

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									

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)

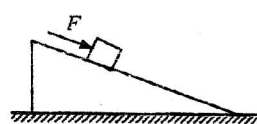
1. 物理学中常用“+”、“-”号来表示某种物理含义, 但在不同的场合, 正、负号表示的物理含义是不同的. 关于正、负号表达的含义, 下列说法正确的是 ()
- A. 正、负号可以表示任意方向矢量的方向.
 - B. 功的正、负不是表示功的方向, 而是表示功的大小.
 - C. 势能的正、负表示势能的大小.
 - D. 动能变化量的正、负表示动能的增加、减少.
 - E. 电势的正、负表示电势的方向.

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.

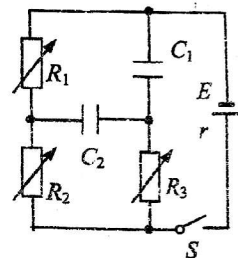
3. 一条形磁铁放在水平桌面上, 它的上方靠近 S 极一侧固定一根与它垂直的导体棒, 图中只画出此棒的截面图. 现给棒通以垂直纸面向里的恒定电流, 磁铁仍静止于原处, 则导体棒通电后 ()
- A. 磁铁对桌面的压力减小
 - B. 磁铁对桌面的压力增大
 - C. 磁铁受到向右的摩擦力
 - D. 磁铁受到向左的摩擦力



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.

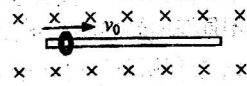


姓名

学校

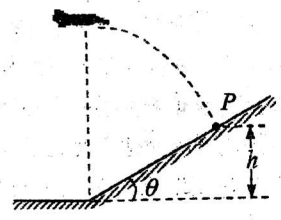
所在县(区)

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 ()



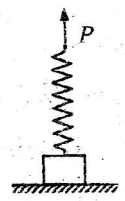
- A. 始终做匀速运动
 B. 做减速运动, 直到静止于杆上
 C. 先做加速运动, 后做匀速运动
 D. 先做减速运动, 后做匀速运动

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 θ , 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 ()



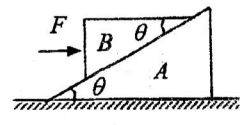
- A. 拉弹簧的力对系统做功为 mgH
 B. 拉弹簧的力对系统做功为 $\frac{1}{2} mg(h+H)$
 C. 物体增加的重力势能为 $mgH - \frac{(mg)^2}{k}$
 D. 弹簧增加的弹性势能为 $mg(H-h)$

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)

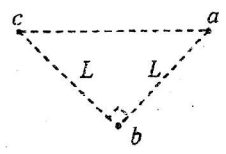
9. 已知力 $F_1=10\text{ N}$, $F_2=5\text{ N}$, F_1 与 F_2 的合力记为 F , 则 F 与 F_1 夹角的最大值等于 _____, 此时合力 F 的大小等于 _____ N.

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° , 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 _____.

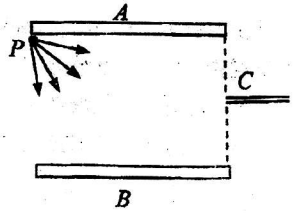
11. 两个直角三角形滑块 A 、 B , 质量均为 m , 顶角均为 θ , 按如图所示叠放, A 、 B 接触面光滑, A 与桌面的接触面粗糙, 它们在作用在 B 上水平推力 F 作用下一起在桌面上做匀速运动, 而 A 、 B 保持着相对静止. 则推力的大小 $F=$ _____, A 与桌面的动摩擦因数 $\mu=$ _____.



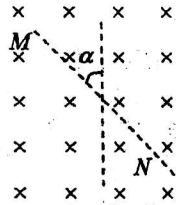
12. 在匀强电场中与电场线平行的平面上有 a 、 b 、 c 三点, 此三点构成一等腰直角三角形, 直角边长 $L=20\text{ cm}$, 如图所示. 将电荷量 $q=-2 \times 10^{-6}\text{ C}$ 的点电荷从 a 点移到 b 点, 电场力做功 $W_{ab}=-1.2 \times 10^{-5}\text{ J}$; 若将该点电荷从 a 点移到 c 点, 电场力做功 $W_{ac}=4 \times 10^{-6}\text{ J}$, 则 b 、 c 两点的电势差 $\phi_b - \phi_c=$ _____ V, 匀强电场的电场强度 $E=$ _____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



13. 如图所示,是一种实验室用的能提供一定速度的 β 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 β 射线源 P ,可以向各个方向发射出不同速度的 β 粒子,设 β 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 β 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 β 粒子都能水平进入 C 管吗?答: .



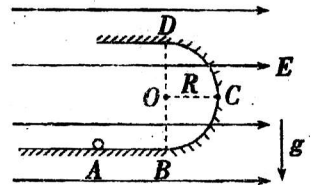
14. 地面附近空间中存在着水平方向的匀强电场和匀强磁场,且两场方向正交,右图是顺着磁场方向看的正视图.在场中一个质量为 m 的带电油滴能沿与竖直方向成 α 角的直线路径从 M 向 N 运动.如图所示,则油滴 (填:带正电;带负电;带正、负电都行).该运动过程中油滴受到的电场力大小等于 .



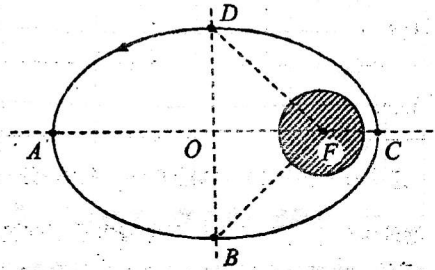
15. 一辆汽车以恒定的速度匀速行驶,用一台只有秒针的时钟计时.现从秒针指0时开始计时,汽车从计时位置起行驶3km时,观察到秒针指示30s,再行驶1km,观察到秒针指示20s,那么再行驶完5km时,秒针指示 s.若已知汽车行驶速度大于40km/h,则汽车行驶速度的大小是 km/h.

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)

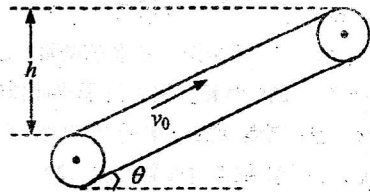
16. 如图所示, $ABCD$ 为竖立放在场强为 $E=10^4$ V/m的水平匀强电场中的绝缘光滑轨道,其中轨道的 BCD 部分是半径为 R 的半圆环,轨道的水平部分与半圆环相切, A 为水平轨道上的一点,而且 $x_{AB}=R=0.2$ m.把一质量 $m=0.1$ kg、带电量 $q=10^{-4}$ C的小球,放在水平轨道的 A 点由静止起释放, g 取 10 m/s².求:(1)它到达 C 点时对轨道压力是多大?
(2)若要使小球通过 D 点,开始释放点离 B 点至少多远?



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.

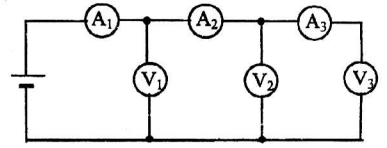


姓名

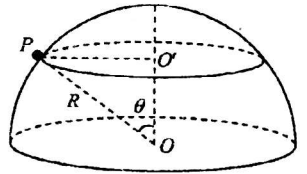
学校

所在县(区)

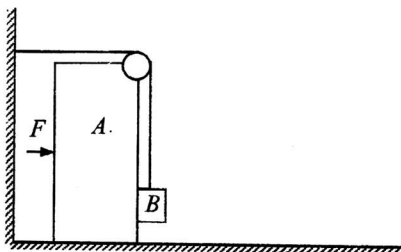
19. 三个相同的电流表和三个相同的电压表, 连接成如图所示的电路, 电压表 V_1 的读数 $U_1 = 6.00\text{V}$, V_3 的读数 $U_3 = 4.00\text{V}$, 求: (1) 电压表 V_2 的读数 U_2 . (2) 电源的输出电压 U .



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 θ ($0 < \theta < 90^\circ$). (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 μ , 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

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

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

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

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

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

(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.

$$\Delta E = \frac{1}{2}mv_0^2 + mgh + \mu mg \cos \theta \cdot (v_0 t - \frac{v_0}{2}t) = 640 \text{ J}$$

19 解: (1) 电流表、电压表内阻分别记为 R_A 、 R_V

$$\boxed{16 \text{ 分}} \quad \begin{cases} U_2 = U_3 + \frac{U_3}{R_V} R_A & [3 \text{ 分}] \\ U_1 = U_2 + (\frac{U_2}{R_V} + \frac{U_3}{R_V}) R_A & [3 \text{ 分}] \end{cases}$$

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

$$\text{即: } U_2^2 + 4U_2 - 40 = 0$$

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

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

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

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

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

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

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

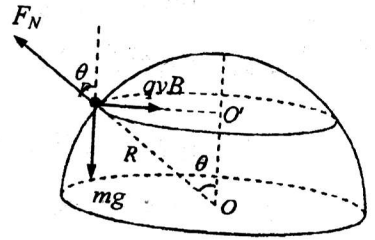
所以磁感应强度的最小值 $B_{\min} = \frac{2m}{q} \sqrt{\frac{g}{R \cos \theta}}$ [6 分]

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

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

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

[4 分]

A 的受力分析如右下图

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

[6 分]

联立以上四式解得

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

