

2019-2020 学年第一学期高三物理期末试题解析

一、单项选择题：本题包含 8 小题，每小题 5 分，共 40 分。请将正确选项前字母填在下表内相应位置。

1. 关于静电场，下列结论普遍成立的是 ()

- A. 电场强度大的地方电势高，电场强度小的地方电势低
- B. 电场中任意两点之间的电势差只与这两点的电场强度有关
- C. 在正点电荷或负点电荷产生的静电场中，电场强度方向都指向电势降低最快的方向
- D. 将正点电荷从电场强度为零的一点移动到电场强度为零的另一一点，电场力做功为零

答案：C

考点：场强、电势、电场力做功

解析：A. 在正电荷的电场中，离正电荷近，电场强度大，电势高，离正电荷远，电场强度小，电势低；在负电荷的电场中，离负电荷近，电场强度大，电势负，离正电荷远，电场强度小，电势高，A 错。
B. 电势差的大小决定于两点间沿电场方向的距离和电场强度，B 错。
C. 沿电场方向电势降低的速度最快，C 对。
D. 电场力做功，只与电荷以及两点间的电势差有关，与两点的场强无关，D 错。

2. 将一个物体以某一速度从地面竖直向上抛出，设物体在运动过程中所受空气阻力大小不变，则物体 ()

- A. 在最高点的加速度最大
- B. 上升时间大于下落时间
- C. 上升时的加速度小于下落时的加速度
- D. 返回到出发点时的速度值小于抛出时的速度值

答案：D

考点：竖直上抛运动，牛顿定律

解析：A、C：物体上升阶段为匀减速直线运动，加速度大于 g ；下降阶段为匀加速运动，加速度小于 g ，在最高点加速度等于 g ，A 错，C 错。
B. 上升阶段和下落阶段的位移相等，都是匀变速直线运动，上升的末速度为下降的初速度，上升的加速度大小比下降的加速度大，因此上升时间小于下降时间，B 错。
D. 整个过程空气阻力做负功，有能量损失，因此回到出发点的速度比抛出时的速度小，D 对。

3. 如图，置于光滑水平面上的两物体 A、B 质量分别为 m_A 和 m_B ($m_A > m_B$)，相距较远。将两个大小均为 F 的力，同时沿水平方向分别作用在 A、B 上，当两物体发生大小相等的位移时撤去 F 。之后，两物体发生碰撞并粘在一起，两物体将 ()

- A. 向右运动
- B. 向左运动
- C. 停止运动
- D. 条件不足，不能确定运动方向

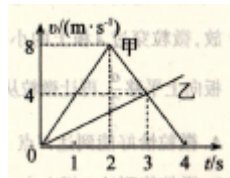


答案：A

考点：动量守恒定律

解析：力 F 大小相等， $m_A > m_B$ ，则 $a_A < a_B$ ，根据题意知 $s_A = s_B$ ，由运动学公式 $s = \frac{1}{2}at^2$ 得 $t_A > t_B$ ，由动量定理 $I = Ft$ 得， $I_A > I_B$ ，则 $P_A > P_B$ ，碰撞前后动量守恒，因此碰后总动量向右。

4. 如图为甲、乙两物体做直线运动的 $v-t$ 图象。已知 $t=0$ 时甲、乙处于同一位置，下列说法正确的是 ()
- A. 2s 时，甲物体的速度方向发生改变
B. 在 $0\sim 4s$ 内，甲和乙之间的最大距离为 8m
C. 3s 时，甲、乙物体相遇
D. $0\sim 3s$ 内，甲在乙前， $3s\sim 4s$ 内，乙在甲前

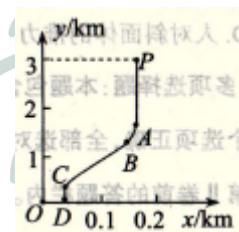


答案：B

考点：v-t 图像

解析：t=2s 时，甲乙的速度 $v>0$ ，方向未发生改变，故 A 错。t=3s 时，甲乙的速度相等，位移甲的大，此时位移差为 8m，t>3s 时，乙开始追击甲，甲在前，故 B 对，CD 错。

5. “嫦娥四号”探测器到达距月球表面 3km 的 P 点时，在 7500N 变推力发动机的作用下，探测器相对月球的速度一直下降，到达 A 点时，探测器进行姿态调整，运动方向发生变化；到达距月面 100m 的 C 点处开始悬停；之后自由下落到月面上的 D 点。如图为探测器在这一过程的轨迹图像，将 PA、BC 视为直线，设探测器在同一竖直平面内运动，则



- A. 从 P 到 A，探测器处于失重状态
B. 探测器经过 A 点前后，发动机的推力保持不变
C. 从 B 到 C，发动机对探测器的作用力始终沿 y 轴正方向
D. 从 C 到 D，探测器处于完全失重状态

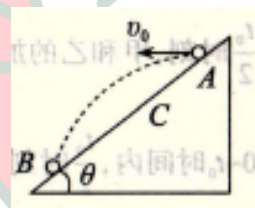
答案：D

考点：牛顿运动定律

解析：A. 由 P 到 A 相对月球速度一直下降，向下减速，由牛二 $F-mg=ma$ 知加速度向上，超重状态，故 A 错。在 A 点调整改变速度方向，故加速度方向发生变化，由牛二知受力方向发生变化，故 B 错。由 B 到 C 产生水平位移，有水平方向的加速度，所以受力不沿着 y 轴，故 C 错。由 C 到 D 点自由落体，由 $mg=ma$ 知处于完全失重状态，故 D 对。

6. 如图，在斜面顶端的 A 点以速度 v_0 平抛一小球，经 t_1 时间小球落到斜面上 B 点处。若在 A 点将此小球以 $0.5v_0$ 的速度水平抛出，经 t_2 时间小球落到斜面上的 C 处，则

- A. $\frac{AC}{AB} = \frac{1}{4}, \frac{t_1}{t_2} = 2$
B. $\frac{AC}{CB} = \frac{\sqrt{2}}{2}, \frac{t_1}{t_2} = \frac{\sqrt{2}}{2}$
C. $\frac{AC}{AB} = \frac{1}{2}, \frac{t_1}{t_2} = \frac{\sqrt{2}}{2}$
D. $\frac{AC}{CB} = 1, \frac{t_1}{t_2} = 2$



答案：A

考点：平抛运动

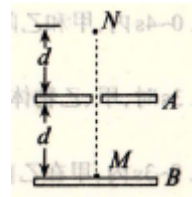
解析：小球抛出落在斜面上，位移偏角等于斜面倾角，由 $\tan \theta = \frac{y}{x} = \frac{gt}{2v_0}$ ，得 $t = \frac{2v_0 \tan \theta}{g}$ ，故 $\frac{t_1}{t_2} = 2$ ，

$\frac{AC}{AB} = \frac{h_2}{h_1} = \frac{1}{4}$ ，故 A 对。

7. 如图所示, 带等量异种电荷的平行金属板 A、B 水平正对放置, 间距为 d , A 板中心有一小孔(小孔对电场的影响可忽略不计)。将一带电微粒从小孔正下方靠近 B 板的 M 点由静止释放, 微粒穿过 A 板上的小孔后, 刚好能到达 A 板上方的 N 点, N 点与 A 的距离也为 d 。若将 A 板向上平移 $\frac{d}{2}$, 再让微粒

从 M 点由静止释放, 不计空气阻力, 将两板间电场视为匀强电场, 则

- A. 微粒恰好能到达 N 点
- B. 微粒能到达 B 板上方 $1.5d$ 处
- C. 微粒能到达 B 板上方 $2.5d$ 处
- D. 微粒能到达 B 板上方 $3d$ 处



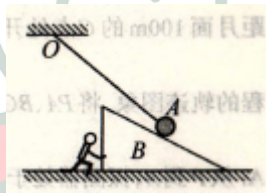
答案: D

考点: 电场力做功

解析: 由题设条件根据动能定理得: $qEd - 2mgd = 0$, 得 $qE = 2mg$, 上移 $\frac{d}{2}$ 后, 满足: $Eq \frac{3}{2}d - mgh = 0$ 得 $h = 3d$

8. 如图, 质量为 M 的斜面体放在粗糙水平面上, 轻绳的一端拴住质量为 m 的光滑小球置于斜面上, 另一端固定在天花板上, 平衡时轻绳与斜面不平行但夹角不大。一人用沿水平方向的力推动斜面体缓慢向右移动, 在斜面体开始移动后到轻绳与斜面平行的过程中

- A. 斜面对小球的弹力先变小后变大
- B. 细绳对小球的拉力先变小后变大
- C. 地面对斜面体的摩擦力一直增大
- D. 人对斜面体的推力一直减小



答案: C

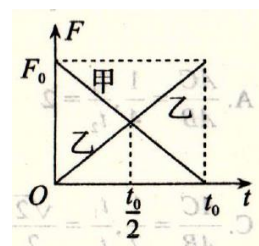
考点: 受力分析

解析: 对小球受力分析, 由矢量三角形可知斜面对小球的弹力越来越大, 细绳对小球的拉力减小, 故 AB 错误。对斜面体受力分析, 受重力、小球对其左下方的压力 N , 地面对斜面体的支持力 F_N 、水平向右的推力 F 和地面对斜面体向左的摩擦力, 正交分解, 其中 N 增大, 可知摩擦力和推力都增大, 故 C 对 D 错。

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, 有错者或不答的得 0 分。请将其字母标号填入下表相应位置。

9. 甲、乙两个完全相同的物块在光滑水平面上以相同的速度沿同一方向运动, 甲在前、乙在后。 $t=0$ 时, 两物体同时受到外力的作用, 外力大小随时间的变化规律如图所示, 方向与运动方向相同。下列说法正确的是 ()

- A. $0 \sim t_0$ 时间内, 甲和乙的平均速度相等
- B. $\frac{t_0}{2}$ 时刻间, 甲和乙的加速度相等
- C. $0 \sim t_0$ 时间内, $\frac{t_0}{2}$ 时刻甲和乙间的距离最大
- D. 在 t_0 时刻, 甲的速度等于乙的速度



答案：BD

考点：F-t 图像，动量定理，牛顿定律

解析：图像面积代表 F 的冲量及合力的冲量，等于物块动量的变化。初速度一样，0-t₀ 内，面积相等，所以末速度相等，即 D 正确，t₀ 时刻，相距最远，即 C 错误，过程中，甲的 F 在减小所以 a 减小，乙的 a 增大，通过画 v-t 图，容易看出甲的位移大于乙的位移，即相同时间内甲的平均速度大于乙的平均速度，A 错误， $\frac{t_0}{2}$ 时刻，甲乙受到的 F 相等，a 相等，所以 B 正确。故选 BD。

10. 直接观测到太阳系“老九”（行星九）有难度，但科学家可以通过计算机模拟估计出行星的位置，并提出了它的一些基本参数。“行星九”的轨道半径在 200AU 至 800AU（AU 是日地间距）之间，质量是地球质量的 5 倍至 10 倍。已知地球的公转周期为 1a，根据这些数据及牛顿力学知识可以估算

- A. “行星九”公转周期的范围
- B. “行星九”密度的范围
- C. “行星九”公转速率的范围

“行星九”与地球受太阳万有引力的比值的范围

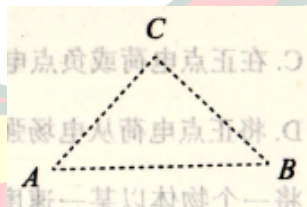
答案：ACD

考点：万有引力与航天

解析：由开普勒第三定律可以得到“行星九”的周期，通过 $v = \frac{2\pi r}{T}$ 可以求出 v，即 AC 正确，M 的关系已知，利用万有引力公式可以得到引力的比例关系，即 D 正确，由于 R 和 g 未知，所以求不出密度，B 错误，故选 ACD。

11. 如图，在平行纸面的匀强电场中有一腰长为 1 的等腰直角三角形 ABC，其顶点 C 有一个粒子源，可沿平行纸面向各个方向发射动能均为 E_K 的同种带电粒子。已知通过 A、B 两点的粒子动能均为 2E_K，不计重力及粒子间的相互作用，则

- A. 粒子通过 AC 边上与 C 相距为 $\frac{1}{2}$ 的位置时，动能一定为 $\frac{3}{2}E_K$
- B. 粒子通过与 C 相距为 $\frac{1}{2}$ 的位置时，动能一定不小于 $\frac{3}{2}E_K$
- C. 粒子通过 BC 边时，动能可能大于 2E_K
- D. 粒子通过 AB 边时，动能一定是 2E_K



答案：AD

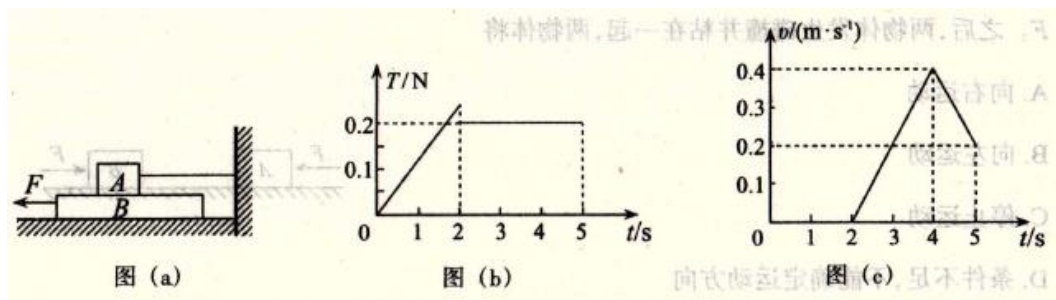
考点：静电场，动能定理

解析：通过 A、B 两点动能相等，根据动能定理可知，电场力做功一样，A、B 在同一等势面上，即 D 正确，电场线与 AB 垂直，由动能定理可知，当粒子通过 AC 边上与 C 相距为 $\frac{1}{2}$ 的位置时，动能一定为 $\frac{3}{2}E_K$ ，A 正确。当粒子通过与 C 相距为 $\frac{1}{2}$ 的位置，如果不在 AC 中点的等势面上，动能有可能大于或者小于 $\frac{3}{2}E_K$ ，所以 B 错误。粒子通过 BC 边时，动能一定不大于 2E_K，故 C 错误。

12. 如图（a）中，质量相同的物块 A 和木板 B（足够长）叠放在光滑水平面上，A 用一不可伸长的水平细绳固定在竖直墙壁上。t=0 时，B 受到水平外力 F 的作用；t=4s 时撤去外力。细绳对 A 的拉力 T 随时间 t 变化的关系如图（b）所示，B 的速度与时间 t 的关系如图（c）所示，取 g=10m/s²，可以得出（ ）

- A. 物块与木板之间的动摩擦因数为 0.02

- B. 0~2s 内, 力 F 对木板 B 的冲量为 0
 C. 2~4s 内, 力 F 对木板 B 做功 0.08J
 D. 在 B 运动的整个过程中, A 与 B 间产生的热量为 0.16J



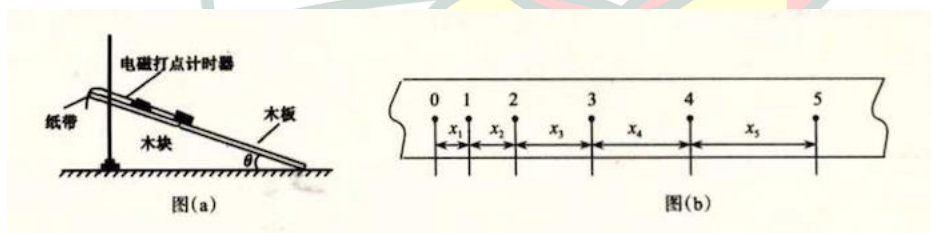
答案: AD

考点: 功能关系, 冲量

解析: 由图像可知, 2s 后物块和木板的滑动摩擦力大小为 0.2N。由 2s~4s 可知, 撤去外力后, 加速度大小为 0.2m/s^2 , 由 $\mu mg = ma$ 可知, 质量 $m=1\text{kg}$, $\mu=0.02$, A 正确。前 2s 内, 有力有时间, 冲量即不为零, B 错误。运动过程产生热量为 $Q = \mu mg \Delta x = 0.02 \times 1 \times 10 \times 0.8 = 0.16\text{J}$, D 正确。2s~4s 内拉力 $F - \mu mg = ma$, 解得 $F=0.4\text{N}$, 做功 $W = Fx = 0.4 \times 0.4 = 0.16\text{J}$, C 错误。

三、实验题: 本题共 2 小题, 共 20 分。请将答案填在题中横线上或按要求做答。

13. (10 分) 图 a 是测量木块与木板间动摩擦因数的实验装置。接通电源, 开启打点计时器, 从斜面上某点释放木块, 木块沿木板滑下, 多次重复后选择点迹清晰的一条纸带如图 b 所示。图中 0-5 是选取的六个计数点, 各个计数点之间的间距如图所示。已知打点计时器打下相邻两计数点的时间间隔为 T , 重力加速度为 g , 完成以下填空: (用已知和测得物理量的符号表示)



- (1) 打下计数点 3 时, 木块的速度大小为_____。
- (2) 木块下滑的加速度大小为_____。
- (3) 下列物理量中, 还需测量的是_____。
 - A. 滑块的质量 m
 - B. 木板的质量 M
 - C. 滑块下滑的时间 t
 - D. 木板的倾角 θ
- (4) 木板与木板间的动摩擦因数为_____。
- (5) 实验中发现动摩擦因数的测量值大于理论值, 可能的一条原因是_____。

答案: (1) $\frac{x_3+x_4}{2T}$ (2) $a = \frac{x_5-x_1}{(4T)^2}$ (3) D (4) $\tan\theta - \frac{x_5-x_1}{4gT^2\cos\theta}$ (5) 纸带与打点计时器之间

存在摩擦, 木块受到空气阻力作用, 木块受到纸带的阻力作用等

考点：测摩擦因数实验

解析：

(1) 由平均速度公式得 $v = \frac{x_3 + x_4}{2T}$

(2) 由 $\Delta x = aT^2$ 和逐差法可得 $a = \frac{x_5 - x_1}{(4T)^2}$

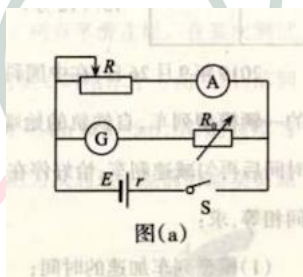
(3) 对木块进行受力分析可知，木块受重力，摩擦力，支持力，由牛顿第二定律可知 $mgsin\theta - \mu mgcos\theta = ma$ ，故只需知道 θ 角即可，所以选 D

(4) 由 (3) 知， $\mu = \tan\theta - \frac{x_5 - x_1}{4gT^2 \cos\theta}$

(5) 由于纸带与打点计时器之间有摩擦，所以计算的加速度偏小，求得的 μ 偏大

14. (10 分) 型号为 CR2032 的纽扣电池，广泛应用于汽车遥控器及蓝牙门禁卡中。电池的一个表面标有 +3V，查得其正常工作量的最大电流为 50mA。为测量其电动势 E 和内阻 r，某同学找到下列器材：

器材	规格
电流表 G	量程 1mA，内电阻为 1000Ω
电流表 A	量程 50mA，内电阻为 50Ω
电阻箱 R_0	0-9999Ω
滑动变阻器 R、开关一个，导线若干	



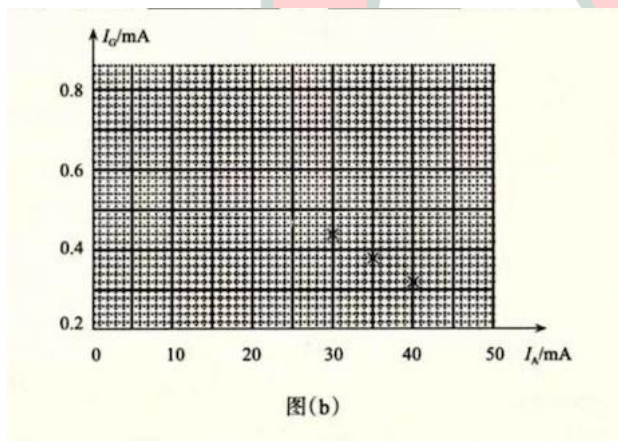
该同学设计了图 a 的电路进行实验，完成下列填空：

- 闭合开关前，应将滑动变阻器的滑动触头调到_____（选填“最左端”、“最右端”、“中点位置”）；
- 用电阻箱 R_0 将 G 改装成 4V 的电压表， R_0 的阻值应该调到_____Ω；
- 调节滑动变阻器，记录多组 G、A 的示数 I_0 、 I_A 如下表：

I_A/mA	11.5	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0
I_0/mA	0.660	0.552	0.500	0.432	0.378	0.318

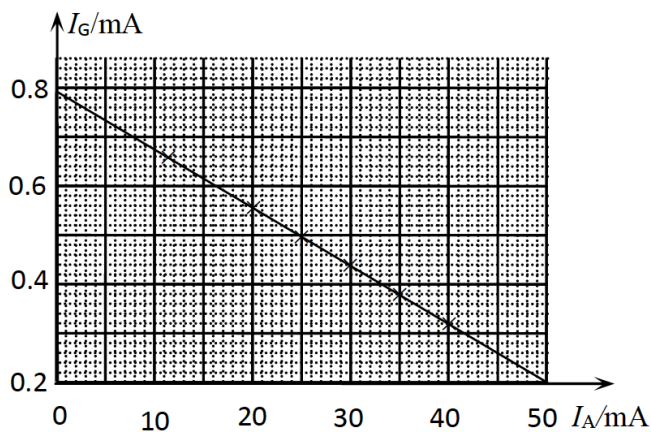
在图 b 中补全数据点，做出 $I_G - I_A$ 图线

- 根据图 b 可求得 $E =$ _____V， $r =$ _____Ω。（保留三位有效数字）



答案：(1) 最左端 (2) 3000

(3) 如下图所示



(4) 3.14 (3.10-3.22) 46.7 (45.0-49.0)

考点：测电源电动势和内阻

解析：

(1) 为了保护电路，应使电路中电阻最大，所以应滑在最左端

(2) 改装之后， R_0 电流应该与电流表 G 相同，且两者之间的电压和为 4V，由此可知，

$$R_0 = \frac{4 - I_g R_g}{I_g} = \frac{4 - 1}{1 \times 10^{-3}} \Omega = 3000 \Omega$$

(3) 略

(4) 由闭合电路欧姆定律可知

$$E = I_A \cdot r + I_G (R_0 + R_g) = I_A r + 4000 I_G$$

$$\text{因此, } I_G = \frac{E}{4000} - \frac{r}{4000} \cdot I_A$$

所以，图像斜率绝对值为 $\frac{r}{4000}$ ，纵截距为 $\frac{E}{4000}$ ，则由图像可知 $E=3.14\text{V}$ ， $r=46.7\Omega$ 。

四、计算题：本题共 5 小题，共 70 分。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。有效值计算的题，答案中必须明确写出答案和单位。

15. (12 分) 2019 年 9 月 26 日在中国科学院力学研究所实验基地长 264m 的直铁轨上，质量为 100kg 的一辆模型列车，自铁轨的始端由静止开始沿直线匀加速至 540km/h，并保持这一速度一段时间后再匀减速刹车，恰好停在铁轨的末端，整个过程用时 2.76s。若列车加速时间和减速时间相等，求：

(1) 模型列车加速的时间；

(2) 匀减速过程中，模型列车受阻力的大小。

答案：(1) $t_0 = 1\text{s}$

(2) $F = 1.5 \times 10^4 \text{N}$

考点：牛顿定律

(1) 设列车加速的时间为 t_0 ，列车加速过程和减速过程位移相等，设为 x_1 和 x_2

$$x_1 = x_2 = \frac{v_0}{2} t_0 \quad (2 \text{ 分})$$

列车匀速运动位移为 x_3

$$x_3 = v(t - 2t_0) \quad (2 \text{ 分})$$

$$x_1 + x_2 + x_3 = s \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{解得: } t_0 = 1s \quad (1 \text{ 分})$$

(2) 在匀减速过程中列车加速度的大小为 a , 所受阻力的大小为 F

$$v = at_0 \quad (1 \text{ 分})$$

$$F = ma \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{解得: } F = 1.5 \times 10^4 N \quad (2 \text{ 分})$$

16. (12 分) 最近, “雪龙” 号和 “雪龙 2” 号共同出征南极, 这将揭开我国南极科考里程碑式的一页。为考察地球自转对重的影响, 在 “雪龙号” 经过赤道时, 用测力计测得哑铃的力是 F_1 ; 到达南极时, 用测力计测得该哑铃的重力为 F_2 。已知地球的自转周期为 T , 地球的半径为 R , 引力常数为 G , 将地球视为质量分布均匀的球体。

(1) 求地球的质量。

(2) 在南极, 观测到绕地球做匀速圆周运动的极地卫星 “高分七号” 通过南极上空时距地面的高度为 h 。求高分七号的周期。

$$\text{答案 (1) } M = \frac{4\pi^2 R^3 F_2}{GT^2(F_2 - F_1)} \quad (2) \quad T' = T \sqrt{\frac{(R+h)^3(F_2 - F_1)}{R^3 F_2}}$$

考点: 万有引力与航天

(1) 经过赤道时

$$G \frac{Mm}{r^2} - F_1 = mR \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 \quad (3 \text{ 分})$$

在南极附近

$$G \frac{Mm}{r^2} - F_2 = 0 \quad (3 \text{ 分})$$

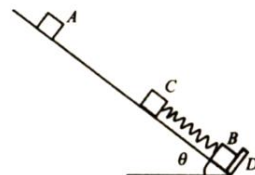
$$\text{解得 } M = \frac{4\pi^2 R^3 F_2}{GT^2(F_2 - F_1)} \quad (1 \text{ 分})$$

(2) 高分七号卫星的周期为 T

$$G \frac{Mm'}{(R+h)^2} = m' (R+h) \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 \quad (3 \text{ 分})$$

解得: $T' = T \sqrt{\frac{(R+h)^3(F_2 - F_1)}{R^3 F_2}}$ (2分)

17. (14分)如图,倾角为 θ 的光滑斜面底端固定一个垂直斜面的挡板 D, 斜面上有 A、B、C 三个质量均为 m 的物块(均可视为质点), 其中 B 与 C 通过轻弹簧相连且均处于静止状态, B 与挡板 D 接触。将 A 从与 C 相距为 d 处由静止释放, A 运动到 C 处时与 C 发生碰撞并粘在一起。当 A 和 C 上升至最高点时, B 恰好离开 D 但不再继续上升。已知 A 与 C 碰撞的时间极短, 重力加速度 g , 求:



答案: (1) $v_1 = \frac{\sqrt{2gd \sin \theta}}{2}$ (2) $k = \frac{8mg \sin \theta}{d}$

考点: 动量守恒定律, 能量守恒定律

(1) A 运动到 C 处时速度的大小为 v_0 , 根据机械能守恒定律有

$$mgd \sin \theta = \frac{1}{2}mv_0^2 \quad (3 \text{ 分})$$

C 与 A 碰撞后速度的大小 v_1 , 根据动量守恒定律有

$$mv_0 = 2mv_1 \quad (3 \text{ 分})$$

解得: $v_1 = \frac{\sqrt{2gd \sin \theta}}{2}$ (1分)

(2) 设弹簧的劲度系数为 k , 弹簧初始的压缩量为 x_1

$$mg \sin \theta = kx_1 \quad (1 \text{ 分})$$

B 离开 D 但不再继续上升时, 弹簧的伸长量为 x_2

$$mg \sin \theta = kx_2 \quad (1 \text{ 分})$$

解得 $x_1 = x_2$, 初末状态弹性势能相等。对 ABC 组成系统, 由机械能守恒定律有

$$\frac{1}{2}(2m)v_1^2 = 2mg \sin \theta(x_1 + x_2) \quad (4 \text{ 分})$$

解得: $k = \frac{8mg \sin \theta}{d}$ (1分)

18. (14 分) 首钢滑雪大跳台“飞天”的雪道可简化为如图的 AB、BC 和 CD 三部分，其中 BC 雪道水平，两端分别与倾角 $\theta=37^\circ$ 的雪道 AB 和倾角为 45° 的雪道 CD 在 B、C 两点平滑连接。在某次测试赛中，运动员着滑雪板由静止从最高点 A 滑下，通过 B 点后滑行到 C 时沿水平方向飞出，落到与 D 点等高的缓冲区内。已知 A、B 和 C、D 的高度差分别为 $h_1=54\text{m}$ 和 $h_2=5\text{m}$ ，BC 的长度为 46.4m ，滑雪板与雪道的动摩擦因数均为 $\mu=0.125$ ，不考虑空气阻力及通过 B 点前后运动员速率的变化，取 $g=10\text{m/s}^2$ ， $\sin 37^\circ=0.6$ ， $\cos 37^\circ=0.8$ 。求：

- (1) 运动员滑到 B 处时速度的大小；
(2) 运动员落到缓冲区的位置与 D 点的距离。



答案：(1) $v_B = 30\text{m/s}$ (2) $\Delta x = 23\text{m}$

考点：牛顿定律

解析：

(1) 运动员在 AB 段的加速度大小为 a_1

$$mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta = ma_1$$

$$a_1 = 5\text{m/s}^2$$

雪道 AB 的长度

$$s_1 = \frac{h_1}{\sin 37^\circ}$$

$$s_1 = 90\text{m}$$

运动员滑到 B 处速度大小为 v_B

$$v_B^2 = 2a_1 s_1$$

$$\text{解得 } v_B = 30\text{m/s}$$

(2) 设运动员在水平雪道上加速度的大小为 a_2

$$\mu mg = ma_2$$

运动员滑到 C 处速度大小为 v_C

$$v_C^2 - v_B^2 = -2a_2 s_2$$

$$\text{解得： } v_C = 28\text{m/s}$$

运动员离开 C 后做平抛运动的时间为 t

$$h_2 = \frac{1}{2}gt^2$$

$$x = v_C t$$

运动员落到缓冲区的位置与 D 点的距离

$$\Delta x = x - \frac{h_2}{\tan 45^\circ}$$

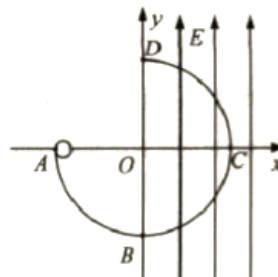
$$\text{解得 } \Delta x = 23\text{m}$$

19.(18 分)如图所示, ABCD 是半径为 R 的四分之三光滑绝缘圆形轨道, 固定在竖直面内。以轨道的圆心 O 为坐标原点, 沿水平直径 AC 方向建立 x 轴, 竖直直径 BD 方向建立 y 轴。 y 轴右侧(含 y 轴)存在竖直向上的匀强电场。一质量为 m 、带电量为 $+q$ 的小球, 从 A 点由静止开始沿轨道下滑, 通过轨道最高点 D 后, 又落回到轨道上的 A 点处。不考虑小球之后的运动, 不计空气阻力, 重力加速度为 g 。求:

(1) 小球落回到 A 点时的速率;

(2) 电场强度的大小;

(3) 小球从 A 下滑到电场内的 B 点时对轨道压力的大小。



答案: (1) $v_A = \frac{\sqrt{10gR}}{2}$ (2) $E = \frac{5mg}{8q}$ (3) $F' = \frac{19mg}{8}$

考点: 静电场, 动能定理

解析:

(1) 小球离开 D 点时的速率为 v_D , 由 C 落回 A 的时间为 t

$$R = \frac{1}{2}gt^2$$

$$R = v_D t$$

小球落回到 A 时的速率为 v_A

$$mgR = \frac{1}{2}mv_A^2 - \frac{1}{2}mv_D^2$$

$$\text{解得 } v_A = \frac{\sqrt{10gR}}{2}$$

(2) 小球从 A 到 D 的过程中

$$-mgR + 2qER = \frac{1}{2}mv_D^2$$

$$\text{解得: } E = \frac{5mg}{8q}$$

(3) 小球通过轨道最低点 B 处时的速率为 v_B , 轨道对小球的支持力为 F

$$mgR = \frac{1}{2}mv_B^2$$

$$F + qE - mg = m\frac{v_B^2}{R}$$

小球对轨道的压力为 F' , 由牛顿第三定律有

$$F' = F$$

$$\text{解得: } F' = \frac{19mg}{8}$$