

参照秘密级管理★启用前

试卷类型：A

2021 级高三模拟考试

物理试题

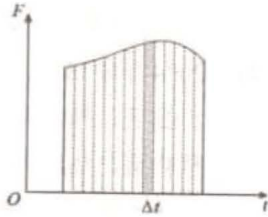
2024.02

注意事项：

- 答卷前，考生务必将自己的姓名、考生号等填写在答题卡和试卷指定位置。
- 回答选择题时，选出每小题答案后，用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动，用橡皮擦干净后，再选涂其他答案标号。回答非选择题时，将答案写在答题卡上，写在本试卷上无效。
- 考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。
- 本试卷共 8 页，满分 100 分，考试时间 90 分钟。

一、单项选择题：本题包括 8 小题，每小题 3 分，共 24 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

1. 研究物体的碰撞时，碰撞过程中受到的作用力 F 往往不是恒力，求 F 的冲量时，可以把碰撞过程细分为很多短暂的过程，如图所示，每个短暂的 Δt 时间内物体所受的力没有很大的变化，可认为是恒力，则每个短暂过程中力的冲量分别为 $F_1\Delta t$ 、 $F_2\Delta t$ ……，将关系式相加，就得到整个过程作用力 F 的冲量在数值上等于 $F-t$ 曲线与横轴所围图形的面积。这种处理方式体现的物理方法是



A. 控制变量法 B. 微元法 C. 转换法 D. 类比法

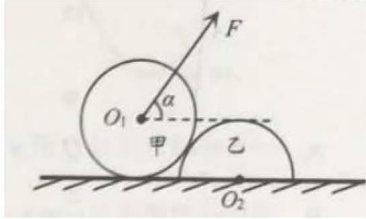
2. 某物理学习兴趣小组研究公交车的运动，公交车进站过程认为做匀减速直线运动直至停下。公交车在最初 6s 内通过的位移与最后 6s 内通过的位移之比为 21:9，若公交车运动的加速度大小为 1m/s^2 ，则

- 公交车运动的总位移为 60m
- 公交车在最初 6s 内通过的位移与最后 6s 内通过的位移之差为 36m
- 公交车的初速度为 12m/s
- 公交车运动的时间为 10s

3. 台风对沿海地区的破坏力非常巨大，12 级台风登陆时中心附近最大风力约为 35m/s 。已知小明站立时，在垂直于风速方向的受力面积约为 0.5m^2 ，空气的密度约为 1.29kg/m^3 。假设空气吹到人身体上后速度减为零，则小明站在 12 级台风中心附近，所受的风力大小约为

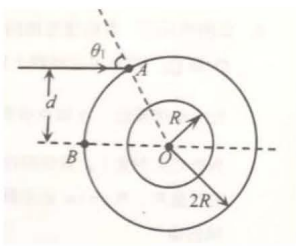
- A. 790N B. 79N C. 230N D. 23N

4. 如图所示，甲、乙为长度、半径、材料均相同的质量分布均匀的圆柱体和半圆柱体，甲表面光滑，乙表面粗糙，半圆柱体乙的重力为 G ，两物体靠在一起放置在粗糙水平桌面上。现过圆柱体甲的轴心施加一个始终与水平方向夹角 $\alpha = 60^\circ$ 斜向右上方的作用力 F ，将圆柱体甲缓慢地拉至圆柱体乙的顶端，乙始终处于静止状态。在甲缓慢移动的过程中，下列判断正确的是



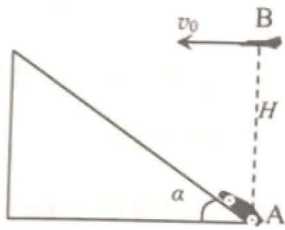
- A. 两圆柱体间的压力由 $\sqrt{3}G$ 逐渐增大至 $2G$ B. 拉力 F 由 $\sqrt{3}G$ 逐渐减小至 G
 C. 桌面对圆柱体乙的摩擦力逐渐减小 D. 桌面对圆柱体乙的支持力不变

5. 有一透明材料制成的空心球体，内径是 R ，外径是 $2R$ ，球心为 O ，其过球心的某截面（纸面内）如图所示， BO 为过球心的水平直线。一束单色光（纸面内）从外球面上 A 点沿水平方向射入，入射光线与 BO 间的距离为 d 。当 $d = \sqrt{3}R$ 时，入射光线经折射后恰好与内球面相切。已知光速为 c 。下列说法正确的是



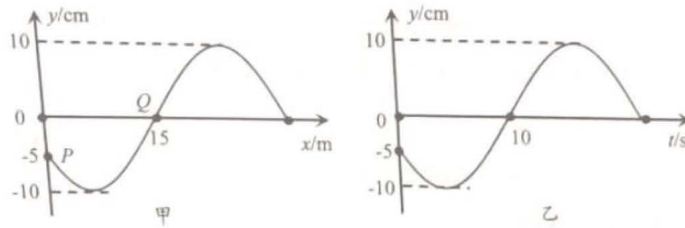
- A. 该材料的折射率为 $\sqrt{2}$
 B. 单色光在空心球体中的传播时间为 $\frac{3R}{c}$
 C. 若 $d = R$ ，单色光在空心球体的内球面会发生全反射
 D. 若 $d = \sqrt{2}R$ ，单色光不能在空心球体的内球面发生全反射

6. 如图所示，在水平地面上固定一倾角 $\alpha = 37^\circ$ 的斜面体，质量 $m = 1\text{kg}$ 的小车 A 以 $P = 100\text{W}$ 的恒定功率沿斜面底端由静止开始向上运动，同时在小车 A 的正上方某处，有一物块 B 以 $v_0 = 6\text{m/s}$ 的初速度水平抛出。当小车 A 上滑到斜面上某点时恰好被物块 B 垂直于斜面击中。小车 A 、物块 B 均可看做质点，小车与斜面间的动摩擦因数 $\mu = 0.5$ ，不计空气阻力，取重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$ ， $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ 。下列判断正确的是



- A. 物块在空中运动的时间等于 0.4s
 B. 物块击中小车时小车的速度等于 $2\sqrt{10}$ m/s
 C. 物块击中小车时的速度等于 8m/s
 D. 小车从开始运动到被物块击中时的位移等于 10m

7. 如图所示，图甲为一列简谐横波在 $t=0$ 时刻的波动图像，P 是平衡位置在 $x=0$ 处的质点，Q 是平衡位置在 $x=15$ m 处的质点，图乙为质点 P 的振动图像，下列说法正确的是



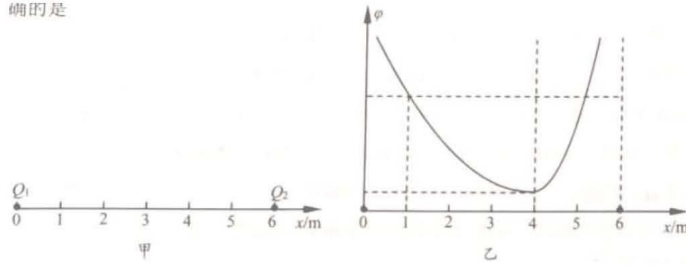
- A. $t=0$ 时刻，质点 Q 沿 y 轴负方向振动
 B. 这列波的波速为 $\frac{2}{3}$ m/s
 C. $0\sim 18$ s 的时间内，质点 P 通过的路程为 30cm
 D. 质点 Q 的振动方程为 $y = 10 \sin\left(\frac{\pi}{12}t\right)$ cm

8. 如图甲所示，在绝缘光滑的水平面上建立 x 轴，在 $x=0$ 处和 $x=6$ m 处分别固定点电荷 Q_1 和 Q_2 。两点电荷连线上的电势 φ 与位置 x 之间的关系图像如图乙所示，图中 $x=4$ m 处的电势最低。已知点电荷 q 在某点的电势

$$\varphi = k \frac{q}{r} \quad (r \text{ 为该点到点电荷的距离, } k \text{ 为静电力常量})$$

若空间存在几个点电荷时，则某点的电势为各个点电荷在该点电势的代数和。在 $x=1$ m 处由静止释放一个带正电荷的小球（可视为质点），下列判断正确的是

确的是



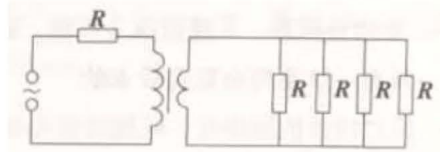
- A. Q_1 带正电, Q_2 带负电
 B. $Q_1=16Q_2$
 C. 小球将在 $x=1\text{m} \sim \frac{40}{7}\text{m}$ 之间往复运动
 D. 小球的最高加速度为 $x=1\text{m}$ 处加速度的 4 倍

二、多项选择题：本题包括 4 小题，每小题 4 分，共 16 分。在每小题给出的四个选项中，有多项符合题目要求。全部选对的得 4 分，选对但不全的得 2 分，有选错的得 0 分。

9. 2023 年 8 月 25 日，“中国环流三号”托卡马克装置首次实现 100 万安培等离子体电流下的高约束模式运行，是我国核能开发进程中的重要里程碑。下列关于核反应方程 ${}^3_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + \text{X}$ 的说法，正确的是

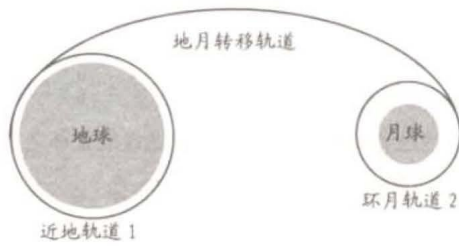
- A. X 是中子
 B. 该核反应属于原子核的人工转变
 C. 该核反应过程电荷数和质量均守恒
 D. ${}^4_2\text{He}$ 的比结合能大于 ${}^3_1\text{H}$ 的比结合能

10. 如图所示，一理想变压器的原、副线圈的匝数比为 6:1，原、副线圈回路中所接电阻的阻值均为 R。原线圈所在回路接有交流电源，电源电压的瞬时值表达式为 $u = 220\sqrt{2} \sin 100\pi t \text{ V}$ 。下列判断正确的是



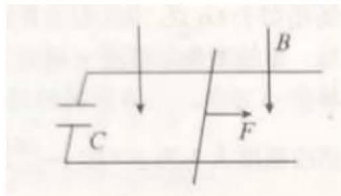
- A. 原、副线圈中电流之比为 6:1
 B. 副线圈两端电压的有效值为 33V
 C. 副线圈中电流的频率为 100Hz
 D. 原线圈中电阻 R 与副线圈中一个电阻 R 所消耗的功率之比为 4:9

11. 2024 年中国载人航天发射有 4 次发射任务和 2 次回收任务。中国载人登月将加速稳步推进，探测器升空后，先在近地轨道 1 上环绕地球飞行，再调整速度进入地月转移轨道，然后再一次调整速度在环月轨道 2 上环绕月球飞行，轨迹如图所示。已知地球质量约为月球质量的 81 倍，地球半径约为月球半径的 4 倍，环月轨道 2 距离月球表面的高度为月球半径的 $\frac{1}{2}$ 。下列判断正确的是



- A. 探测器在地月转移轨道上无动力奔月的过程中，动能先减小后增大
 B. 月球的第一宇宙速度与地球的第一宇宙速度的比值约等于 4.5
 C. 月球表面的重力加速度与地球表面的重力加速度的比值约等于 0.2
 D. 相等时间内，探测器在轨道 1 上与地心连线扫过的面积是轨道 2 上与月心连线扫过的面积的 $6\sqrt{6}$ 倍

12. 如图所示，足够长的光滑平行金属导轨固定在绝缘水平面上，导轨左端连接电容为 C 的电容器，导轨间距为 l ，磁感应强度大小为 B 、方向竖直向下的匀强磁场穿过导轨所在平面。一根质量为 m 的导体棒垂直静置在导轨上， $t=0$ 时刻导体棒在水平恒力 F 的作用下从静止开始向右运动， $t=t_0$ 时刻电容器两极板间的电势差为 U ，此时撤去拉力 F 。导体棒始终垂直于导轨且与导轨接触良好，忽略所有电阻。下列判断正确的是

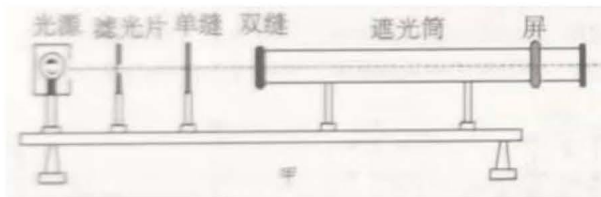


- A. $t=t_0$ 时刻，导体棒的速度为 $\frac{Bl}{U}$
 B. 恒力 F 的大 $\frac{mU}{Bl t_0} + \frac{BlCU}{t_0}$
 C. $0 \sim t_0$ 的时间内，拉力 F 做的功为 $\frac{mU^2}{2B^2 l^2} + \frac{CU^2}{2}$
 D. 撤去拉力 F 后，导体棒稳定后的速度为 $\frac{mU}{mBl + B^2 l^2 C}$

三、非选择题：本题包括 6 小题，共 60 分。

13. (6 分)

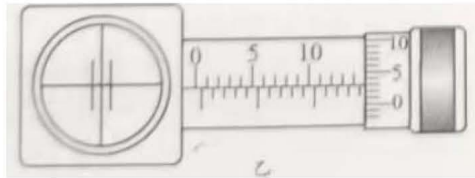
如图甲所示，为“用双缝干涉测量光的波长”的实验装置。



(1) 实验前，应调节光具座上放置的各光学元件，并使各元件的中心位于遮光筒的轴线上，保证单缝和双缝平行。若从目镜中看到干涉条纹太密，要想减少从目镜中观察到的条纹数量，下列做法可行的是_____。

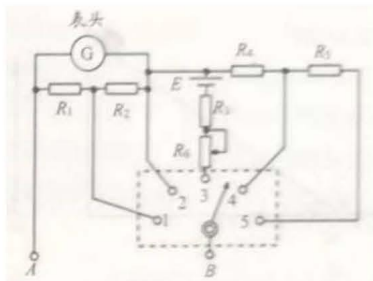
- A. 仅换用间距更小的双缝
- B. 仅将单缝向双缝靠近
- C. 仅将屏向靠近双缝的方向移动
- D. 仅将红色滤光片换成紫色滤光片

(2) 转动测量头的手轮，使分划板中心刻线对准第 1 条亮纹，读出手轮的读数为 1.030mm。继续转动手轮，使分划板中心刻线对准第 10 条亮纹如图乙所示，读出手轮的读数为_____mm。已知双缝间的宽度 $d=0.3\text{mm}$ ，通过激光测距仪测量出双缝到投影屏间的距离 $L=1.0\text{m}$ ，则该种色光的波长是_____m。



14. (8 分)

指针式多用电表是常用的电学测量仪器，下图所示为多量程多用电表的示意图。A 端和 B 端分别与两表笔相连，表头内灵敏电流表的满偏电流为 $250\ \mu\text{A}$ ，内阻为 $480\ \Omega$ 。定值电阻 $R_1=60\ \Omega$ 、 $R_2=100\ \Omega$ 、 $R_4=880\ \Omega$ 、 $R_5=9000\ \Omega$ 。请完成下列问题。



(1) 当接通触头 3 测量某电阻，用“ $\times 10$ ”挡时，发现指针偏转角度过大，应该换用_____（选填“ $\times 1$ ”或“ $\times 100$ ”）挡。换挡后，在测量前要先进行_____。

(2) 当 B 端接触头 2 时，该多用电表为电流表，其量程为_____mA。

(3) 当 B 端接触头 5 时，该多用电表为电压表，其量程为_____V。

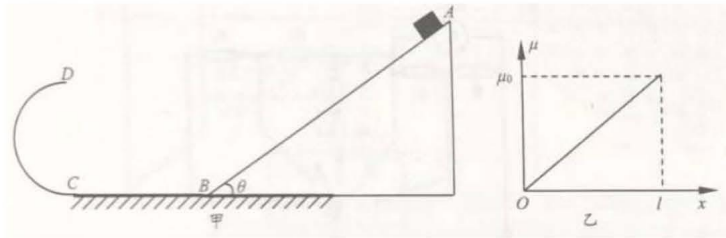
15. (8 分)

目前国内最大的单体冷库容量为四十六万吨。夏季某天外界气温为 37°C ，冷库内的温度为 -23°C ，冷库与外界之间有一个穿堂，温度为 10°C 。一辆货车在冷库内时轮胎内压强值为 2.6atm ，离开冷库时为避免温度高时胎内压强过高造成爆胎，必须及时放气，使轮胎内压强降至 2.2atm 。已知轮胎的容积恒为 30L ，轮胎内气体可视为理想气体，气体温度和外界温度相同，计算结果均保留两位小数。

- (1) 货车离开冷库的过程中，轮胎内气体压强升高，请从微观角度解释气体压强升高的原因；
- (2) 求货车在穿堂内行驶时轮胎内气体的压强；
- (3) 求离开冷库后放出气体的质量与轮胎内原有气体的质量比。

16. (9分)

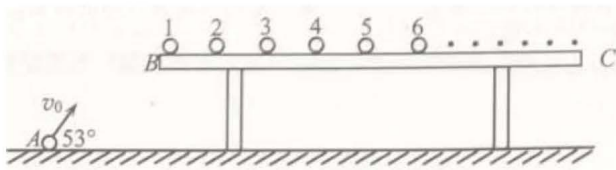
如图甲所示，在竖直平面内，倾角为 θ 的斜面和半圆形轨道分别在 B 点、C 点与光滑水平面相切。质量为 m 的小物块从斜面上 A 点由静止开始下滑，恰能通过圆形轨道的最高点 D，离开 D 后又刚好落在 B 点。已知 A、B 两点间沿斜面的距离为 l ，小物块与斜面间的动摩擦因数随到 A 点距离变化的图像如图乙所示（其中 $\mu_0 = \tan \theta$ ），半圆形轨道的半径为 R ，重力加速度为 g ，小物块通过轨道连接处的 B、C 点时无机械能损失，忽略空气阻力。求：



- (1) 小物块第一次到达 B 点时，重力的功率 P ；
- (2) 小物块沿半圆形轨道运动的过程中，摩擦力对小物块做的功 W ；
- (3) B、C 两点间的距离 s 。

17. (13分)

某兴趣小组为了研究碰撞问题，设计了如图所示的实验装置。水平地面上 A 点有一发射装置，可以斜向上以不同的速度发射小球。A 点右侧放置一足够长的桌面，从桌面左边缘 B 点开始沿同一直线每隔 $d=0.3\text{m}$ 放置一个小球。某一次实验中，发射装置以 $v_0=5\text{m/s}$ 的速度沿与水平方向成 53° 角斜向上发射一小球，小球恰好与桌面 B 点的小球 1 发生水平对心碰撞，碰撞时间忽略不计。已知所有小球完全相同且可视为质点，不计空气阻力，取重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$ 。



- (1) 求桌面距离地面的高度 h ；

(2) 若小球与桌面的动摩擦因数 $\mu_1=0.2$ ，且小球间的碰撞为一维弹性碰撞，则最多能发生几次碰撞？

(3) 若小球与桌面的动摩擦因数 $\mu_2=0.02$ ，小球的质量均为 1kg ，且所有碰撞后的小球立即粘在一起，求与第 4 个小球碰撞前的瞬间已粘到一起的小球的总动能。

18. (16 分)

某科研小组设计了控制带电粒子在电磁场中运动的实验装置，其结构简图如图甲所示，三维坐标系 $O-xyz$ 中存在从左到右的三个区域，I 区与 II 区在 xOy 平面内。I 区是半径为 R 、圆心为 O_1 的圆形匀强磁场区域，

磁感应强度大小为 B ，方向沿 $+z$ 方向；II 区是宽度为 d 的匀强磁场区域，磁感应强度大小为 $\frac{B}{2}$ ，方向沿 $-z$ 方

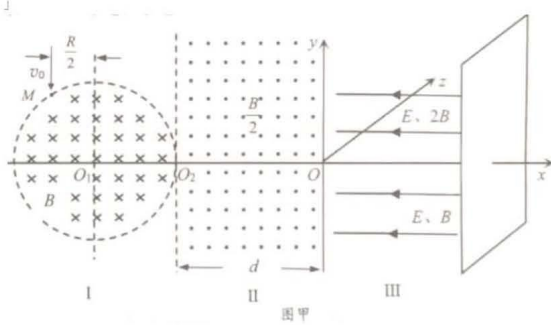
向，II 区左边界与圆形磁场相切于 O_2 点，II 区右边界紧靠 y 轴。 yOz 平面及右侧为 III 区，存在沿 x 方向的电场和磁场，电场的电场强度 E 随时间 t 变化的关系如图乙所示（沿 $+x$ 方向电场强度为正）；磁场沿 $-x$ 方向， $y>0$ 区域的匀强磁场的磁感应强度大小为 $2B$ ， $y<0$ 区域的匀强磁场的磁感应强度大小为 B 。在

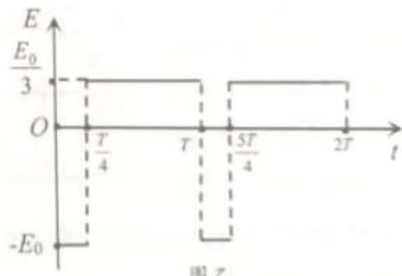
$x = \frac{663\sqrt{3}\pi R}{1200}$ 处有一平行于 yOz 平面的荧光屏。I 区圆形磁场边界上有一个 M 点， M 点与 O_1 点沿 x 方向的

距离为 $\frac{R}{2}$ 。一个质量为 m 、电荷量为 $+q$ 的粒子从 M 点以速度 v_0 沿 $-y$ 方向射入 I 区磁场，再经某点进入 II 区

磁场，然后进入 III 区（此时为 $t=0$ 时刻）。已知 $B = \frac{mv_0}{qR}$ ， $E_0 = \frac{50\sqrt{3}mv_0^2}{17\pi qR}$ ， $T = \frac{51\pi R}{50v_0}$ ，不计粒子重力，

不考虑电场变化产生的影响。求：





- 图乙
- (1) 带电粒子进入 II 区时的位置和速度方向；
 - (2) 若带电粒子不能进入 III 区， d 的最小值；
 - (3) 若 $d=2R$ ，带电粒子进入 III 区到打到荧光屏上所需要的时间；
 - (4) 若 $d=2R$ ，带电粒子进入 III 区后，打到荧光屏的位置坐标。

2021 级高三一轮考试物理试题参考答案及评分标准 2024.02

一、单项选择题：本题包括 8 小题，每小题 3 分，共 24 分。全部选对的得 3 分，选错或不选的得 0 分。

1. B 2. D 3. A 4. C 5. C 6. B 7. D 8. C

二、多项选择题：本题包括 4 小题，每小题 4 分，共 16 分。全部选对的得 4 分，选对但不全的得 2 分，有选错的得 0 分。

9. AD 10. BD 11. ACD 12. BC

三、非选择题：本题包括 6 小题，共 60 分。

13. (6 分) (1) A (2 分) (2) 14.530 (2 分) 4.5×10^{-7} (2 分)

14. (8 分) (1) $\times 1$ (2 分) 欧姆调零 (2 分) (2) 1 (2 分) (3) 10 (2 分)

15. (8 分)

解析：(1) 轮胎内气体体积不变，分子的密集程度不变；温度升高，分子的平均动能增大，与轮胎壁碰撞时对轮胎壁的冲力增大，故压强增大。(每一条 1 分) (2 分)

(2) 在冷库内时，温度 $T_1 = t_1 + 273 = 250\text{K}$ ，压强 $p_1 = 2.6\text{atm}$

在穿堂内时，温度 $T_2 = t_2 + 273 = 283\text{K}$ ，设压强为 p_2

根据查理定律 $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$ (2 分)

可得 $p_2 = 2.94\text{atm}$ (1 分)

(3) 离开冷库后，温度 $T_3 = t_3 + 273 = 310\text{K}$ ，压强 $p_3 = 2.2\text{atm}$ ，设放出压强为 2.2atm 的气体的体积为 ΔV

根据理想气体状态方程， $\frac{p_1 V}{T_1} = \frac{p_3 (\Delta V + V)}{T_3}$ (2 分)

则放出气体的质量与轮胎内原有气体的质量比为 $\frac{\Delta V}{\Delta V + V} = 0.32$ (1 分)

16. (9 分)

解析：(1) 小物块沿着斜面运动的过程中，摩擦力做功 $W_f = -\frac{1}{2}(0 - \mu mg \cos \theta) l$

设到达 B 点时的速度为 v_B

由动能定理，有 $mg l \sin \theta + W_f = \frac{1}{2} m v_B^2$ (2 分)

到达 B 点时，重力的功率 $P = mg v_B \sin \theta$ (1 分)

解得 $P = mg \sin \theta \sqrt{gl \sin \theta}$ (1 分)

(2) 设小物块通过最高点 D 时的速度为 v_D ，有 $mg = m \frac{v_D^2}{R}$

由动能定理 $-2mgR + W = \frac{1}{2} m v_D^2 - \frac{1}{2} m v_B^2$ (1 分)

解得 $W = \frac{1}{2} mg(5R - l \sin \theta)$ (1 分)

(3) 小物块离开 D 后做平抛运动，竖直方向 $2R = \frac{1}{2} g t^2$ (1 分)

水平方向 $s = v_D t$ (1 分)

联立可得 B、C 两点间的距离 $s = 2R$ (1 分)

17. (13分)

解析：(1) 发射的小球恰好与桌面B点的小球1发生水平对心碰撞可知，

碰撞时速度已水平，即竖直方向速度为零，故

$$(v_0 \sin 53^\circ)^2 = 2gh \quad (2 \text{分})$$

$$\text{解得 } h = 0.8\text{m} \quad (1 \text{分})$$

(2) 与小球1碰撞前，发射小球的水平速度 $v = v_0 \cos 53^\circ = 3\text{m/s}$

小球间的碰撞为弹性碰撞，满足动量守恒 $mv = mv_1 + mv_2$ (1分)

$$\text{动能守恒 } \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}mv_2^2 \quad (1 \text{分})$$

解得 $v_1 = 0, v_2 = v$

可以看出碰撞过程中速度并未减小，只是互换了速度，

可以将全过程看作一个小球在没有碰撞情况下的匀减速运动

$$a = \mu g$$

$$v^2 = 2ax \quad (1 \text{分})$$

$$\text{联立可得： } x = 2.25\text{m} \quad (1 \text{分})$$

$$\frac{x}{d} = 7.5$$

故最多能发生 8 次碰撞 (1分)

(3) 与第 1 个小球碰撞前瞬间的动能 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

根据碰撞过程动量守恒 $mv = 2mv_1$

$$\text{与第 1 个小球碰撞后的动能 } E_{k1} = \frac{1}{2} \times 2m v_1^2 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} m v^2 \quad (1 \text{分})$$

$$\text{运动距离 } d \text{ 后的动能 } E'_{k1}, \text{ 则 } E_{k1} - E'_{k1} = \mu \cdot 2mgd \quad (1 \text{分})$$

$$\text{那么与第 2 个小球碰撞前瞬间的动能 } E'_{k1} = \frac{1}{2} E_k - 2\mu mgd \quad (1 \text{分})$$

同理，与第 2 个小球碰撞后的动能 $E_{k2} = \frac{2}{3} E'_{k1}$ ，运动距离 d 后的动能 E'_{k2}

$$\text{则 } E_{k2} - E'_{k2} = \mu \cdot 3mgd$$

$$\text{那么与第 3 个小球碰撞前瞬间的动能 } E'_{k2} = \frac{1}{3} E_k - \frac{4+9}{3} \mu mgd$$

与第 3 个小球碰撞后的动能 $E_{k3} = \frac{3}{4} E'_{k2}$ 运动距离 d 后的动能 E'_{k3}

$$\text{则 } E_{k3} - E'_{k3} = \mu \cdot 4mgd$$

那么与第 4 个小球碰撞前瞬间的动能

$$E'_{k3} = \frac{1}{4} E_k - \frac{4+9+16}{4} \mu mgd \quad (1 \text{分})$$

$$\text{代入数值可得： } E'_{k3} = 0.69\text{J} \quad (1 \text{分})$$

18. (16分)

解析：(1) 带电粒子进入I区磁场，根据

$$qv_0B = m \frac{v_0^2}{r_1} \quad (1分)$$

解得： $r_1 = R$ (1分)

画出带电粒子的运动轨迹，如图 18 (1) 所示，轨迹恰好经过 O_2 点，确定轨迹圆圆心 O_3 ，连接 O_3M ， O_3O_2 ， O_1O_2 ， O_1M ，得到菱形 $O_3MO_1O_2$ ，利用几何知识可知带电粒子会经过点 O_2 ，且速度方向与 $+x$ 方向夹角 $\theta = 30^\circ$ (1分)

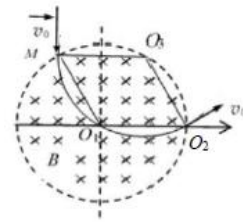


图 18(1)

(2) 带电粒子进入II区磁场，根据

$$qv_0 \frac{B}{2} = m \frac{v_0^2}{r_2} \quad (1分)$$

解得： $r_2 = 2R$ (1分)

画出带电粒子运动轨迹，如图 18 (2) 所示，轨迹恰好与 yOz 平面相切时， d 最小，利用几何知识可知：

$$d = r_2 + r_2 \cos 60^\circ \quad (1分)$$

$$d = 3R \quad (1分)$$

即带电粒子不能进入III区， d 的最小值为 $3R$

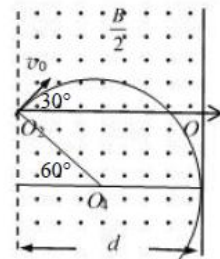


图 18(2)

(3) 若 $d = 2R$ ，带电粒子进入II区后，粒子运动轨迹如图 18 (3) 所示，利用几

何知识可知，带电粒子恰好经过 O 点进入III区，带电粒子经过点 O 时速度方向与 $+x$ 方向夹角为 $\theta = 30^\circ$ ，所以沿 $+x$ 方向的速度： $v_{0x} = v_0 \cos 30^\circ$ (1分)

带电粒子进入III区后在 x 方向受到静电力，带电粒子做周期性运动，

在电场变化的一个周期内， $0 \sim \frac{T}{4}$ 时间内

$$qE_0 = ma_{1x}$$

带电粒子先做匀减速运动到零

$$0 = v_0 \cos 30^\circ - a_{1x} t_1$$

$$t_1 = \frac{17\pi R}{100 v_0} = \frac{T}{6}$$

在前 $\frac{T}{6}$ 时间内带电粒子的位移 $x_1 = \frac{v_{0x} T}{12} = \frac{51\sqrt{3}\pi R}{1200}$ (1分)

再沿 $-x$ 方向做匀加速运动，经过 $t_2 = \frac{T}{4} - \frac{T}{6} = \frac{T}{12}$ ，

$$v_{1x} = a_{1x} t_2 = \frac{v_{0x}}{2} \quad (1分)$$

$\frac{T}{4} \sim T$ 时间内，带电粒子先沿 $-x$ 方向做匀减速运动到零

$$q \frac{E_0}{3} = ma_{2x}$$

$$0 = v_{1x} - a_{2x} t_3$$

$$t_3 = \frac{51\pi R}{200} = \frac{T}{4}$$

再沿 $+x$ 方向做匀加速运动，经过 $t_4 = \frac{T}{2}$ 速度增加到 v_{2x}

$$v_{2x} = a_{2x} t_4 = v_{0x} \quad (1分)$$

在一个周期内，沿 $+x$ 方向的位移为

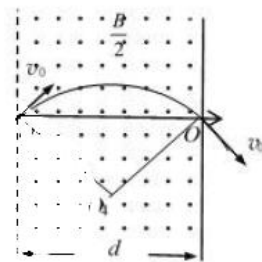


图 18(3)

$$x_0 = \frac{v_{0x} \cdot \frac{T}{6}}{2} - \frac{v_{0x} \cdot \frac{T}{3}}{2} + \frac{v_{0x} T}{4} = \frac{v_{0x} T}{4} = \frac{51\sqrt{3}\pi R}{400}$$

$$x = 4x_0 + x_1 = \frac{51\sqrt{3}\pi R}{100} + \frac{51\sqrt{3}\pi R}{1200} \quad (1 \text{ 分})$$

所以带电粒子进入Ⅲ区后，打到荧光屏的时间

$$t = 4T + \frac{T}{6} = \frac{17\pi R}{4v_0} \quad (1 \text{ 分})$$

(4) 带电粒子进入Ⅲ区后，在 yOz 平面内在 $y < 0$ 区域做半径 $r_3 = \frac{R}{2}$ 的圆

周运动，运动半周后进入 $y > 0$ 区域做半径 $r_4 = \frac{R}{4}$ 的圆周运动，运动半

周后进入 $y < 0$ 区域，依次类推，如图 18(4) 所示，设运动周期为 T_0

设带电粒子在 yOz 平面内在 $y < 0$ 区域做半径 $r_3 = \frac{R}{2}$ 的圆周运动的周期为 T_1

$$T_1 = \frac{2\pi R}{v_0}$$

设带电粒子在 yOz 平面内 $y > 0$ 区域做半径 $r_4 = \frac{R}{4}$ 的圆周运动的周期为 T_2

$$T_2 = \frac{\pi R}{v_0}$$

$$T_0 = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2} = \frac{3\pi R}{2v_0} \quad (1 \text{ 分})$$

带电粒子进入Ⅲ区后到打到荧光屏的时间内

$$t = \frac{17\pi R}{4v_0} = 2T_0 + \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{4} \quad (1 \text{ 分})$$

由分析可知在一个 T_0 内带电粒子沿 z 轴正方向运动的距离为 z_0

$$z_0 = 2r_3 - 2r_4 = \frac{R}{2} \quad (1 \text{ 分})$$

在 2 个 T_0 内带电粒子沿 z 轴正方向运动的距离 $z = R$

再经过 $\frac{T_1}{2}$ 周期内带电粒子沿 z 轴正方向运动的距离为 $2r_3 = R$

然后再经过 $\frac{T_2}{4}$ 周期内带电粒子沿 z 轴负方向运动的距离为 $r_4 = \frac{R}{4}$

带电粒子在时间 t 内沿 z 轴运动的距离为 $z = R + R - \frac{R}{4} = \frac{7R}{4}$

在第三个 $\frac{T_2}{4}$ 周期内带电粒子沿 y 轴正方向运动的距离为 $y = r_4 = \frac{R}{4}$

所以带电粒子打到荧光屏的位置坐标为 $(\frac{663\sqrt{3}\pi R}{1200}, \frac{R}{4}, \frac{7R}{4})$ (1 分)

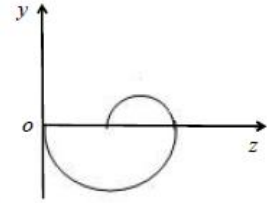


图 18(4)