

太原市 2018—2019 学年第一学期高三年级期末考试

物理试卷

一、单项选择题：本题包含 8 小题，每小题 5 分，共 40 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项选项正确，请将正确选项填在答题卡 II 卷答题栏内。

1. 2018 年 11 月 19 日，我国在西昌卫星发射中心将两颗北斗全球导航卫星（即北斗三号卫星）发射升空，标志着我国北斗三号基本系统部署完成。此次发射的北斗三号系统第 18 颗和第 19 颗卫星，属于中圆地球轨道（介于近地轨道和同步静止轨道之间）卫星。当卫星在轨正常运行时，下列说法正确的是

- A. 第 18 颗卫星的加速度大于地球表面的重力加速度
- B. 第 18 颗卫星的运行速度介于第一宇宙速度和第二宇宙速度之间
- C. 第 19 颗卫星的周期小于静止轨道卫星的周期
- D. 第 19 颗卫星受到地球的万有引力小于同质量静止轨道卫星受到地球的万有引力

答案：C

考点：万有引力

解析：根据万有引力公式： $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$ 变形可知 $a = \frac{Gm_1}{r^2}$ ，加速度与距离的平方成反比，距离越远，

加速度越小，A 错。卫星绕地球转动，其速度小于第一宇宙速度，B 错。 $\frac{Gm_1m_2}{r^2} = \frac{m_24\pi^2}{T^2} r$ ，

$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{Gm_1}}$ 距离越大，周期越大，C 对。万有引力提供向心力， $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$ ，质量相同，距离越大，

万有引力越小，D 错

2. 在建筑装修中，工人用磨石对圆弧内壁进行缓慢向上打磨，当磨石运动到图示 O 位置时，工人对磨石的作用力的方向可能指向（y 轴垂直墙壁）

- A. x 轴正方向
- B. 第一象限
- C. 第二象限
- D. 第四象限



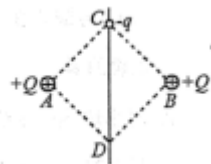
答案：B

考点：受力分析



解析：受力分析，磨石受到竖直向下的重力，垂直圆弧切面的支持力，两个力合力在 y 轴负方向与竖直方向的范围内，则，人对磨石的作用力在 y 轴正方向与竖直向上的范围内，即第一象限。B 对

3.如图，等量同种电荷 A、B 固定在同一水平线上，光滑绝缘杆竖直固定，与 AB 连线的中垂线重合，C、D 是绝缘杆上的俩点，且 AC=AD，一带负电的小球（可视为点电荷）套在绝缘杆上，从 C 点无初速释放运动到 D 的过程中，下列下列说法正确的是



- A.小球的加速度先增大后减小
- B.小球的加速度保持不变
- C.杆对小球的弹力一直增加
- D.小球的机械能先增大后减小

答案：D

考点：库仑定律，牛二定律

解析：电场力和重力的合力提供加速度，场强最大位置确定，最大电场力的位置不确定，所以加速度最大点不确定。 $F = \frac{kQq}{r^2}$ 小球在 AB 中垂线上，所以水平方向受力平衡，杆对小球弹力为零。电场力先做正功，后做负功，所以机械能先增大后减小。

4.在倾角为 θ 的山坡顶端，小明先后以 v_0 和 $2v_0$ 水平速度抛出质量相同的石块，石块两次均落在山坡上，则先后两次落到山坡上的石块的动能之比为

- A. 1: 4
- B. 1: $\sqrt{2}$
- C. 1:2
- D.1: $2\sqrt{2}$

答案：A

考点：平抛运动、动能

解析：解析：根据平抛运动和斜面结合的模型结论可知，落到斜面上的速度方向相同，则落到斜面上的速度之比为 1: 2，根据动能公式 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ ，质量相等，则动能之比为 1: 4。

5. 在设计游乐场中“激流勇进”的斜倾斜滑道时，小组同学将划艇在倾斜滑道上的运动视为由静止开始的无摩擦滑动，已知倾斜滑道在水平面上的投影长度 L 是一定的，而高度可以调节，则

- A. 滑道倾角越大，划艇下滑时间越短
- B. 划艇下滑时间与倾角无关
- C. 划艇下滑的最短时间为 $2\sqrt{\frac{L}{g}}$
- D. 划艇下滑的最短时间为 $\sqrt{\frac{2L}{g}}$



答案：C

考点：牛顿第二定律、匀变速直线运动的规律

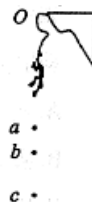
解析：设倾角为 θ ，投影长度为 L ，对物体受力分析 $F_{\text{合}} = mg \sin \theta$ ， $F_{\text{合}}$ 是定值，则物体做匀加速直线运动；根据牛顿第二定律 $F_{\text{合}} = ma$ ，则 $a = g \sin \theta$ ，根据三角函数可知滑道长度 $x = \frac{L}{\cos \theta}$ ，根据

匀变速运动规律 $x = \frac{1}{2}at^2$ ，即 $\frac{L}{\cos \theta} = \frac{1}{2}g \sin \theta \times t^2$ ，通过变形可知 $t = 2\sqrt{\frac{L}{g \sin 2\theta}}$ ，当 θ 等于 45°

时，时间最短，答案为 C。

6. 如图为蹦极运动示意图,弹性绳的一端固定在 O 点,另一端和弹性绳相连,运动员从 O 点自由下落。a 点是弹性绳的原长位置, c 点是人所能到达的最低点, b 点是人悬吊静止时的位置,把由 O 点到 a 点的过程称为过程 I,由 a 点到 c 点的过程称为过程 II,不计空气阻力,下列说法正确的是

- A. 过程 I 中人动量的改变量的大小小于重力冲量的大小
- B. 过程 II 中人动量的减小量的大小等于过程 I 中重力的冲量大小
- C. 过程 II 中人的动能一直减小到零
- D. 过程 II 中人与地球系统机械能的减少量等于过程 I 中重力做的功



答案：B

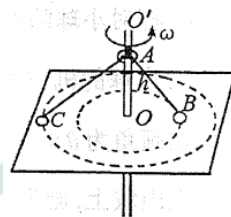
考点：受力分析、动量定理、动能定理、动能、机械能

解析：A. 根据动量定理，过程 I 人只受重力，则动量的改变量的大小等于重力冲量的大小，A 错；
B. 过程 II 中人动量的减小量的大小等于过程 I 中人动量的增加量的大小，而由 A 得，过程 I 中人动量的改变量的大小小于重力冲量的大小，所以过程 II 中人动量的减小量的大小等于过程 I 中重力的冲量大小，B 正确；

C. 由 a 到 b，合力向下，速度也向下，二者方向相同，则速度增加，动能增加，由 b 到 c，合力向上，速度向下，二者方向相反，则速度减小，动能减小，C 错；

D. 过程 II 中人与地球系统机械能的减少量等于弹性绳做的功的大小，而根据动能定理，弹性绳做的功的大小等于从 O 到 c 过程中重力做的功，D 错。

7. 如图所示，数值转轴 oo' 垂直于光滑水平面，A 是距 o 高 h 的轴上的一点，A 点固定有两铰链。两轻质细杆的一端接到铰链上，并可绕铰链上的光滑轴在竖直面内转动，细杆的另一端分别固定质量均为 m 的小球 B 和 C，杆长 $AC > AB > h$ 。当 oo' 转动时，B、C 两小球以 o 为圆心在桌面上做圆周运动，在 oo' 轴的角速度 ω 由零缓慢增大的过程中，下列说法正确的是()



- A 两小球线速度大小总相等



- B 两小球向心加速度的大小总相等
- C 在 ω 逐渐增大的过程中, 小球 C 先离开桌面
- D 当 $\omega = \sqrt{\frac{g}{h}}$ 时, 两小球对桌面均无压力

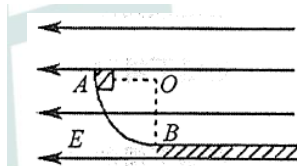
答案: D

考点: 圆周运动, 牛二定律

解析: 两球同轴转动, 角速度相等, A 错。半径 $r_c > r_b$, 故加速度不等, B 错误。转动过程两球同时离开桌面, C 错。当 $a = g \tan \theta$ 时, 两球离开桌面, $a = \omega^2 h \tan \theta$, 故 D 正确。

8. 如图, AB 为竖直的 $\frac{1}{4}$ 光滑圆弧绝缘轨道, 其半径为 0.5m, A 点与圆心 O 等高, 最低点 B 与绝缘水平面平滑连接, 整个轨道处在水平向右的匀强电场中, 场强为 $5 \times 10^3 \text{N/C}$ 。将一个质量为 0.1Kg, 电荷量为 $+8 \times 10^{-5} \text{C}$ 的滑块 (可视为指点) 从 A 由静止释放, 已知滑块与水平面间的动摩擦因数为 0.05, 取 $g = 10 \text{m/s}^2$, 则滑块

- A 第一次经过 B 点时速度值为 $\sqrt{10} \text{m/s}$
- B 第一次经过 B 点是对 B 点的压力为 1.2N
- C 在水平面向右运动的加速度值为 3.5m/s^2
- D 在水平面上通过的总路程为 6m



答案: D

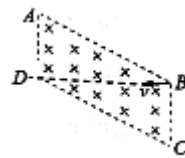
考点: 动能定理, 圆周运动

解析: 由动能定理得 $mgR - qER - \mu mg X = 0$, 得 $X = 6\text{m}$, D 正确。

二、多项选择题: 本题包含 4 小题, 每小题 5 分, 共 20 分。在每小题给出的四个选项中, 至少有两个选项正确。全部选对的得 5 分, 选不全的得 3 分, 有错选或不答的得 0 分。

9. 如图, 边界为平行四边形 ABCD 的匀强电场, 一束质子以大小不同的速度沿 BD 从 B 点射入磁场。已知 BD 连线与边界 BC 垂直, 不计重力和质子间的相互作用。关于质子在磁场中的运动情况, 下列说法正确的是 ()

- A. 从 BC 边出射的质子速度越大, 运动时间越短
- B. 从 BC 边出射的质子的运动时间相等
- C. 从 CD 边出射的质子速度越大, 运动时间越短
- D. 从 CD 边出射的质子运动时间相同



答案: BC 考点: 静电场、受力分析、功能关系

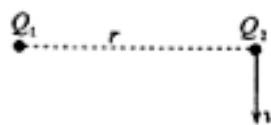
考点: 带电粒子在磁场中的运动

解析: 质子做一个完整的运动周期 $T = \frac{2\pi m}{eB}$, 在磁场中的运动时间 $t = \frac{\theta}{2\pi} T$, 轨迹对应的圆心角 θ 越大,



运动时间越长。质子从 BC 边飞出时，轨迹对应的圆心角都是 $\theta = \frac{\pi}{2}$ ，所以 A 错误，B 正确。质子从 CD 边飞出时，属于一个典型的放缩圆的情况，速度越大，轨迹对应的圆心角越小，运动时间也就越短，所以 C 正确，D 错误。

10. 如图，可视为点电荷的带电小球 Q_1 固定在足够大的光滑绝缘水平桌面上，有另外一个带电小球 Q_2 在桌面上运动。某时刻， Q_2 在距离 Q_1 为 r 处且速度方向恰好沿垂直于 $Q_1 Q_2$ 的连线方向。仅在电场力的作用下，此后一小段时间内



- A. 若 Q_1 、 Q_2 带同种电荷， Q_2 的动能一直增大
- B. 若 Q_1 、 Q_2 带同种电荷， Q_2 的动能可能不变
- C. 若 Q_1 、 Q_2 带异种电荷， Q_2 的动能不可能增大
- D. 若 Q_1 、 Q_2 带异种电荷， Q_2 的动能可能不变

答案：AD

考点：电场力 库仑力

解析：若 Q_1 、 Q_2 带同种电荷，两者之间互相排斥， Q_2 所受电场力在两者连线上背向 Q_1 ， Q_2 在电场力的作用下，背向 Q_1 运动，电场力做正功，动能增加。所以 A 正确，B 错误。若 Q_1 、 Q_2 带异种电荷，

Q_2 所受电场力在两者连线上指向 Q_1 ，若 Q_2 的速度满足向心力等于所受电场力，即 $K \frac{Q_1 Q_2}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$ ，

此时 Q_2 将一直围绕 Q_1 做圆周运动，动能将不会增加。若 Q_2 的所受电场力大于向心力，即

$K \frac{Q_1 Q_2}{r^2} > m \frac{v^2}{r}$ ， Q_2 将做近心运动，电场力做正功，动能增加，所以 D 正确，C 错误。

11. 如图所示，木块 a 和 b 用一根轻弹簧连接起来，放在光滑水平面上，a 紧靠在墙壁上，在 b 上施加向左的水平力 F 使弹簧压缩，已知木块 a 的质量为 m ，木块 b 的质量是 $2m$ ，此时弹簧具有的弹性势能为 E_p 。当撤去外力后，下列说法中正确的是



- A. a、b 及弹簧组成的系统机械能始终为 E_p
- B. a、b 组成的系统总动量始终为 $\sqrt{2mE_p}$
- C. 在弹簧长度最大时弹簧具有的弹性势能为 $\frac{1}{3}E_p$



D.在弹簧第二次达到自然长度时木块 b 的速度为 0

答案：AC

考点：受力分析 机械能守恒 动量守恒定律

解析：撤去外力后，系统受墙壁弹力，重力，支持力，都不做功，故机械能守恒，所以机械能始终为 E_p ，故 A 正确；撤去外力后，水平方向收到弹力，故动量不守恒，所以总动量必然会发生改变，B 错误；当弹簧恢复原长后，a 离开墙壁，此时根据能量守恒得 $E_p = \frac{1}{2}2mv_b^2$ ，脱离墙壁后，ab 动量守恒，当 ab 共速后，弹簧长度最长，此时根据公式 $mv_b = 3mv_{共}$ ， $\Delta E_p = \frac{1}{2}2mv_b^2 - \frac{1}{2}3mv_{共}^2$ ，可得 C 正确；因为 a、b 质量不同，故根据动量守恒，第二次恢复原长后， $v_b \neq 0$ ，D 错误。

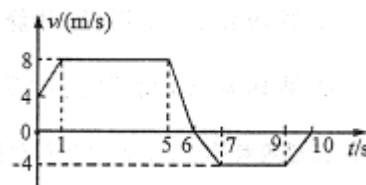
12.今年 2 月，太原市首批纯电动公交车开始运营。在运营前的测试中，电动公交车在平直路面上运动，某段时间内的 v-t 图象如图所示。已知在 0~10s 发动机和车内制动装置对车辆所做总功为零，车辆与路面间的摩擦阻力恒定，空气阻力不计。已知公交车质量为 13.5t， $g = 10m/s^2$ 。则 0~10s 内

A.汽车发生的位移为 54m

B.汽车与路面的摩擦阻力为 2000N

C.发动机在第 1s 内的平均功率是第 7s 内的 $\frac{330}{31}$ 倍

D.第 6s 内汽车克服车内制动装置做功是第 10s 内的 $\frac{53}{13}$ 倍



答案：功 功率

考点：BD

解析：0--10s 图像面积之差为汽车发生的位移，为 $42-12=30m$ ，A 错误；0--10s 内汽车发动机和制动装置做功为 0，由动能定理得 $-f \times s = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2$ ， $s=54m$ ，得 $f=2000N$ ，B 正确；根据图像得发动机牵引力为： $F - f = ma$ ， $F=56000N$ ，则发动机在第 1s 内的平均功率为 $F \times \bar{v}=336000W$ ，第 7s 内的牵引力： $F_7 - f = ma$ ， $F_7 = 56000N$ ，平均功率为 $F \times \bar{v}=112000W$ ，第 1s 是第 7s 的 3 倍，故 C 错误；5~6s 的制动力为 $F + f = ma$ ， $F=106000N$ ，做功为： $F \times s=424000J$ ，同理 9--10s 的制动力为 $F=52000N$ ，制动力做功大小为 $104000J$ ，倍数为 $\frac{53}{13}$ ，D 正确。

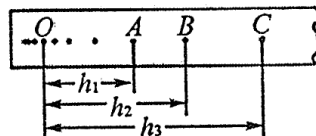
三、实验题：本题包含 2 小题，共 20 分。请将答案填在题中横线上或按要求作答。

13.(6 分)某实验小组用“自由落体法”测当地的重力加速度,实验中得到一条较为满意的纸带如图(a)所示。他们舍弃前面密集的点,以 O 为起点,从某点 A 开始选取纸带上连续点 A、B、C.....测出 O 到 A、B、C.....的距离分别为 h_1 、 h_2 、 h_3。已知电源的频率为 f。



(1)下列操作对减小实验误差有益的是_____。

- A.选择密度较大的重锤
- B.安装打点计时器使两限位孔在同一竖直线上
- C.实验时先用手托住重锤，然后接通电源释放再重锤
- D.重锤下落中手始终提住纸带上端,保持纸带竖直



图(a)

(2)由上述实验数据计算当地重力加速度的表达式为 $g =$ _____。

(3)通常情况下，实验中电源的频率用 50Hz,若实验中电源的濒率略高,而实验者仍以 50Hz 计算,由此引起重力加速度的测量值将_____ (填“偏大”、“偏小”或“相同”)。

答案：(1) AB

(2) $(h_3 + h_1 - 2h_2) f^2$

(3) 偏小

考点： $\Delta x = at^2$ ，实验误差分析

解析：(1) 选项分析：

A 项，选用密度较大的重锤，重锤重力远大于所受阻力，可以减小阻力对实验的影响，故 A 项正确。

B 项，安装打点计时器使两限位孔在同一竖直线上，可以减少纸带与打点计时器间的摩擦，故 B 项正确。

C 项，手扶容易导致纸带偏离竖直方向导致误差，故 C 项不正确。

D 项，应保证重锤在重力作用下自由下落，不能用手对纸带的运动进行干扰，故 D 项错误。

综上所述，本题正确答案为 AB。

(2) 利用公式 $\Delta x = at^2$ ， $\Delta x = (h_3 - h_2) - (h_2 - h_1) = g \left(\frac{1}{f} \right)^2$ 求得 $g = (h_3 + h_1 - 2h_2) f^2$

(3) 根据 (2) 得出的公式可知 g 与 f 成正比， f 比实际偏小，则 g 偏小。

14. (14分) 某同学描绘小灯泡的伏安特。所使用的器材有：

小灯泡 L (额定电压 3.8V，额定电流 0.50A)

电流表 A (量程 0.6A，内阻约 0.5 Ω)；



灵敏电流计 G (量程 1mA , 内阻为 500Ω) ;

电阻箱 R_0 (阻值范围 $0\sim 9999.9\Omega$) ;

滑动变阻器 R_1 (阻值范围 $0\sim 20\Omega$) ;

电源 E (电动势 4.5V , 内阻约 2Ω) ;

开关 S 及导线若干;

(1) 为了能够在 $0\sim 3.8\text{V}$ 内对小灯泡的电压进行测量, 需将灵敏电流计 G 改装成量程为 4V 的电压表, 则_____ (填“串”或“并”) 联的电阻箱 R_0 的阻值应调整为_____ Ω

(2) 请在图 (b) 的方框中画全运用上述器材描绘小灯泡伏安特性的实验电路原理图, 并标注对应的器材符号。

(3) 实验中得到电流表 A 读数 I 和灵敏电流计 G 读数 I_g 如下表所示

次数	1	2	3	4	5	6	7	8
$I / (\text{A})$	0.13	0.24	0.32	0.38	0.43	0.46	0.48	0.49
$I_g / (\text{mA})$	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.90

请你根据表中数据, 在图 (c) 的坐标系中补齐数据点, 做出 $I-I_g$ 曲线。

(4) 由 $I-I_g$ 曲线可知, 小灯泡的电阻随电流的增大而_____ (填“变大”“变小”或者“不变”)

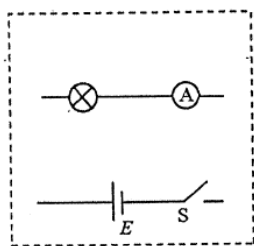


图 (b)

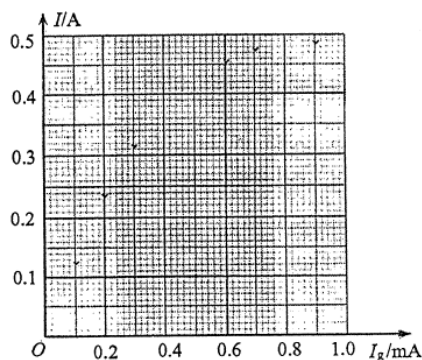
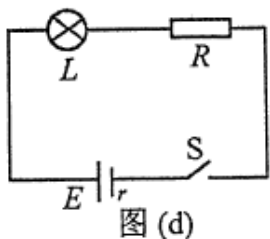


图 (c)

(5) 如图 (d) 所示, 将该小灯泡和定值电阻 R 与一电动势 $E=3.0\text{V}$, 内阻 $r=5.0\Omega$ 的电源串联时, 电源的输出功率最大, 可知此时小灯泡的实际功率约为_____ W 定值电阻的阻值 $R=$ _____ Ω (结果均保留两位有效数字)





答案：(1) 串 3500.0 (2) 见解析 (3) 略 (4) 增大
(5) 0.34 (0.31--0.36) 1.3 (1.0--1.5)

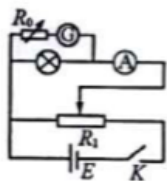
考点：测量小灯泡的伏安特性曲线

解析：

(1) 根据改装原理可知，电流表改装成电压表需要串联一个大电阻，根据串联电路规律可知：

$$R = \frac{U}{I_g} - R_g = \frac{4}{0.001} - 500 = 3500\Omega$$

(2) 实验电路图



(3) 图略

(4) 根据表中数据利用描点法可得出对应的图象如图所示；由图可知，图象的斜率表示电阻的倒数，则可知随着电流的增大，灯泡内电阻在增大；

(5) 当外电路和电源内阻相等时电源的输出功率最大，所以此时电路中的电流为 $I = \frac{3}{10} = 0.3A$

通过小灯泡的电流为 0.3A, 由图 (c) 可知流过 G 的电流约为 0.28mA 所以此时小灯泡两端的电压约为

$$\frac{0.28 \times 4000}{1000} = 1.12V, \text{ 因此小灯泡此时的功率约为 } 0.34w. \text{ 那么定值电阻的阻值就约为 } 5 - \frac{1.12}{0.3} = 1.3\Omega.$$

四. 计算题：本题包含 5 小题，共 70 题。解答应写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤，只写出最后答案的不能得分。有数值计算的题，答案中必须明确写出数值和单位。

15. 经过逾 6 个月的飞行，质量为 40kg 的洞察号火星探测器终于在北京时间 2018 年 11 月 27 日 03: 56 在火星安全着陆。着陆器到达距火星表面高度 800m 时速度为 60m/s，在着陆器底部的火箭助推器作用下开始做匀减速直线运动；当高度下降到距火星表面 100m 时速度减为 10m/s。该过程探测器沿竖直方向运动，不计探测器质量的变化及火星表面的大气阻力，已知火星的质量和半径分别为地球的十分之一



和二分之一，地球表面的重力加速度为 $g = 10\text{m/s}^2$ 。求：

- (1) 火星表面重力加速度的大小；
- (2) 火箭助推器对洞察号作用力的大小。

答案：(1) $g_{\text{火}} = 0.4g = 4\text{m/s}^2$ (2) $F = 260\text{N}$

考点：牛顿第二定律；万有引力定律；匀变速直线运动。

解析：(1) 设火星表面的重力加速度的大小为 $g_{\text{火}}$

$$G \frac{M_{\text{火}}m}{r_{\text{火}}^2} = mg_{\text{火}}$$

$$G \frac{M_{\text{地}}m}{r_{\text{地}}^2} = mg_{\text{地}}$$

$$\text{解得： } g_{\text{火}} = 0.4g = 4\text{m/s}^2$$

(2) 着陆器下降的高度 $h = h_1 - h_2 = 700\text{m}$ ，设该过程的加速度为 a 。

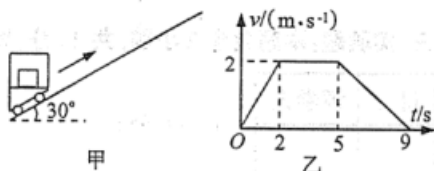
$$v_2^2 - v_1^2 = 2ah$$

$$mg_{\text{火}} - F = ma$$

$$\text{解得： } F = 260\text{N}$$

16.如图甲所示，质量为 200kg 的斜行电梯沿与水平方向成 30° 的直线轨道运行。在电梯水平底板上放置质量为 50kg 的货物，通过平行于轨道的钢丝绳牵引电梯，使电梯从轨道低端运行到顶端，此过程中电梯速度随时间的变化图象如图乙所示。整个过程中货物相对于电梯保持静止，取 $g = 10\text{m/s}^2$ ，不计轨道对电梯的摩擦阻力。求：

- (1) 电梯加速过程中钢丝绳对电梯的牵引力的大小；
- (2) 电梯减速过程中货物所受支持力及摩擦力的大小。



答案：(1) $F = 1500\text{N}$ (2) $N = 487.5\text{N}$, $f = \frac{25\sqrt{3}}{2}\text{N} \approx 21.7\text{N}$

考点：匀变速直线运动；牛顿第二定律；受力分析。



解析：（1）由图乙可知电梯加速过程中加速度大小为 a_1

$$a_1 = \frac{\Delta v_1}{\Delta t_1} = 1 \text{ m/s}^2$$

电梯加速过程中钢丝绳的牵引力的大小为 F

$$F - (M + m)g \sin 30^\circ = (M + m) a_1$$

解得： $F = 1500 \text{ N}$

（2）电梯减速过程中加速度大小为 a_2 ，货物所受支持力及摩擦力的大小分别为 N 、 f

$$a_2 = -\frac{\Delta v_2}{\Delta t_2} = \frac{1}{2} \text{ m/s}^2$$

$$f = m a_2 \cos 30^\circ$$

$$mg - N = m a_2 \sin 30^\circ$$

解得： $N = 487.5 \text{ N}$

$$f = \frac{25\sqrt{3}}{2} \text{ N} \approx 21.7 \text{ N}$$

17. 如图所示，粗糙的水平轨道 AB 与半径 $R = 0.4 \text{ m}$ 的光滑竖直半圆形轨道 BC 相切于 B 点。压缩后锁定的轻弹簧一端固定在水平轨道的左端，另一端紧靠静止在 A 点的质量 $m = 0.4 \text{ kg}$ 的小物块（不拴接）。解除弹簧锁定后，物块从 A 点开始沿 AB 轨道运动，进入半圆形轨道 BC ，之后恰好能通过轨道 BC 的最高点 C ，最后落回到水平轨道 AB 上。已知 A 、 B 两点的距离 $L = 0.2 \text{ m}$ ，物块与水平轨道间的动摩擦因数 $\mu = 0.2$ ，取 $g = 10 \text{ m/s}^2$ ，不计空气阻力。求：



- （1）小物块运动到 B 点时受到半圆形轨道弹力的大小；
- （2）小物块从 C 点落回水平轨道 AB 上的位置到 B 点的距离；
- （3）解除锁定前弹簧的弹性势能。

答案：（1） 24 N （2） 0.8 m （3） 5.6 J

考点：竖直面圆周运动，牛顿运动定律，平抛运动，动能定理

解析：（1）恰好过 C 点，则过 C 点时小物块所受弹力为 0 ，由向心力公式得

$$mg = \frac{mv_C^2}{R}, \text{ 解得 } v_C = 2 \text{ m/s}$$



从 B 点到 C 点，由机械能守恒定律得

$$2mgR = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_C^2, \text{ 解得 } v_B = 2\sqrt{5}\text{m/s}$$

在 B 点

$$F - mg = \frac{mv_B^2}{R},$$

解得 $F = 24\text{N}$

(2) 小物块从 D 点落回到水平轨道 AB 上，做平抛运动

$$\text{竖直方向: } 2R = \frac{1}{2}gt^2$$

$$\text{水平方向: } x = v_c t$$

联立方程解得: $x = 0.8\text{m}$

(3) 从 A 到 B ，由动能定理可得

$$W - \mu mgL = \frac{1}{2}mv_B^2 - 0$$

$$E_p = W$$

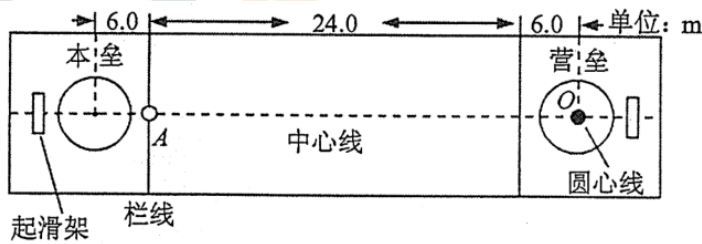
得 $E_p = 5.6\text{J}$

18. "冰壶比赛"是在水平冰面上进行的体育项目，比赛场地示意图如图，其中营垒外圆的半径为 1.8m ，其余数据如图所示。比赛时，以场地上冰壶距离营垒圆心的远近决定胜负。在某次比赛中，甲队队员以 $v_0 = \sqrt{6}\text{m/s}$ 的速度将质量 $m_1 = 19\text{kg}$ 的冰壶从左侧栏线 A 处沿中心线推出，冰壶恰好停在营垒的圆心 O 处。乙队队员以一定的速度将质量为 $m_2 = 20\text{kg}$ 的冰壶也从左侧栏线 A 处沿中心线推出，冰壶滑动到 O 点并和甲队的冰壶发生碰撞，碰撞后恰好将甲队的冰壶弹出外圆，而乙队的冰壶向前滑行到距 O 点 0.45m 处停止。设两个冰壶均可看成质点且碰撞前后均沿中心线运动，两个冰壶与冰面的动摩擦因数相同。取 $g = 10\text{m/s}^2$ 。求

(1) 冰壶与冰面的动摩擦因数;

(2) 乙队从 A 点将冰壶推出时速度的大小(结果可用根式表示)。





答案：0.01 2.6m/s

考点：动量守恒定律 动能定理

解析：（1）甲队的冰壶滑动位移 $x_0 = 30.0m$ ，设冰壶与冰面的动摩擦因数是 μ

$$-\mu m_1 g x_0 = 0 - \frac{1}{2} m_1 v_0^2$$

解的： $\mu = 0.01$

（2）乙队从 A 点将冰壶推出时速度是 v_1 ，到 O 点与甲队的冰壶碰撞前速度为 v_2

$$-\mu m_2 g x_0 = \frac{1}{2} m_2 v_2^2 - \frac{1}{2} m_2 v_1^2$$

设碰后甲、乙两队的冰壶速度分别是 $v_{甲} v_{乙}$ ，由动量守恒可得

$$m_2 v_2 = m_1 v_{甲} + m_2 v_{乙}$$

碰后滑动的距离 $x_{甲} = 1.8m$ ，乙队的冰壶滑动的距离 $x_{乙} = 0.45m$

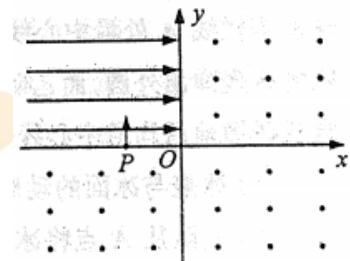
$$-\mu m_1 g x_{甲} = 0 - \frac{1}{2} m_1 v_{甲}^2$$

$$-\mu m_2 g x_{乙} = 0 - \frac{1}{2} m_2 v_{乙}^2$$

解的： $v_1 = \sqrt{6.7569} m/s \approx 2.6 m/s$

19. 如图所示，在第 II 象限内有沿 x 轴正方向的匀强电场，电场的强度大小为 E；在其余象限内存在，垂直 xOy，平面向外的匀强磁场。一质量为 m 电荷量为 q 的带正电粒子以一定的初速度，从 x 轴上的 P 点平行于 y 轴正方向进入匀强电场中。并以与 y 轴正方向成 45° 进入磁场，又恰好以平行于 y 轴正方向的速度返回电场。已知 O、P 之间的距离为 d

- （1）求粒子的初速度 v_0 ，
- （2）磁感应强度 B 的大小
- （3）粒子第二次离开电场时速度的大小



答案：见解析

解析：本题考查粒子在电场磁场组合场中的运动和能量的分析。



(1) 粒子以垂直于 x 轴的速度，进入匀强电场做类平抛运动由进入电场时的速度与 y 轴正方向成 45°

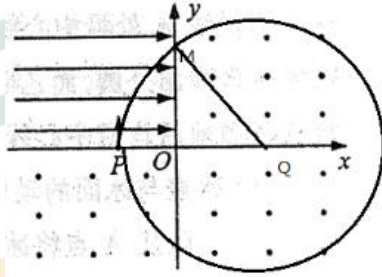
则有， $\tan 45^\circ = \frac{v_0}{v_x}$

$$v_x = at$$

$$qE = ma$$

$$d = \frac{1}{2} at^2$$

解得 $v_0 = \sqrt{\frac{2qdE}{m}}$



(2) 设粒子进入磁场时与 O 点的距离为 y

$$y = v_0 t$$

带电粒子在磁场中做匀速圆周运动设半径为 r 速度大小为 v ,

$$v = \frac{v_0}{\sin 45^\circ}$$

$$m \frac{v^2}{r} = qvB$$

由几何关系易的之 $r = \sqrt{2}y$

得 $B = \frac{\sqrt{mE}}{\sqrt{2}qd}$

(3) 粒子第二次进入电场时与 O 点距离为 x

$$x = r - y$$

粒子第二次离开电场，时速度大小为 v_1

$$qEx = \frac{1}{2} mv_1^2 - \frac{1}{2} mv^2$$

解得： $v_1 = \sqrt{\frac{4\sqrt{2}qdE}{m}}$

