

# 宁波市高二物理竞赛试题

考试时间 2.5 小时，满分 200 分

2013 年 12 月

题号	一	二	16	17	18	19	20	21	总分
得分									
评卷人									

姓名

学校

所在县(区)

一. 选择题 (共 8 题, 每题 6 分, 共 48 分, 有些题有多个选项是正确的, 把答案填在指定的括号内)

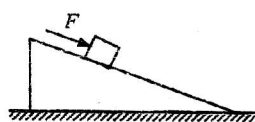
1. 物理学中常用“+”、“-”号来表示某种物理含义, 但在不同的场合, 正、负号表示的物理含义是不同的. 关于正、负号表达的含义, 下列说法正确的是 ( )
- A. 正、负号可以表示任意方向矢量的方向.
  - B. 功的正、负不是表示功的方向, 而是表示功的大小.
  - C. 势能的正、负表示势能的大小.
  - D. 动能变化量的正、负表示动能的增加、减少.
  - E. 电势的正、负表示电势的方向.

2. 有关电场的知识, 下列说法正确的是 ( )
- A. 因为电场是一种物质, 所以电场是由分子、原子组成的.
  - B. 电场强度和电势能是描述电场的两个物理量.
  - C. 地球是个带负电的导体, 地球表面有向下方向的电场.
  - D. 电场中电场强度为零的地方, 电势必定为零.
  - E. 电场中, 沿场强方向电势降落得越快的地方电场越强.

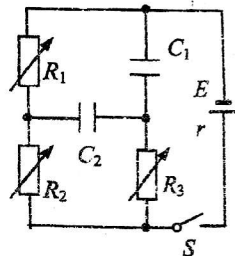
3. 一条形磁铁放在水平桌面上, 它的上方靠近 S 极一侧固定一根与它垂直的导体棒, 图中只画出此棒的截面图. 现给棒通以垂直纸面向里的恒定电流, 磁铁仍静止于原处, 则导体棒通电后 ( )
- A. 磁铁对桌面的压力减小
  - B. 磁铁对桌面的压力增大
  - C. 磁铁受到向右的摩擦力
  - D. 磁铁受到向左的摩擦力



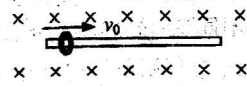
4. 一物体恰能在一个斜面体上沿斜面匀速下滑, 此时斜面不受地面的摩擦力作用. 若沿斜面方向用力向下推此物体, 使物体加速下滑, 如图所示, 则斜面受地面的摩擦力  $F_f$  和支持力  $F_N$  ( )
- A.  $F_f$  向右,  $F_N$  变大
  - B.  $F_f$  向左,  $F_N$  变大
  - C.  $F_f=0$ ,  $F_N$  变大
  - D.  $F_f=0$ ,  $F_N$  不变



5. 如图所示电路中, 电源有不可忽略的内阻,  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  为三个可变电阻, 闭合开关  $S$  后, 电容器  $C_1$ 、 $C_2$  最终所带的电荷量分别为  $Q_1$  和  $Q_2$ , 则下列判断正确的是 ( )
- A. 仅将  $R_1$  增大, 则  $Q_1$  和  $Q_2$  都将增大.
  - B. 仅将  $R_2$  增大, 则  $Q_1$  和  $Q_2$  都将增大.
  - C. 仅将  $R_3$  增大, 则  $Q_1$  和  $Q_2$  都不变.
  - D. 突然断开开关  $S$ ,  $Q_1$  和  $Q_2$  都不变.

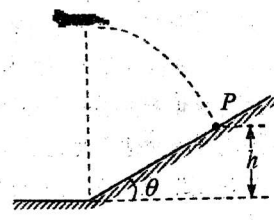


6. 如图所示, 一个带正电的滑环套在水平且足够长的粗糙水平杆上, 整个装置处于方向如图所示的匀强磁场中, 现给滑环一个向右的初速度  $v_0$  使其向右运动, 则滑环在杆上的运动情况可能发生的是 ( )



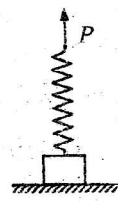
- A. 始终做匀速运动  
 B. 做减速运动, 直到静止于杆上  
 C. 先做加速运动, 后做匀速运动  
 D. 先做减速运动, 后做匀速运动

7. 如图所示, 轰炸机沿水平方向匀速飞行, 到达山坡底端正上方时释放一颗炸弹, 并垂直山坡斜面击中目标  $P$ . 已知  $P$  点高度为  $h$ , 山坡斜面的倾角为  $\theta$ , 由此可算出 ( )



- A. 轰炸机的飞行速度为  $\sqrt{gh}$   
 B. 炸弹的飞行时间  $\tan\theta \sqrt{\frac{h}{g}}$   
 C. 轰炸机的飞行高度  $\frac{h}{2 \tan^2 \theta} + h$   
 D. 炸弹击中目标前瞬间的速度大小为  $\frac{\sqrt{gh}}{\cos\theta}$

8. 如图所示, 一质量为  $m$  的物体放在水平地面上, 上端用一根原长为  $l_0$ , 劲度系数为  $k$  的轻弹簧相连. 现用手拉着弹簧的上端  $P$  缓慢向上移动. 当  $P$  点竖直向上移动的距离为  $H$  时, 物体离开地面一段距离  $h$ , 则在此过程中 ( )



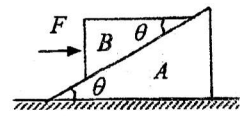
- A. 拉弹簧的力对系统做功为  $mgH$   
 B. 拉弹簧的力对系统做功为  $\frac{1}{2} mg(h+H)$   
 C. 物体增加的重力势能为  $mgH - \frac{(mg)^2}{k}$   
 D. 弹簧增加的弹性势能为  $mg(H-h)$

二. 填空题 (共 7 题, 每题 8 分, 共 56 分, 把答案填在指定的横线上)

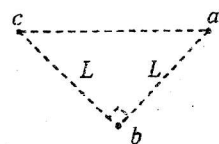
9. 已知力  $F_1=10\text{ N}$ ,  $F_2=5\text{ N}$ ,  $F_1$  与  $F_2$  的合力记为  $F$ , 则  $F$  与  $F_1$  夹角的最大值等于 \_\_\_\_\_, 此时合力  $F$  的大小等于 \_\_\_\_\_ N.

10. 在水平实验台上放一枚可绕竖直轴自由转动的小磁针, 小磁针静止时 N 极指北, 在小磁针正上方沿南北方向水平架放一长直导线, 当导线通以恒定的电流后, 小磁针再次静止时 N 极指向为北偏西  $60^\circ$ , 已知该处地磁场磁感应强度的水平分量大小为  $B$ , 则直导线在小磁针处产生的磁感应强度的大小为 \_\_\_\_\_, 导线中的电流方向为 \_\_\_\_\_.

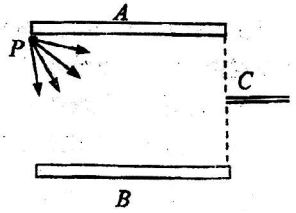
11. 两个直角三角形滑块  $A$ 、 $B$ , 质量均为  $m$ , 顶角均为  $\theta$ , 按如图所示叠放,  $A$ 、 $B$  接触面光滑,  $A$  与桌面的接触面粗糙, 它们在作用在  $B$  上水平推力  $F$  作用下一起在桌面上做匀速运动, 而  $A$ 、 $B$  保持着相对静止. 则推力的大小  $F=$  \_\_\_\_\_,  $A$  与桌面的动摩擦因数  $\mu=$  \_\_\_\_\_.



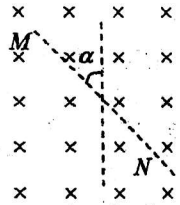
12. 在匀强电场中与电场线平行的平面上有  $a$ 、 $b$ 、 $c$  三点, 此三点构成一等腰直角三角形, 直角边长  $L=20\text{ cm}$ , 如图所示. 将电荷量  $q=-2 \times 10^{-6}\text{ C}$  的点电荷从  $a$  点移到  $b$  点, 电场力做功  $W_{ab}=-1.2 \times 10^{-5}\text{ J}$ ; 若将该点电荷从  $a$  点移到  $c$  点, 电场力做功  $W_{ac}=4 \times 10^{-6}\text{ J}$ , 则  $b$ 、 $c$  两点的电势差  $\phi_b - \phi_c=$  \_\_\_\_\_ V, 匀强电场的电场强度  $E=$  \_\_\_\_\_ V/m



13. 如图所示,是一种实验室用的能提供一定速度的 $\beta$ 射线的装置.两平行金属板中 $A$ 为正极板.在 $A$ 板的左端有一个 $\beta$ 射线源 $P$ ,可以向各个方向发射出不同速度的 $\beta$ 粒子,设 $\beta$ 粒子的质量为 $m$ ,电荷量为 $e$ .两金属板的长度为 $L$ ,板间距离为 $d$ .在两板右端的正中央有水平放置的细管 $C$ (细管的直径可忽略不计).当 $A$ 、 $B$ 间的电压为 $U$ 时,从 $P$ 中发出的 $\beta$ 粒子必须具有某一速率 $v$ ,才能恰好沿水平方向从细管 $C$ 左端进入细管,则这个速率 $v = \underline{\hspace{2cm}}$ .从 $P$ 发出的所有具有速率 $v$ 的 $\beta$ 粒子都能水平进入 $C$ 管吗?答:           .



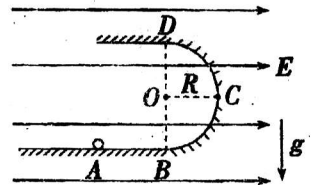
14. 地面附近空间中存在着水平方向的匀强电场和匀强磁场,且两场方向正交,右图是顺着磁场方向看的正视图.在场中一个质量为 $m$ 的带电油滴能沿与竖直方向成 $\alpha$ 角的直线路径从 $M$ 向 $N$ 运动.如图所示,则油滴          (填:带正电;带负电;带正、负电都行).该运动过程中油滴受到的电场力大小等于          .



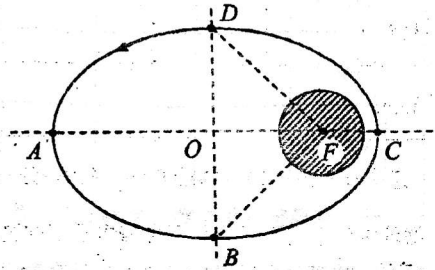
15. 一辆汽车以恒定的速度匀速行驶,用一台只有秒针的时钟计时.现从秒针指0时开始计时,汽车从计时位置起行驶3km时,观察到秒针指示30s,再行驶1km,观察到秒针指示20s,那么再行驶完5km时,秒针指示      s.若已知汽车行驶速度大于40km/h,则汽车行驶速度的大小是      km/h.

三. 计算题 (共6题,12+12+14+16+20+22分,共96分,必须要有解答过程,只写出结果不能得分)

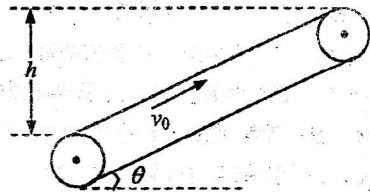
16. 如图所示, $ABCD$ 为竖立放在场强为 $E=10^4$  V/m的水平匀强电场中的绝缘光滑轨道,其中轨道的 $BCD$ 部分是半径为 $R$ 的半圆环,轨道的水平部分与半圆环相切, $A$ 为水平轨道上的一点,而且 $x_{AB}=R=0.2$  m.把一质量 $m=0.1$  kg、带电量 $q=10^{-4}$  C的小球,放在水平轨道的 $A$ 点由静止起释放, $g$ 取 $10$  m/s<sup>2</sup>.求:(1)它到达 $C$ 点时对轨道压力是多大?  
(2)若要使小球通过 $D$ 点,开始释放点离 $B$ 点至少多远?



17. 一颗人造卫星绕地球沿着椭圆轨道运动, 远地点  $A$  离地面高度  $H$ , 近地点  $B$  离地面高度  $h$ , 地球半径为  $R$ , 如图所示, 过  $AC$ 、 $BD$  的直线是椭圆的对称轴, 已知地球表面重力加速度为  $g$ .
- 求: (1) 人造卫星运行过程中哪个位置的加速度最大? 最大加速度是多少?  
 (2) 人造卫星运行的周期.  
 (3) 若三角形  $DFB$  的面积  $S_1$  与椭圆的面积  $S_2$  之比  $S_1:S_2=1:5$ , 则卫星经过  $DAB$  的运行时间  $t_1$  与它经过  $BCD$  的运行时间  $t_2$  之比  $t_1:t_2$  是多少?



18. 如图所示, 传送带与水平面成  $\theta=37^\circ$  角, 皮带在电动机带动下, 始终保持  $v_0=2\text{ m/s}$  的恒定速率运行. 现在把一质量为  $m=10\text{ kg}$  的工件(可看作质点) 轻轻放在传送带的底端, 经时间  $t_0=5.0\text{ s}$  工件被运送到传送带的顶端, 顶端与底端的高度差  $h=5.0\text{ m}$ , 取  $g=10\text{ m/s}^2$ , 求: (1) 工件与传送带间的动摩擦因数. (2) 电动机由于传送工件多消耗的电能.

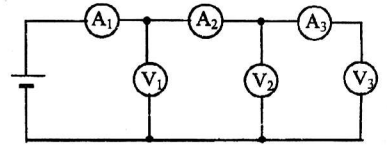


姓名

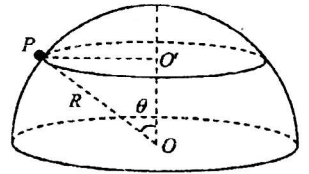
学校

所在县(区)

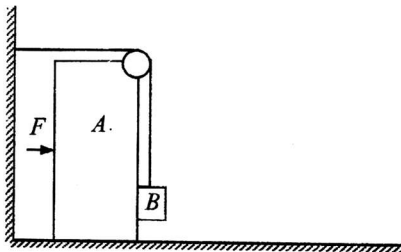
19. 三个相同的电流表和三个相同的电压表，连接成如图所示的电路，电压表  $V_1$  的读数  $U_1 = 6.00\text{V}$ ， $V_3$  的读数  $U_3 = 4.00\text{V}$ ，求：(1) 电压表  $V_2$  的读数  $U_2$ . (2) 电源的输出电压  $U$ .



20. 如图，一半径为  $R$  的光滑绝缘半球面开口向下，固定在水平面上。整个空间存在方向竖直向下的匀强磁场，一电荷量为  $q$  ( $q > 0$ )、质量为  $m$  的小球  $P$ ，在球面上做水平的匀速圆周运动，圆心为  $O'$ 。球心  $O$  到该圆周上任一点的连线与竖直方向的夹角为  $\theta$  ( $0 < \theta < 90^\circ$ )。 (1) 求能维持上述匀速圆周运动的磁感应强度的最小值。 (2) 在磁感应强度各自取最小值的情况下，小球在  $\theta = 30^\circ$  (周期记为  $T_1$ ) 和  $\theta = 60^\circ$  (周期记为  $T_2$ ) 的位置做匀速圆周运动的周期之比  $T_1:T_2$  等于多少？



21. 如图所示, 长方形物体  $A$  连同其定滑轮的总质量为  $M$ , 静置于靠近墙的水平地面上, 一条轻绳一端连接质量为  $m$  的物块  $B$  后跨过  $A$  上的定滑轮, 另一端固定到墙上, 滑轮两侧的绳分别呈水平状态和竖直状态,  $B$  与  $A$  的右表面刚好接触,  $A$  与地面、 $B$  与  $A$  之间的动摩擦因数均为  $\mu$ , 绳与滑轮的摩擦不计, 现给  $A$  施加一个水平向右的恒定推力  $F$ , 求  $A$  的加速度大小.



密封线内不要答题  
答在密封线内无效

# 宁波市高二物理竞赛试题答案及评分标准 2013.12

一. 选择题 (共 8 题, 每题 6 分, 选不全得 3 分, 共 48 分)

1	2	3	4	5	6	7	8
CD	CE	AD	D	BC	ABD	AC	BC

二. 填空题 (共 7 题, 每题 8 分, 共 56 分, 把答案填在指定的横线上)

9.  $30^\circ, 5\sqrt{3}$                       10.  $\sqrt{3} B$ , 由南向北                      11.  $mg \cdot \tan \theta, \frac{1}{2} \tan \theta$                       12. -8, 50

13.  $\sqrt{\frac{eU(d^2+L^2)}{md^2}}$ , 不能                      14. 带正电,  $mg \cot \alpha$                       15. 30, 72

三. 计算题 (共 6 题, 12+12+14+16+20+22 分, 共 96 分, 必须要有解答过程, 只写出结果不能得分)

16 解: (1) 12 分 
$$\begin{cases} Eq(x_{AB} + R) - mgR = \frac{1}{2}mv_C^2 & [1 \text{ 分}] \\ x_{AB} = R \\ F_C - Eq = m\frac{v_C^2}{R} & [2 \text{ 分}] \end{cases}$$

解得  $F_C = 5Eq - 2mg = 3 \text{ N}$     [2 分]  
对轨道的压力  $F_C' = 3 \text{ N}$             [1 分]

(2) 释放点距 B 点的距离为设为  $x$

$$\begin{cases} Eq \cdot x - mg \cdot 2R = \frac{1}{2}mv_D^2 & [2 \text{ 分}] \\ mg \leq m\frac{v_D^2}{R} & [2 \text{ 分}] \end{cases}$$

解得:  $x \geq \frac{5mgR}{2Eq} = 0.5 \text{ m}$   
所以释放点距 B 点至少 0.5 m    [2 分]

17 解: (1) 人造卫星在 C 处加速度最大.                      [1 分]  
记地球质量为  $M$ , 卫星质量为  $m$ .

$$\begin{cases} G\frac{Mm}{(R+h)^2} = ma_C & [1 \text{ 分}] \\ g = G\frac{M}{R^2} & [1 \text{ 分}] \end{cases}$$

解得  $a_C = \frac{R^2}{(R+h)^2}g$     [2 分]

(2) 椭圆轨道半长轴  $a = \frac{H+h+2R}{2}$ , 人造卫星在该椭圆轨道上运行的周期设为  $T$ .

人造卫星在半径为  $r$  的圆轨道上运行时, 其周期设为  $T_0$ .

由  $G\frac{Mm}{r^2} = m(\frac{2\pi}{T_0})^2 r$  及  $g = G\frac{M}{R^2}$  得  $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{gR^2}}$

根据开普勒第三定律有:  $\frac{T^2}{T_0^2} = \frac{a^3}{r^3}$  可知, 当  $r = a$  时,  $T = T_0$                       [2 分]

所以  $T = 2\pi\sqrt{\frac{a^3}{gR^2}} = \pi\sqrt{\frac{(H+h+2R)^3}{2gR^2}}$                       [3 分]

(3) 三角形  $DFB$  的面积设为  $S$ , 则椭圆面积为  $5S$ , 根据开普勒第二定律:

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{2.5S + S}{2.5S - S} = \frac{7}{3} \quad [2 \text{ 分}]$$

18 解: (1) 工件先做匀加速运动再做匀速运动, 设加速时间为  $t$ , 则

$$\frac{14 \text{ 分}}{2} v_0 t + v_0(t_0 - t) = \frac{h}{\sin \theta} \quad [2 \text{ 分}]$$

$$\text{数据代入解得: } t = \frac{5}{3} \text{ s} \quad [1 \text{ 分}]$$

$$\text{工件加速度: } a = \frac{v_0}{t} = 1.2 \text{ m/s}^2 \quad [1 \text{ 分}]$$

$$\text{由 } \mu \cdot mg \cos \theta - mg \sin \theta = ma \quad [2 \text{ 分}]$$

$$\text{得: } \mu = \frac{a}{g \cos \theta} + \tan \theta = 0.9 \quad [2 \text{ 分}]$$

(2) 多提供的电能等于皮带克服摩擦力做的功

$$\Delta E = \mu mg \cos \theta \cdot v_0 t + mg \sin \theta \cdot v_0(t_0 - t) = 640 \text{ J} \quad [6 \text{ 分}]$$

或: 多提供的电能等于工件增加的机械能加上产生的内能.

$$\Delta E = \frac{1}{2} m v_0^2 + mgh + \mu mg \cos \theta \cdot (v_0 t - \frac{v_0}{2} t) = 640 \text{ J}$$

19 解: (1) 电流表、电压表内阻分别记为  $R_A$ 、 $R_V$

$$\frac{16 \text{ 分}}{\left\{ \begin{array}{l} U_2 = U_3 + \frac{U_3}{R_V} R_A \end{array} \right.} \quad [3 \text{ 分}]$$

$$\left\{ \begin{array}{l} U_1 = U_2 + (\frac{U_2}{R_V} + \frac{U_3}{R_V}) R_A \end{array} \right. \quad [3 \text{ 分}]$$

$$\text{消去 } \frac{R_A}{R_V} \text{ 得: } U_2^2 + U_3 U_2 - U_3(U_1 + U_3) = 0$$

$$\text{即: } U_2^2 + 4U_2 - 40 = 0$$

$$\text{解得 } U_2 = 4.63 \text{ V} \quad [5 \text{ 分}]$$

$$(2) \text{ 由(1)解中可得 } \frac{R_A}{R_V} = \frac{U_2 - U_3}{U_3}$$

$$\text{电源输出电压: } U = U_1 + (\frac{U_1}{R_V} + \frac{U_2}{R_V} + \frac{U_3}{R_V}) \cdot R_A \quad [2 \text{ 分}]$$

$$= U_1 + (U_1 + U_2 + U_3) \cdot \frac{U_2 - U_3}{U_3} = 8.30 \text{ V} \quad [3 \text{ 分}]$$



20 解: (1) 
$$\begin{cases} F_N \cos \theta = mg \\ qvB - F_N \sin \theta = m \frac{v^2}{R \sin \theta} \end{cases} \quad [2 \text{ 分}]$$

20 分 
$$qvB - F_N \sin \theta = m \frac{v^2}{R \sin \theta} \quad [4 \text{ 分}]$$

$$B = \frac{mg \tan \theta}{qv} + \frac{mv}{qR \sin \theta} \geq 2 \sqrt{\frac{mg \tan \theta}{qv} \times \frac{mv}{qR \sin \theta}}$$

$$= \frac{2m}{q} \sqrt{\frac{g}{R \cos \theta}}$$

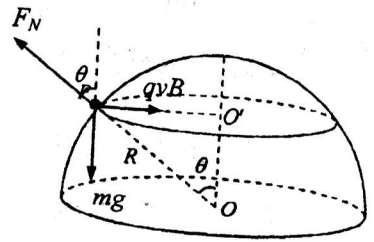
所以磁感应强度的最小值  $B_{\min} = \frac{2m}{q} \sqrt{\frac{g}{R \cos \theta}} \quad [6 \text{ 分}]$

(2) 以上  $B$  取最小值的条件是:  $\frac{mg \tan \theta}{qv} = \frac{mv}{qR \sin \theta}$

即:  $v = \sqrt{gR \tan \theta \cdot \sin \theta}$

周期  $T = \frac{2\pi R \sin \theta}{v} = 2\pi \sqrt{\frac{R \cos \theta}{g}} \quad [5 \text{ 分}]$

所以  $\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{\cos 30^\circ}{\cos 60^\circ}} = \sqrt{3} \quad [3 \text{ 分}]$



20 解:  $A$  有水平向右的加速度, 大小设为  $a$ . 则

22 分  $B$  有水平向右的加速度和竖直向上的加速度, 两个分量的大小均为  $a$ .

$B$  的受力分析如右上图

$$\begin{cases} F_N = ma \end{cases} \quad [2 \text{ 分}]$$

$$\begin{cases} F_T - mg - \mu F_N = ma \end{cases} \quad [4 \text{ 分}]$$

$A$  的受力分析如右下图

$$\begin{cases} F_{NA} + \mu F_N = Mg + F_T \end{cases} \quad [4 \text{ 分}]$$

$$\begin{cases} F - \mu F_{NA} - F_N - F_T = ma \end{cases} \quad [6 \text{ 分}]$$

联立以上四式解得

$$a = \frac{F - \mu(M+m)g - mg}{M + 2m + 2\mu m} \quad [6 \text{ 分}]$$

