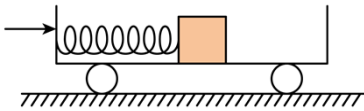


## 2021 年高考全国乙卷物理试卷

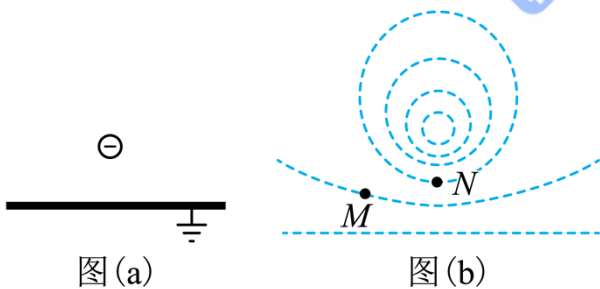
二、选择题：本题共 8 小题，每小题 6 分，共 48 分。在每小题给出的四个选项中，第 1~5 题只有一项符合题目要求，第 6~8 题有多项符合题目要求。全部选对的得 6 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。

1. 如图，光滑水平地面上有一小车，一轻弹簧的一端与车厢的挡板相连，另一端与滑块相连，滑块与车厢的水平底板间有摩擦。用力向右推动车厢使弹簧压缩，撤去推力时滑块在车厢底板上有相对滑动。在地面参考系（可视为惯性系）中，从撤去推力开始，小车、弹簧和滑块组成的系统（ ）



- A. 动量守恒，机械能守恒
- B. 动量守恒，机械能不守恒
- C. 动量不守恒，机械能守恒
- D. 动量不守恒，机械能不守恒

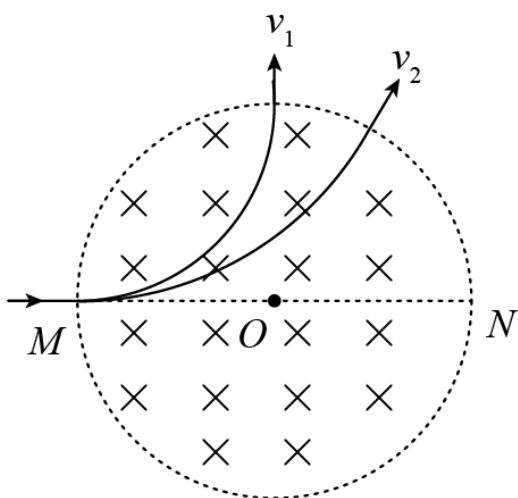
2. 如图 (a)，在一块很大的接地金属平板的上方固定一负电荷。由于静电感应，在金属板上表面产生感应电荷，金属板上表面电场的等势面如图 (b) 中虚线所示，相邻等势面间的电势差都相等。若将一正试探电荷先后放于  $M$  和  $N$  处，该试探电荷受到的电场力大小分别为  $F_M$  和  $F_N$ ，相应的电势能分别为  $E_{pM}$  和  $E_{pN}$ ，则（ ）



- A.  $F_M < F_N, E_{pM} > E_{pN}$
- B.  $F_M > F_N, E_{pM} > E_{pN}$
- C.  $F_M < F_N, E_{pM} < E_{pN}$
- D.  $F_M > F_N, E_{pM} < E_{pN}$

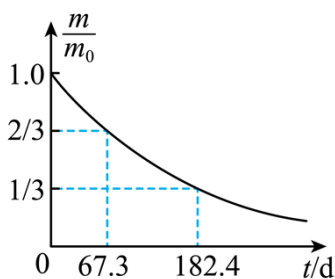
3. 如图，圆形区域内有垂直纸面向里的匀强磁场，质量为  $m$ 、电荷量为  $q$  ( $q > 0$ ) 的带电粒子从圆周上的  $M$  点沿直径  $MON$  方向射入磁场。若粒子射入磁场时的速度大小为  $v_1$ ，离开磁场时速度方向偏转  $90^\circ$ ；若射

入磁场时的速度大小为  $v_2$ ，离开磁场时速度方向偏转  $60^\circ$ ，不计重力，则  $\frac{v_1}{v_2}$  为 ( )



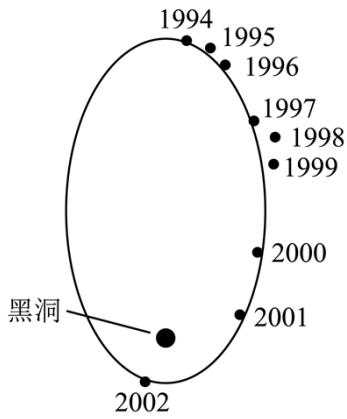
- A.  $\frac{1}{2}$                       B.  $\frac{\sqrt{3}}{3}$                       C.  $\frac{\sqrt{3}}{2}$                       D.  $\sqrt{3}$

4. 医学治疗中常用放射性核素  $^{113}\text{In}$  产生  $\gamma$  射线，而  $^{113}\text{In}$  是由半衰期相对较长的  $^{113}\text{Sn}$  衰变产生的。对于质量为  $m_0$  的  $^{113}\text{Sn}$ ，经过时间  $t$  后剩余的  $^{113}\text{Sn}$  质量为  $m$ ，其  $\frac{m}{m_0}-t$  图线如图所示。从图中可以得到  $^{113}\text{Sn}$  的半衰期为 ( )



- A. 67.3d                      B. 101.0d                      C. 115.1d                      D. 124.9d

5. 科学家对银河系中心附近的恒星 S2 进行了多年的持续观测，给出 1994 年到 2002 年间 S2 的位置如图所示。科学家认为 S2 的运动轨迹是半长轴约为 1000AU (太阳到地球的距离为 1AU) 的椭圆，银河系中心可能存在超大质量黑洞。这项研究工作获得了 2020 年诺贝尔物理学奖。若认为 S2 所受的作用力主要为该大质量黑洞的引力，设太阳的质量为  $M$ ，可以推测出该黑洞质量约为 ( )



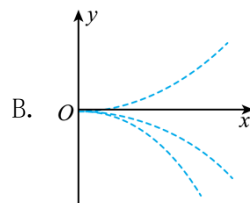
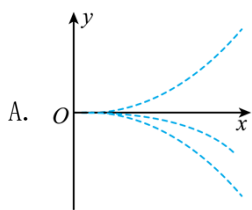
- A.  $4 \times 10^4 M$                       B.  $4 \times 10^6 M$                       C.  $4 \times 10^8 M$                       D.  $4 \times 10^{10} M$

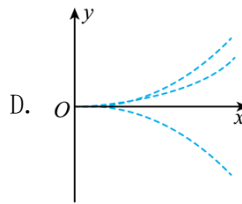
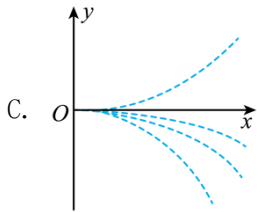
6. 水平桌面上，一质量为  $m$  的物体在水平恒力  $F$  拉动下从静止开始运动，物体通过的路程等于  $s_0$  时，速度的大小为  $v_0$ ，此时撤去  $F$ ，物体继续滑行  $2s_0$  的路程后停止运动，重力加速度大小为  $g$ ，则 ( )

- A. 在此过程中  $F$  所做的功为  $\frac{1}{2}mv_0^2$   
 B. 在此过程中  $F$  的冲量大小等于  $\frac{3}{2}mv_0$   
 C. 物体与桌面间的动摩擦因数等于  $\frac{v_0^2}{4s_0g}$

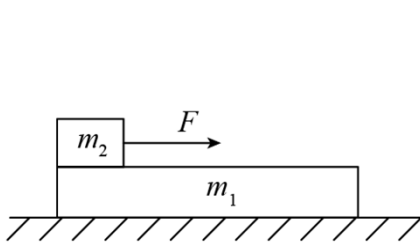
D.  $F$  的大小等于物体所受滑动摩擦力大小的 2 倍

7. 四个带电粒子的电荷量和质量分别  $(+q, m)$ 、 $(+q, 2m)$ 、 $(+3q, 3m)$ 、 $(-q, m)$  它们先后以相同的速度从坐标原点沿  $x$  轴正方向射入一匀强电场中，电场方向与  $y$  轴平行，不计重力，下列描绘这四个粒子运动轨迹的图像中，可能正确的是 ( )

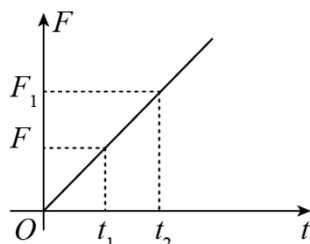




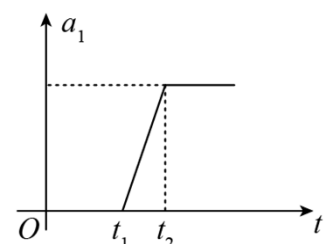
8. 水平地面上有一质量为  $m_1$  的长木板，木板的左端上有一质量为  $m_2$  的物块，如图 (a) 所示。用水平向右的拉力  $F$  作用在物块上， $F$  随时间  $t$  的变化关系如图 (b) 所示，其中  $F_1$ 、 $F_2$  分别为  $t_1$ 、 $t_2$  时刻  $F$  的大小。木板的加速度  $a_1$  随时间  $t$  的变化关系如图 (c) 所示。已知木板与地面间的动摩擦因数为  $\mu_1$ ，物块与木板间的动摩擦因数为  $\mu_2$ ，假设最大静摩擦力均与相应的滑动摩擦力相等，重力加速度大小为  $g$ 。则 ( )



图(a)



图(b)



图(c)

- A.  $F_1 = \mu_1 m_1 g$
- B.  $F_2 = \frac{m_2(m_1 + m_2)}{m_1}(\mu_2 - \mu_1)g$
- C.  $\mu_2 > \frac{m_1 + m_2}{m_2} \mu_1$
- D. 在  $0 \sim t_2$  时间段物块与木板加速度相等

三、非选择题：第 9~12 题为必考题，每个试题考生都必须作答。第 13~16 题为选考题，考生根据要求作答。

(一) 必考题：

9. 某同学利用图 (a) 所示装置研究平抛运动的规律。实验时该同学使用频闪仪和照相机对做平抛运动的小球进行拍摄，频闪仪每隔  $0.05\text{s}$  发出一次闪光，某次拍摄后得到的照片如图 (b) 所示 (图中未包括小球刚离开轨道的影像)。图中的背景是放在竖直平面内的带有方格的纸板，纸板与小球轨迹所在平面平行，其上每个方格的边长为  $5\text{cm}$ 。该同学在实验中测得的小球影像的高度差已经在图 (b) 中标出。



电路图连接电路。完成下列填空：

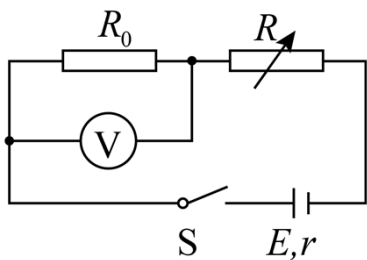


图 (a)

- (1) 为保护电压表，闭合开关前，电阻箱接入电路的电阻值可以选\_\_\_\_\_Ω（填“5.0”或“15.0”）；
- (2) 闭合开关，多次调节电阻箱，记录下阻值  $R$  和电压表的相应读数  $U$ ；
- (3) 根据图 (a) 所示电路，用  $R$ 、 $R_0$ 、 $R_V$ 、 $E$  和  $r$  表示  $\frac{1}{U}$ ，得  $\frac{1}{U} =$ \_\_\_\_\_；
- (4) 利用测量数据，做  $\frac{1}{U} - R$  图线，如图 (b) 所示：

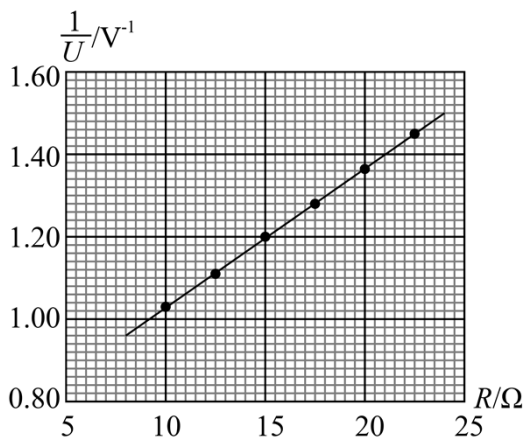


图 (b)

- (5) 通过图 (b) 可得  $E =$ \_\_\_\_\_V（保留 2 位小数）， $r =$ \_\_\_\_\_Ω（保留 1 位小数）；
- (6) 若将图 (a) 中的电压表当成理想电表，得到的电源电动势为  $E'$ ，由此产生的误差为

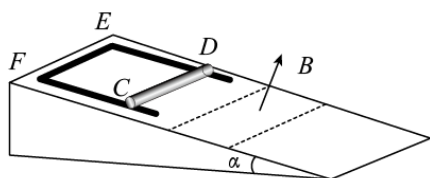
$$\left| \frac{E' - E}{E} \right| \times 100\% = \text{_____}\%$$

11. 一篮球质量为  $m = 0.60\text{kg}$ ，一运动员使其从距地面高度为  $h_1 = 1.8\text{m}$  处由静止自由落下，反弹高度为  $h_2 = 1.2\text{m}$ 。若使篮球从距地面  $h_3 = 1.5\text{m}$  的高度由静止下落，并在开始下落的同时向下拍球、球落地后反弹的高度也为  $1.5\text{m}$ 。假设运动员拍球时对球的作用力为恒力，作用时间为  $t = 0.20\text{s}$ ；该篮球每次与地面碰撞前后的动能的比值不变。重力加速度大小取  $g = 10\text{m/s}^2$ ，不计空气阻力。求：

- (1) 运动员拍球过程中对篮球所做的功；
- (2) 运动员拍球时对篮球的作用力的大小。

12. 如图，一倾角为  $\alpha$  的光滑固定斜面的顶端放有质量  $M = 0.06\text{kg}$  的 U 型导体框，导体框的电阻忽略不计；一电阻  $R = 3\Omega$  的金属棒  $CD$  的两端置于导体框上，与导体框构成矩形回路  $CDEF$ ； $EF$  与斜面底边平行，长度  $L = 0.6\text{m}$ 。初始时  $CD$  与  $EF$  相距  $s_0 = 0.4\text{m}$ ，金属棒与导体框同时由静止开始下滑，金属棒下滑距离  $s_1 = \frac{3}{16}\text{m}$  后进入一方向垂直于斜面的匀强磁场区域，磁场边界（图中虚线）与斜面底边平行；金属棒在磁场中做匀速运动，直至离开磁场区域。当金属棒离开磁场的瞬间，导体框的  $EF$  边正好进入磁场，并在匀速运动一段距离后开始加速。已知金属棒与导体框之间始终接触良好，磁场的磁感应强度大小  $B = 1\text{T}$ ，重力加速度大小取  $g = 10\text{m/s}^2$ ,  $\sin \alpha = 0.6$ 。求：

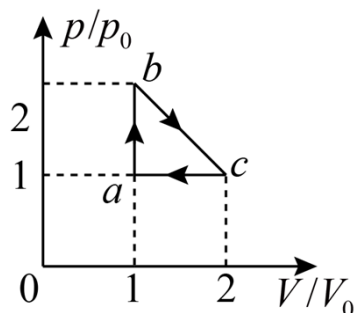
- (1) 金属棒在磁场中运动时所受安培力的大小；
- (2) 金属棒的质量以及金属棒与导体框之间的动摩擦因数；
- (3) 导体框匀速运动的距离。



(二) 选考题：

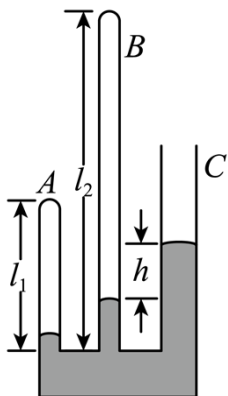
[物理—选修 3-3]

13. 如图，一定量的理想气体从状态  $a(p_0, V_0, T_0)$  经热力学过程  $ab$ 、 $bc$ 、 $ca$  后又回到状态  $a$ 。对于  $ab$ 、 $bc$ 、 $ca$  三个过程，下列说法正确的是 ( )



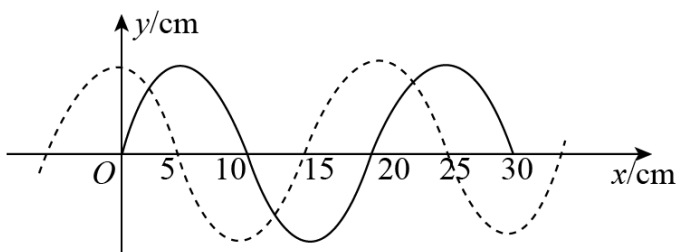
- A.  $ab$  过程中，气体始终吸热
- B.  $ca$  过程中，气体始终放热
- C.  $ca$  过程中，气体对外界做功
- D.  $bc$  过程中，气体的温度先降低后升高
- E.  $bc$  过程中，气体的温度先升高后降低

14. 如图，一玻璃装置放在水平桌面上，竖直玻璃管 A、B、C 粗细均匀，A、B 两管的上端封闭，C 管上端开口，三管的下端在同一水平面内且相互连通。A、B 两管的长度分别为  $l_1 = 13.5\text{cm}$ ， $l_2 = 32\text{cm}$ 。将水银从 C 管缓慢注入，直至 B、C 两管内水银柱的高度差  $h = 5\text{cm}$ 。已知外界大气压为  $p_0 = 75\text{cmHg}$ 。求 A、B 两管内水银柱的高度差。



**【物理——选修 3-4】**

15. 图中实线为一列简谐横波在某一时刻的波形曲线，经过  $0.3\text{s}$  后，其波形曲线如图中虚线所示。已知该波的周期  $T$  大于  $0.3\text{s}$ ，若波是沿  $x$  轴正方向传播的，则该波的速度大小为 \_\_\_\_\_  $\text{m/s}$ ，周期为 \_\_\_\_\_  $\text{s}$ ，若波是沿  $x$  轴负方向传播的，该波的周期为 \_\_\_\_\_  $\text{s}$ 。



16. 用插针法测量上、下表面平行的玻璃砖的折射率。实验中用 A、B 两个大头针确定入射光路、C、D 两个大头针确定出射光路， $O$  和  $O'$  分别是入射点和出射点，如图 (a) 所示。测得玻璃砖厚度为  $h = 15.0\text{mm}$ ，A 到过  $O$  点的法线  $OM$  的距离  $AM = 10.0\text{mm}$ ， $M$  到玻璃砖的距离  $MO = 20.0\text{mm}$ ， $O'$  到  $OM$  的距离为  $s = 5.0\text{mm}$ 。

(i) 求玻璃砖的折射率；

(ii) 用另一块材料相同，但上下两表面不平行的玻璃砖继续实验，玻璃砖的截面如图 (b) 所示。光从上表面入射，入射角从  $0$  逐渐增大，达到  $45^\circ$  时，玻璃砖下表面的出射光线恰好消失。求此玻璃砖上下表面的夹角。

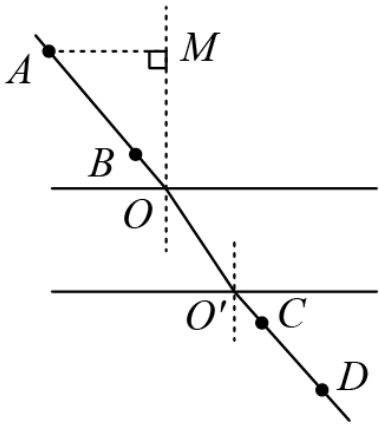


图 (a)

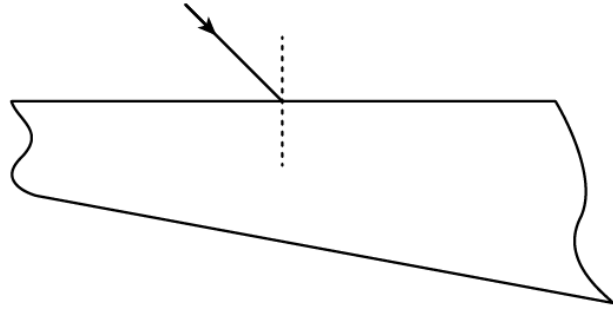


图 (b)