrm{g}$，$m=10\,\mathrm{g}$、$15\,\mathrm{g}$、$20\,\mathrm{g}$、$25\,\mathrm{g}$、$30\,\mathrm{g}$、$40\,\mathrm{g}$

（D）$M=400\,\mathrm{g}$，$m=20\,\mathrm{g}$、$40\,\mathrm{g}$、$60\,\mathrm{g}$、$80\,\mathrm{g}$、$100\,\mathrm{g}$、$120\,\mathrm{g}$

(3) 如图所示是实验中得到的一条纸带，A、B、C、D、E、F、G 为 7 个相邻的计数点，相邻的两个计数点之间还有四个点未画出。量出相邻的计数点之间的距离分别为 $s_{AB}=4.22\,\mathrm{cm}$、$s_{BC}=4.65\,\mathrm{cm}$、$s_{CD}=5.08\,\mathrm{cm}$、$s_{DE}=5.49\,\mathrm{cm}$、$s_{EF}=$

5.91 cm、s_{FG} = 6.34 cm。已知打点计时器的工作频率为 50 Hz，则小车的加速度 a =_____ m/s^2（结果保留 2 位有效数字）。

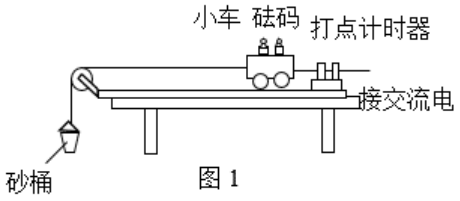
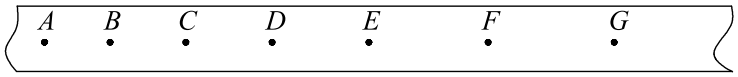


图 1



乙

(1) B　(2) C　(3) 0.42

（1）平衡摩擦阻力是通过 B 的方法来实现的，故选 B。

（2）由于本实验中要求砂和砂桶的质量 m 远小于小车和砝码的质量 M，故选 C 合理。

（3）由于连续相等时间内的位移差 $\Delta s = 0.42\,\text{cm}$，由匀变速运动规律 $\Delta s = aT^2$，且 $T = 5 \times 0.02\,\text{s} = 0.1\,\text{s}$，所以 $a = \Delta s/T^2 = 0.42\,\text{m/s}^2$。

9. 图为“测绘小灯泡伏安特性曲线”实验的实物电路图，已知小灯泡额定电压为 2.5 V。

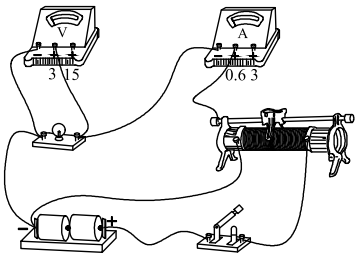
(1) 完成下列实验步骤：

①闭合开关前，调节滑动变阻器的滑片，_____；

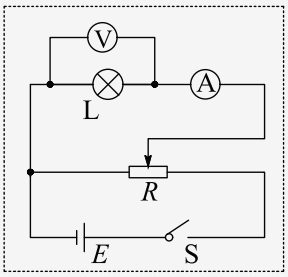
②闭合开关后，逐渐移动变阻器的滑片，_____；

③断开开关，……。根据实验数据在方格纸上作出小灯泡灯丝的伏安特性曲线。

(2) 在虚线框中画出与实物电路相应的电路图。



(1) ①使滑动变阻器的滑片靠近变阻器左端的接线柱（使小灯泡两端电压为 0）；②增加小灯泡两端的电压，记录电流表和电压表的多组读数，直至电压达到额定电压。
(2) 如图所示。



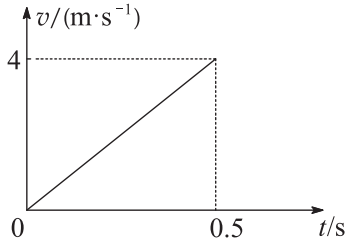
（1）①由于滑动变阻器的分压作用，使开始实验时小灯泡两端电压为 0，应使滑动变阻器的滑片靠近变阻器左端的接线柱。②描绘小灯泡灯丝的伏安特性曲线，必须测量多组数据，即增加小灯泡两端的电压，记录电流表和电压表的多组读数，直至电压达到额定电压。

（2）与实物电路相应的电路图如图所示。

10. 质量为 0.1 kg 的弹性球从空中某高度由静止开始下落，该下落过程对应的 $v-t$ 图象如图所示。球与水平地面相碰后离开地面时的速度大小为碰撞前的 3/4。设球受到的空气阻力大小恒为 f，取 $g=10\,\mathrm{m/s^2}$，求：

(1) 弹性球受到的空气阻力 f 的大小；

(2) 弹性球第一次碰撞后反弹的高度 h。



(1) 0.2 N　(2) $\frac{3}{8}$ m

（1）设弹性球第一次下落过程中的加速度大小为 a_1，由图知 $a_1=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{4}{0.5}\,\mathrm{m/s^2}=8\,\mathrm{m/s^2}$。

根据牛顿第二定律，得 $mg-f=ma_1$，解得 $f=m(g-a_1)=0.2\,\mathrm{N}$。

（2）由图知弹性球第一次到达地面时的速度大小为 $v_1=4\,\mathrm{m/s}$，设球第一次离开地面时的速度为 v_2，则 $v_2=\frac{3}{4}v_1=3\,\mathrm{m/s}$。第一次离开地面后，设上升过程中球的加速度大小为 a_2，则 $mg+f=ma_2$，得 $a_2=12\,\mathrm{m/s^2}$。于是有 $0-v_2^2=-2a_2h$，解得 $h=\frac{3}{8}\,\mathrm{m}$。

11. 如图所示是交流发电机模型示意图。在磁感应强度为 B 的匀强磁场中，有一矩形线圈 abcd 可绕线圈平面内垂直于磁感线的 OO' 轴转动，由线圈引出的导线 ae 和 df 分别与

两个跟线圈一起绕 OO' 转动的金属圆环相连接，金属圆环又分别与两个固定的电刷保持滑动接触，这样矩形线圈在转动中就可以保持和外电路电阻 R 形成闭合电路。中间图是线圈的主视图，导线 ab 和 cd 分别用它们的横截面来表示。已知 ab 长度为 L_1，bc 长度为 L_2，线圈以恒定角速度 ω 逆时针转动。（只考虑单匝线圈）

(1) 线圈平面处于中性面位置时开始计时，试推导 t 时刻整个线圈中的感应电动势 e_1 的表达式；

(2) 线圈平面处于与中性面成 φ_0 夹角位置时开始计时，如图中右图所示，试写出 t 时刻整个线圈中的感应电动势 e_2 的表达式；

(3) 若线圈电阻为 r，求线圈每转动一周电阻 R 上产生的焦耳热。（其它电阻均不计）

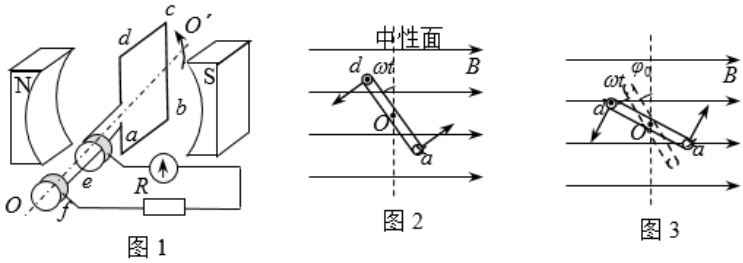


图 1　图 2　图 3

(1) $e_1 = BL_1L_2\omega\sin\omega t$　(2) $e_2 = BL_1L_2\omega\sin(\omega t+\varphi_0)$　(3) $Q_R = \pi R\omega\left(\frac{BL_1L_2}{R+r}\right)^2$

（1）矩形线圈 abcd 转动过程中，只有 ab 和 cd 切割磁感线，设 ab 和 cd 的转动速度为 v，则 $v=\omega\frac{L_2}{2}$。在 t 时刻，导线 ab 和 cd 因切割磁感线而产生的感应电动势均为 $E_1 = BL_1v$。由图可知 $v_\perp = v\sin\omega t$。则整个线圈的感应电动势为 $e_1 = 2E_1 = BL_1L_2\omega\sin\omega t$。

（2）当线圈由图中右图位置开始运动时，在 t 时刻整个线圈的感应电动势为 $e_2 = BL_1L_2\omega\sin(\omega t+\varphi_0)$。

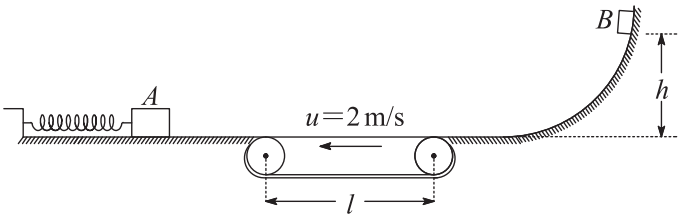
（3）由闭合电路欧姆定律可知 $I=\frac{E}{R+r}$，这里的 E 为线圈产生的电动势的有效值，$E=\frac{E_m}{\sqrt{2}}=\frac{BL_1L_2\omega}{\sqrt{2}}$。则线圈转动一周在 R 上产生的焦耳热为 $Q_R = I^2RT$，其中 $T=\frac{2\pi}{\omega}$。于是 $Q_R=\pi R\omega\left(\frac{BL_1L_2}{R+r}\right)^2$。

12. 如图所示，装置的左边是足够长的光滑水平面，一轻质弹簧左端固定，右端连接着质量 $M=2\,\mathrm{kg}$ 的小物块 A。装置的中间是水平传送带，它与左右两边的台面等高，并能平滑对接。传送带始终以 $u=2\,\mathrm{m/s}$ 的速率逆时针转动。装置的右边是一光滑的曲面，质量 $m=1\,\mathrm{kg}$ 的小物块 B 从其上距水平台面 $h=1.0\,\mathrm{m}$ 处由静止释放。已知物块 B 与传送带之间的摩擦因数 $\mu=0.2$，$l=1.0\,\mathrm{m}$。设物块 A、B 中间发生的是对心弹性碰撞，第一次碰撞前物块 A 静止且处于平衡状态。取 $g=10\,\mathrm{m/s^2}$。

(1) 求物块 B 与物块 A 第一次碰撞前速度大小；

(2) 通过计算说明物块 B 与物块 A 第一次碰撞后能否运动到右边曲面上？

(3) 如果物块 A、B 每次碰撞后，物块 A 再回到平衡位置时都会立即被锁定，而当他们再次碰撞前锁定被解除，试求出物块 B 第 n 次碰撞后的运动速度大小。



(1) $4\,\mathrm{m/s}$　(2) 不能　(3) $\left(\frac{1}{3}\right)^n v$

（1）设物块 B 沿光滑曲面下滑到水平位置时的速度大小为 v_0，由机械能守恒知 $mgh=\frac{1}{2}mv_0^2$，得 $v_0=\sqrt{2gh}$。设物块 B 在传送带上滑动过程中因受摩擦力所产生的加速度大小为 a，则 $\mu mg=ma$。设物块 B 通过传送带后运动速度大小为 v，有 $v^2-v_0^2=-2al$。结合以上各式解得 $v=4\,\mathrm{m/s}$。由于 $v>u=2\,\mathrm{m/s}$，所以 $v=4\,\mathrm{m/s}$ 即为物块 B 与物块 A 第一次碰撞前的速度大小。

（2）设物块 A、B 第一次碰撞后的速度分别为 V、v_1，取向右为正方向，由弹性碰撞知 $-mv=mv_1+MV$，$\frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2}mv_1^2+\frac{1}{2}MV^2$，解得 $v_1=\frac{1}{3}v=\frac{4}{3}\,\mathrm{m/s}$。即碰撞后物块 B 在水平台面向右匀速运动。

设物块 B 在传送带上向右运动的最大位移为 l'，则 $0-v_1^2=-2al'$，得 $l'=\frac{4}{9}\,\mathrm{m}<1\,\mathrm{m}$。所以物块 B 不能通过传送带运动到右边的曲面上。

（3）当物块 B 在传送带上向右运动的速度为零时，将会沿传送带向左加速。可以判断，物块 B 运动到左边台面时的速度大小为 v_1，继而与物块 A 发生第二次碰撞。设第二次碰撞后物块 B 速度大小为 v_2，同上计算可知 $v_2=\frac{1}{3}v_1=\left(\frac{1}{3}\right)^2 v$。物块 B 与物块 A 第三次碰撞、第四次碰撞……碰撞后物块 B 的速度大小依次为 $v_3=\frac{1}{3}v_2=\left(\frac{1}{3}\right)^3 v$，$v_4=\frac{1}{3}v_3=\left(\frac{1}{3}\right)^4 v$，……。则第 n 次碰撞后物块 B 的速度大小为 $v_n=\left(\frac{1}{3}\right)^n v$。