

江苏省高三年级物理试卷

一、单项选择题：共 11 题，每题 4 分，共 44 分。每小题只有一个选项最符合题意。

1. 下列说法中正确的是（ ）

- A. 点电荷就是体积小的带电体
- B. 带电荷量少的带电体一定可以视为点电荷
- C. 大小和形状对作用力的影响可忽略的带电体可以视为点电荷
- D. 点电荷就是元电荷

【答案】C

【解析】

【详解】元电荷：电荷的最小单元，是电荷量的单位，用 e 表示，元电荷不是实际存在的粒子；

点电荷：不考虑形状尺寸及电荷分布的带电体，在研究带电体的相互作用时，当带电体的尺寸大小相对两者之间的距离可以忽略不计时可以看作点电荷。

故选 C。

2. 如图所示，我国歼击机在大型航展上编队盘旋，飞机在做曲线运动，则（ ）



- A. 飞机所受的合力为零
- B. 飞机的加速度方向与速度方向在同一条直线上
- C. 飞机的速度可能不变
- D. 某一过程，飞机的动能可能不变

【答案】D

【解析】

【详解】AC. 由于飞机做曲线运动，因此速度方向一直在变化，有加速度，根据牛顿第二定律，合外力不可能为 0，故 AC 错误；

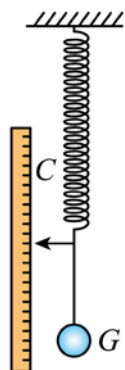
B. 曲线运动的加速度方向不可能与速度方向在同一直线上，故 B 错误；

D. 如果做匀速圆周运动，则飞机的速度大小不变，则飞机的动能不变，故 D 正确。

故选 D。

3. 某同学用轻弹簧、直尺、钢球等制作了一个“竖直加速度测量仪”。如图所示，弹簧上端固定，在弹簧

旁边沿弹簧长度方向固定一直尺。不挂钢球时，弹簧下端指针位于直尺5cm 刻度处的 C 位置；下端悬挂钢球，静止时指针位于直尺15cm 刻度处。将直尺不同刻度对应的加速度标在直尺上，就可利用此装置直接测量竖直方向的加速度。取竖直向上为正方向，重力加速度大小为 g 。下列说法正确的是（ ）



- A. 5cm 刻度对应的加速度为 0
 B. 10cm 刻度对应的加速度为 $-g$
 C. 15cm 刻度对应的加速度为 g
 D. 刻度尺上各刻度对应的加速度值是均匀的

【答案】D

【解析】

【详解】AC. 不挂钢球时，弹簧下端指针位于直尺5cm 刻度处的 C 位置；下端悬挂钢球，静止时指针位于直尺15cm 刻度处；可知5cm 刻度处，弹簧处于原长状态，钢球只受重力作用，此时加速度为 g ；

15cm 刻度处，钢球处于静止状态，加速度为 0，故 AC 错误；

B. 钢球静止时指针位于直尺15cm 刻度处，根据受力平衡可得

$$mg = k\Delta x$$

解得弹簧的劲度系数为

$$k = \frac{mg}{\Delta x} = \frac{mg}{0.15 - 0.05} = \frac{mg}{0.1}$$

设10cm 刻度对应的加速度为 a ，根据牛顿第二定律可得

$$k\Delta x' - mg = ma$$

解得

$$a = \frac{k\Delta x' - mg}{m} = \frac{\frac{mg}{0.1} \times (0.1 - 0.05) - mg}{m} = -0.5g$$

故 B 错误；

D. 设刻度对应值为 x ，根据牛顿第二定律可得

$$\frac{\frac{mg}{0.1} \cdot \Delta x - mg}{m} = a$$

其中

$$\Delta x = x - 0.05$$

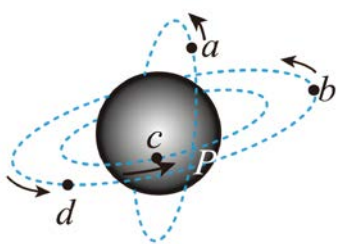
联立可得

$$a = 10gx - 1.5g$$

可知加速度 a 与刻度对应值 x 成线性关系，则刻度尺上各刻度对应的加速度值是均匀的，故 D 正确。

故选 D。

4. 如图所示，在地球大气层外的圆形轨道上运行的四颗人造卫星 a 、 b 、 c 、 d ，其中 a 、 c 的轨道相交于 P ， b 、 d 在同一个圆轨道上， b 、 c 轨道在同一平面上。对于图示时刻四颗卫星的位置及运行方向如图所示，下列说法中正确的是（ ）



- A. a 、 c 的加速度大小相等，且大于 b 的加速度
- B. b 、 c 的角速度大小相等，且小于 a 的角速度
- C. a 、 c 的线速度大小相等，且小于 d 的线速度
- D. b 、 d 的周期相同，且小于 c 的周期

【答案】A

【解析】

【详解】A. 对人造卫星受力分析，根据牛顿第二定律有

$$G \frac{Mm}{r^2} = ma$$

可得，人造卫星的加速度为

$$a = \frac{GM}{r^2}$$

由题可知，卫星 a 、 c 的半径相等，且小于 b 的半径，则 a 、 c 的加速度大小相等，且大于 b 的加速度，故 A 正确；

B. 对人造卫星受力分析，根据牛顿第二定律有

$$G \frac{Mm}{r^2} = m\omega^2 r$$

可得，人造卫星的角速度为

$$\omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$$

由于卫星 a 、 c 的半径相等，且小于 b 的半径，则 a 、 c 的角速度大小相等，且大于 b 的角速度，故 B 错误；

C. 对人造卫星受力分析，根据牛顿第二定律有

$$G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$$

可得，人造卫星的角速度为

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

由于卫星 a 、 c 的半径相等，且小于 d 的半径，所以 a 、 c 的线速度大小相等，且大于 d 的线速度，故 C 错误；

D. 根据开普勒第三定律有

$$\frac{r^3}{T^2} = k$$

由于卫星 b 、 d 的半径相等，且大于 c 的半径，则 b 、 d 的周期相同，且大于 c 的周期，故 D 错误。

故选 A。

5. 竖直下落的冰雹经过某一高度处时，突然刮起一阵水平风，且越刮越大，空气阻力可忽略，下列说法中正确的是()

- A. 冰雹下落时间与风力无关
- B. 风力越大，冰雹下落时间越短
- C. 风力越大，冰雹着地速度越小
- D. 冰雹着地速度与风力无关

【答案】A

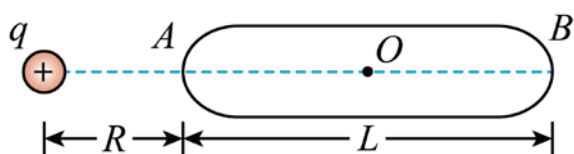
【解析】

【详解】AB. 运动具有独立性，水平方向的风力对竖直方向的运动无影响，所以冰雹在竖直方向的高度一定，重力提供的加速度一定，下落时间一定，A 正确，B 错误；

CD. 冰雹落地的速度由水平速度和竖直速度合成，竖直方向上重力提供的加速度一定，下落时间一定，落地时竖直速度一定，风力越大，水平方向加速度越大，冰雹下落时间一定，水平速度越大，着地速度越大，CD 错误。

故选 A。

6. 如图所示，长为 L 的导体棒 AB 原来不带电，现将一个带正电的点电荷 q 放在导体棒的中心轴线上，且距离导体棒的 A 端为 R ， O 为 AB 的中点。当导体棒达到静电平衡后，下列说法正确的是 ()



- A. 导体棒 A 端带正电, B 端带负电
- B. 导体棒 A 端电势比 B 端电势相高
- C. 感应电荷在 O 点产生的电场方向向右
- D. 感应电荷在 O 点的电场强度大小 $E = \frac{4kq}{(L+2R)^2}$

【答案】D

【解析】

【详解】A. 点电荷 q 带正电, 则当导体棒达到静电平衡后, 导体棒 A 端为近端, 带负电, B 端为远端, 带正电, 故 A 错误;

B. 处于静电平衡状态的导体棒是一个等势体, 即 A 端和 B 端电势相等, 故 B 错误;

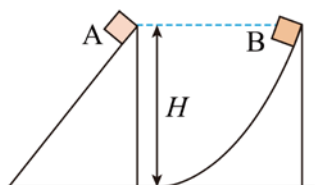
CD. 处于静电平衡状态的导体, 内部场强处处为零, 感应电荷在 O 点的场强与点电荷在 O 点的场强大小相等、方向相反, 点电荷在 O 点的场强向右, 则感应电荷在 O 点的场强向左, 大小为

$$E = k \frac{q}{\left(R + \frac{1}{2}L\right)^2} = \frac{4kq}{(L+2R)^2}$$

故 C 错误, D 正确。

故选 D。

7. 两个质量不同的小铁球 A 和 B, 分别从高度相同的光滑斜面 and 光滑圆弧的顶端由静止下滑, 如图所示, 下列说法正确的是 ()



- A. 它们从顶端到底端重力势能的变化量相等
- B. 它们到达底部时动能相等
- C. 它们到达底部时速率相等
- D. 它们下滑到最低点时重力的瞬时功率相同

【答案】C

【解析】

【详解】A. 根据

$$\Delta E_p = -W_G = -mgH$$

可知两小球质量不同，二者从顶端到底端重力势能的变化量不相等。故 A 错误；

BC. 根据

$$mgH = \frac{1}{2}mv^2$$

解得

$$v = \sqrt{2gH}$$

可知两小球到达底部时动能不相等，速率相等。故 B 错误；C 正确；

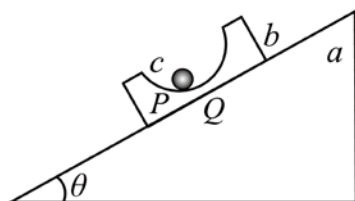
D. 根据

$$P_G = mgv \cos \theta$$

可知二者下滑到最低点时重力与速度夹角不同，所以重力的瞬时功率不相同。故 D 错误。

故选 C。

8. 如图所示，倾角为 θ 的斜面 a 表面光滑，小球 c 置于带有光滑半球形凹槽的物体 b 内， b 放在 a 上，整个装置处于静止状态时小球位于圆弧的最低点 P ， Q 为半圆弧的中点。当 b 、 c 保持相对静止沿斜面下滑时，下列说法正确的是（ ）



- A. c 位于 P 点
- B. c 位于 Q 点
- C. c 位于 P 点和 Q 点之间的某点
- D. c 可以位于圆弧上的任意点

【答案】B

【解析】

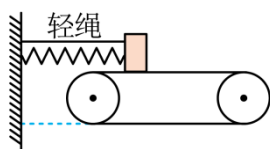
【详解】当 b 、 c 保持相对静止沿斜面下滑时，对 b 、 c 整体受力分析可知，整体受到重力和垂直斜面向上的支持力，合力沿斜面向下，整体的加速度为

$$a = g \sin \theta$$

则 c 的合力也沿斜面向下，加速度也为 $g \sin \theta$ ，所以 c 受到的支持力也应垂直于斜面，所以 c 位于 Q 点。

故选 B。

9. 如图所示，一物块置于足够长的水平传送带上，弹簧左端固定在竖直墙壁上，弹簧右端与物块接触但不栓接，墙壁与物块间系不可伸长的轻绳，使水平方向的弹簧处于压缩状态，压缩量为 0.2m （弹性限度内）。已知物块质量为 0.5kg 。物块与传送带间的动摩擦因数 $\mu=0.5$ ，重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$ 。若传送带不动，剪断轻绳，当弹簧刚好恢复原长时物块的速度为零；若传送带以 $v=3\text{m/s}$ 的速度顺时针匀速转动，则剪断轻绳后（ ）



- A. 在弹簧恢复原长的过程中，物块向右先做加速运动，后做减速运动
- B. 弹簧恢复原长时，物块速度大小为 3m/s
- C. 物块在传送带上运动的过程中，摩擦力对物块做功为 1.75J
- D. 弹簧恢复原长后，物块与传送带之间由于摩擦而产生的热量为 2.75J

【答案】C

【解析】

【详解】AB. 若传送带不动，弹簧压缩量为 0.2m 到恢复原长时物块的速度为零，由动能定理有

$$W - \mu mgx_1 = 0$$

若传送带以 3m/s 的速度顺时针匀速转动，剪断轻绳后。弹簧恢复原长时，弹簧弹力做功不变，摩擦力做正功，根据动能定理

$$W + \mu mgx_1 = \frac{1}{2}mv_1^2$$

可得，弹簧恢复原长时，物块速度大小为

$$v_1 = 2\text{m/s}$$

可知，在弹簧恢复原长的过程中物块的速度一直小于传送带速度，物块所受的滑动摩擦力一直水平向右，弹力水平向右，则物块一直向右做加速运动，故 AB 错误；

C. 物块与弹簧分离后，在摩擦力的作用下做匀加速直线运动，直至共速后做匀速直线运动，匀加速运动过程中，由动能定理得

$$\mu mgx_2 = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

可得，物块在匀加速阶段的位移为

$$x_2 = 0.5\text{m}$$

则物块在传送带上运动的过程中，摩擦力对物块做功为

$$W_f = \mu mg(x_1 + x_2) = 1.75\text{J}$$

故 C 正确；

D. 根据牛顿第二定律，物块匀加速运动的加速度大小为

$$a = \frac{\mu mg}{m} = 5\text{m/s}^2$$

做匀加速至共速的时间为

$$t = \frac{v - v_1}{a} = 0.2\text{s}$$

为这段时间内，传送带运动距离为

$$s = vt = 0.6\text{m}$$

则弹簧恢复原长后，物块与传送带之间由于摩擦而产生的热量为

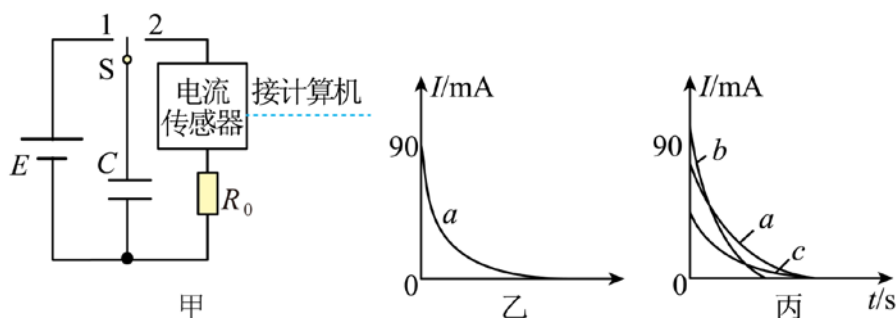
$$Q = \mu mg(s - x_2) = 0.25\text{J}$$

故 D 错误。

故选 C。

10. NPO 电容是一种最常用的具有温度补偿特性的单片陶瓷电容器，某兴趣小组要测定一个 NPO 电容器的电容，设计的电路图如图甲所示，用电流传感器和计算机可以方便地测出电路中电流随时间变化的曲线。

下列说法正确的是（ ）



A. 流过 R_0 的电流方向竖直向上

B. 图乙中图线 a 表示电容器两极板间的电压随时间的增大而减小

C. 若增大 R_0 的阻值，电流随时间变化的图线应为图丙中的图线 b

D. 图乙中图线 a 图线与坐标轴围起来的面积表示电容 C

【答案】B

【解析】

【详解】A. 充电后电容器上极板带正电，则放电时流过 R_0 的电流方向竖直向下，故 A 错误；

B. 图乙中图线 a 表示的过程中，电容器正在放电，即电容器两极板的电量在减小，电压在减小，故 B 正确；

C. 若增大 R_0 的阻值，电容器放电时的最大电流减小，放电时间变长，则电流变化应为图丙中的图线 c ，故 C 错误；

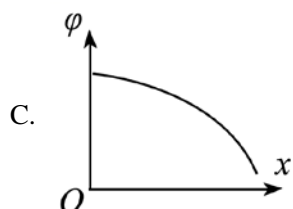
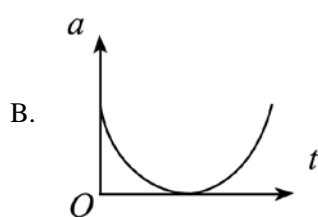
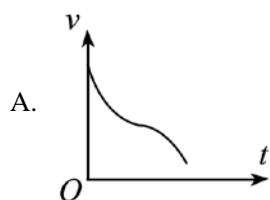
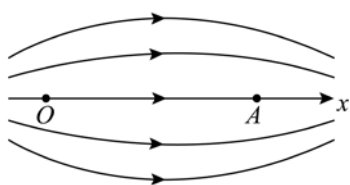
D. 根据

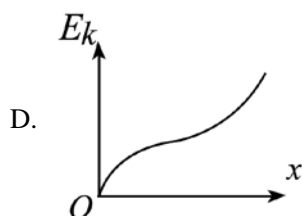
$$Q = It$$

可知，图乙中 a 图线与坐标轴围起来的面积表示电容器的带电量，故 D 错误。

故选 B。

11. 某区域的电场线分布如图所示，其中间一根电场线是直线，一带正电的粒子从直线上的 O 点由静止开始在电场力作用下运动到 A 点，取 O 点为坐标原点，沿直线向右为 x 轴正方向，粒子的重力忽略不计，在 O 到 A 运动过程中，下列关于粒子运动速度 v 和加速度 a 随时间 t 的变化，运动径迹上电势和粒子的动能 E_k 随位移 x 的变化图线中可能正确的是()





【答案】D

【解析】

【详解】AB. 由图可知，从 O 到 A 点，电场线由疏到密，电场强度先减小后增大，方向不变，因此电荷受到的电场力先减小后增大，则加速度先减小后增大，但没有减为零；而速度图象的斜率先减小后增大，不是一直减小，故 A 错误，B 正确；

C. 沿着电场线方向电势降低，电势与位移的图象的斜率表示电场强度，结合前面的分析可知，电场强度先减小后增大，所以图象的斜率先减小后增大，故 C 错误；

D. 根据能量守恒关系，则

$$\Delta E_K = -\Delta E_P$$

而

$$\Delta E_P = -q \cdot U$$

且

$$U = E \cdot \Delta x$$

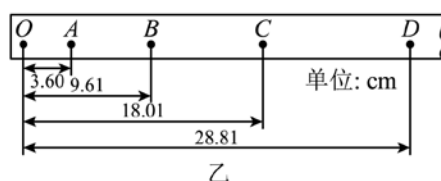
由此可知

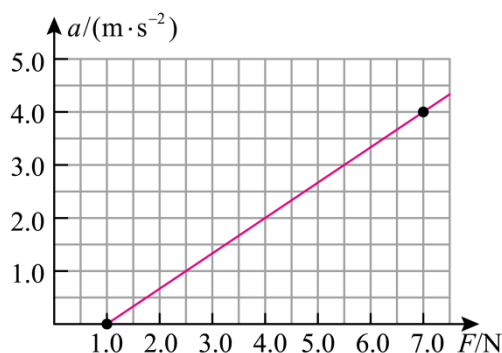
$$\frac{\Delta E_k}{\Delta x} = qE$$

因此粒子的动能 E_k 和运动径迹上电势 φ 随位移 x 的变化图线斜率先减小后增大，故 D 正确。

二、非选择题：共 5 题，共 56 分。其中第 13 题~第 16 题解答时请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；有数值计算时，答案中必须明确写出数值和单位。

12. 在探究“物体质量一定时，加速度与力的关系”实验中，某同学做了如图甲所示的实验改进，在调节桌面至水平后，添加了力传感器来测量细线拉力。





丙

(1) 实验时，下列说法正确的是 ()

- A. 需要用天平测出砂和砂桶的总质量
- B. 小车靠近打点计时器，先接通电源再释放小车
- C. 选用电火花计时器比选用电磁打点计时器能更好地减小实验误差
- D. 桌面上方动滑轮右侧的两根细线一定要平行，但与桌面可以不平行

(2) 本实验中_____ (选填“需要”或“不需要”) 砂和砂桶的总质量远小于小车的质量。

(3) 实验得到如图乙所示的纸带，已知打点计时器使用的交流电源的频率为 50Hz，相邻两计数点之间还有四个点未画出，已知 A、B、C、D 各点到 O 点的距离分别是 3.60cm、9.61cm、18.01cm 和 28.81cm，由以上数据可知，小车运动的加速度大小是_____m/s² (计算结果保留 3 位有效数字)。

(4) 由实验得到小车的加速度 a 与力传感器示数 F 的关系如图丙所示，则小车运动过程中所受的阻力 $F_f =$ _____N，小车的质量 $M =$ _____kg。(两个结果都保留 2 位有效数字)

(5) 实验小组中的一个同学提出如果将砂和砂桶与小车组成一个系统，可以利用这个装置验证系统的机械能守恒定律，只是要增加天平来测量相应物体的质量。你是否同意他的观点：_____，简要说明你的理由_____。

【答案】(1) BC (2) 不需要

(3) 2.40 (4) ①. 2.0 ②. 3.0

(5) ①. 不同意 ②. 见解析

【解析】

【小问 1 详解】

- A. 力的传感器测量绳子的拉力，则小车受到的拉力可以测得，故不用测量砂和桶的质量，故 A 错误；
- B. 为打点稳定，充分利用纸带，需小车靠近打点计时器，先接通电源再释放小车，故 B 正确；
- C. 电磁打点计时器由于振针的作用，纸带与复写纸之间阻力相对较大，实验误差比较大，而电火花计时器使用的是火花放电，纸带运动时受到的阻力比较小，实验误差小，故 C 正确；
- D. 桌面上方动滑轮右侧的两根细线一定要平行，且与桌面平行，故 D 错误。

故选 BC。

【小问 2 详解】

力的传感器测量绳子的拉力，则小车受到的拉力可以测得，故不用测量砂和桶的质量，也不需要保证砂和砂桶的总质量远小于小车的质量。

【小问 3 详解】

相邻两计数点的时间间隔为

$$T = 5 \frac{1}{f} = 0.1\text{s}$$

根据逐差法，小车加速度大小为

$$a = \frac{x_{BD} - x_{OB}}{(2T)^2} \approx 2.40\text{m/s}^2$$

【小问 4 详解】

[1]由图可知，开始运动时，拉力最小值为 1N，则小车运动过程中受到的阻力为

$$F_f = 2F = 2.0\text{N}$$

[2]小车运动过程中，根据牛顿第二定律

$$2F - F_f = Ma$$

整理得

$$a = \frac{2}{M}F - \frac{F_f}{M}$$

图像斜率为

$$k = \frac{2}{M} = \frac{4.0 - 0}{7.0 - 1.0} = \frac{2}{3}$$

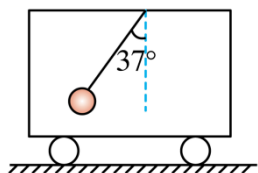
解得小车质量为

$$M = 3.0\text{kg}$$

【小问 5 详解】

[3][4]不同意；因为小车在下滑过程中，摩擦阻力会对小车做负功，即小车和砂桶以及绳子等组成的系统克服阻力做功，此时机械能不守恒，会减小。

13. 如图所示，沿水平方向做匀变速直线运动的车厢中，悬挂小球的悬线偏离竖直方向 37° 角，球和车厢相对静止，球的质量为 1kg。（ g 取 10m/s^2 ， $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ ）求：



- (1) 若车厢做匀速运动，因为小球受水平风力作用悬线发生偏转，求水平风力的大小；
- (2) 不计风力和空气阻力的作用，因为车厢做匀变速运动悬线发生偏转，求车厢运动的加速度大小并说明车厢的运动情况。

【答案】(1) 7.5N

(2) 7.5m/s^2 ，车厢向右做匀加速直线运动或向左做匀减速直线运动

【解析】

【小问 1 详解】

若车厢做匀速运动，则小球受平衡力作用，合力为零。对小球受力分析可得

$$F = mg \tan 37^\circ$$

解得，水平风力的大小为

$$F = 7.5\text{N}$$

【小问 2 详解】

不计风力和空气阻力的作用，车厢做匀变速运动悬线发生偏转，对小球受力分析可得，小球受到的合力为

$$F_{\text{合}} = mg \tan 37^\circ = 7.5\text{N}，\text{方向水平向右}$$

根据牛顿第二定律有

$$F_{\text{合}} = ma$$

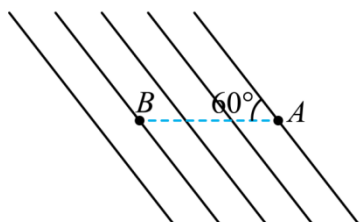
可得，小球运动的加速度大小为

$$a = 7.5\text{m/s}^2$$

则车厢运动的加速度大小为 7.5m/s^2 ，方向水平向右。可知，若车厢向右运动，则车厢做匀加速直线运动。

若车厢向左运动，则车厢做匀减速直线运动。

14. 如图所示，一簇平行线为未知方向的匀强电场的电场线，沿与此平行线成 60° 角的方向，把 $1 \times 10^{-3}\text{C}$ 的负电荷从 A 点移到 B 点，电场力做功为 $2 \times 10^{-3}\text{J}$ ，A、B 间距为 2cm。



(1) 若 B 点电势为 1V ，电子处于 A 点时具有的电势能是多少 eV ？

(2) 求匀强电场的电场强度大小。

【答案】(1) 1eV (2) 200V/m

【解析】

【小问 1 详解】

A 、 B 间的电势差为

$$U_{AB} = \frac{W_{AB}}{q} = \frac{2 \times 10^{-3} \text{J}}{-1 \times 10^{-3} \text{C}} = -2\text{V}$$

而

$$U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B$$

若 B 点电势为 1V ，则 A 点的电势为

$$\varphi_A = -1\text{V}$$

则电子处于 A 点时具有的电势能是为

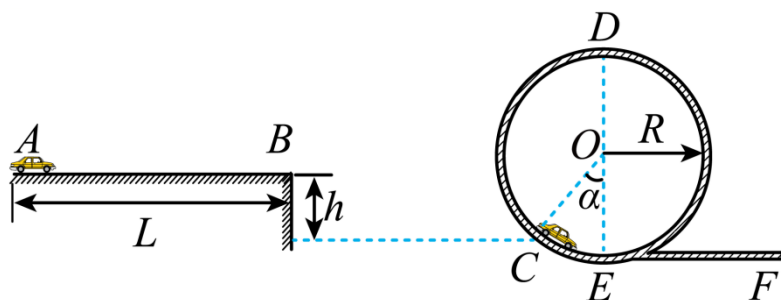
$$E_p = \varphi_A \cdot q_{\text{电}} = 1\text{eV}$$

【小问 2 详解】

匀强电场的电场强度大小为

$$E = \frac{U}{d} = \frac{U_{BA}}{d_{BA} \cos 60^\circ} = \frac{2\text{V}}{0.02\text{m} \times \frac{1}{2}} = 200\text{V/m}$$

15. 如图所示，遥控电动赛车（可视为质点）通电后沿水平轨道运动，到 A 点的速度为 $v_A = 1\text{m/s}$ ，（记为 $t=0$ ），经过时间 t 后关闭电动机，赛车继续前进至 B 点后水平飞出，恰好在 C 点沿着切线方向进入固定在竖直平面内的圆形光滑轨道内做圆周运动， D 为圆轨道的最高点。已知赛车的质量 $m = 0.8\text{kg}$ ，赛车在 AB 部分运动时受到恒定阻力 $f = 0.5\text{N}$ ，时间 t 内赛车发动机的输出功率恒为 $P = 4\text{W}$ ， AB 的长度 $L = 4\text{m}$ ， B 、 C 两点的高度差 $h = 0.45\text{m}$ ，赛车在 C 点的速度 $v_C = 5\text{m/s}$ ，圆形轨道的半径 $R = 0.5\text{m}$ 。在圆轨道内不计空气阻力，已不计空气阻力。已知重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ ， $\sin 37^\circ = 0.6$ ，求：



- (1) 连接 CO 和竖直方向的夹角 α 的大小？
(2) 赛车电动机工作的时间 t 是多大？
(3) 赛车经过最高点 D 处时受到轨道对它压力 N_D 的大小？

【答案】(1) 37°

(2) 2s

(3) 3.2N

【解析】

【小问 1 详解】

因为赛车从 B 到 C 的过程作平抛运动，根据平抛运动规律可得赛车在 C 点时，竖直方向的分速度大小

$$v_y = \sqrt{2gh} = 3\text{m/s}$$

赛车在 C 点的速度大小为 5m/s，根据

$$\sin \alpha = \frac{v_y}{v_C} = \frac{3}{5}$$

可得

$$\alpha = 37^\circ$$

【小问 2 详解】

赛车从 B 点飞出时的速度大小为

$$v_B = \sqrt{v_C^2 - v_y^2} = 4\text{m/s}$$

赛车在 AB 部分运动时，根据动能定理有

$$Pt - fL = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2$$

代入相关已知数据求得

$$t = 2\text{s}$$

【小问 3 详解】

赛车从 C 点运动到 D 点的过程中，利用动能定理有

$$-mgR(1 + \cos \alpha) = \frac{1}{2}mv_D^2 - \frac{1}{2}mv_C^2$$

赛车在 D 点时，根据牛顿第二定律有

$$N_D + mg = m\frac{v_D^2}{R}$$

联立两式，代入相关已知数据，求得

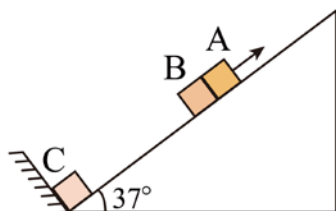
$$N_D = 3.2\text{N}$$

16. 可视为质点的物块 A、B、C 放在倾角为 37° 、长 $L = 2\text{m}$ 的固定斜面上，B、C 相距 1m ，其位置关系如图所示。物块与斜面间的动摩擦因数均为 $\mu = 0.5$ ，物块 A、B 的质量分别为 $m_A = 0.80\text{kg}$ 、 $m_B = 0.40\text{kg}$ ，其中 A 不带电，B、C 均带正电，且 C 的电量为 $q_C = +2.0 \times 10^{-5}\text{C}$ ，开始时三个物块均能保持静止且与斜面间均无摩擦力作用。现给 A 施加一平行于斜面向上的力 F ，使 A 在斜面上一直做加速度大小为 $a = 2.5\text{m/s}^2$ 的匀加速直线运动，经过时间 t_0 ，物体 A、B 分离，当 A 运动到斜面顶端时撤去力 F 。已知静电力常量 $k = 9.0 \times 10^9\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$ ， $g = 10\text{m/s}^2$ ， $\sin 37^\circ = 0.6$ 。

(1) 求物块 B 带电量 q_B ；

(2) 求时间 t_0 ；

(3) 已知点电荷 Q 周围电势分布可表示为 $\varphi = k \frac{Q}{r}$ ，求力 F 对物块 A 做的功。



【答案】(1) $+4.0 \times 10^{-5}\text{C}$ ；(2) 0.4s ；(3) 9.8J

【解析】

【详解】(1) 由题知，开始时三个物块均能保持静止且与斜面间均无摩擦力作用，则以 AB 整体为研究对象有

$$(m_A + m_B)g \sin 37^\circ = k \frac{q_B q_C}{x_{BC}^2}$$

解得

$$q_B = +4.0 \times 10^{-5}\text{C}$$

(2) 当 A、B 刚好分离时，对 B 有

$$k \frac{q_B q_C}{x'^2} - m_B g \sin 37^\circ - \mu m_B g \cos 37^\circ = m_B a$$

代入数据有

$$x' = 1.2\text{m}$$

在 A、B 分离前二者一起做匀减速直线运动，则 A、B 一起匀加速运动了

$$x = x' - x_{BC} = 0.2\text{m}$$

根据匀变速直线运动位移与时间的关系有

$$x = \frac{1}{2}at_0^2$$

代入数据解得

$$t_0 = 0.4\text{s}$$

(3) 根据以上分析当 A、B 刚好分离时，二者的共同速度为

$$v = at_0 = 1\text{m/s}$$

由于已知点电荷 Q 周围的电势分布可表示为 $\varphi = k\frac{Q}{r}$ ，则 A 从 A、B 开始运动到二者刚好分离时，根据功

能关系有

$$W_{F1} - \mu(m_A + m_B)gx\cos 37^\circ - (m_A + m_B)gx\sin 37^\circ + W_{\text{电}} = \frac{1}{2}(m_A + m_B)v^2$$

$$W_{\text{电}} = (\varphi - \varphi')q_B = (k\frac{q_C}{x_{BC}} - k\frac{q_C}{x'})q_B$$

联立解得

$$W_{F1} = 1.8\text{J}$$

当 A、B 分离后有

$$F - m_A g \sin 37^\circ - \mu m_A g \cos 37^\circ = m_A a$$

解得

$$F = 10\text{N}$$

则 A、B 分离后，A 还要继续上滑

$$x'' = L - x' = 0.8\text{m}$$

则 A、B 分离后，A 继续上滑过程中 F 做的功为

$$W_{F2} = Fx'' = 8\text{J}$$

则整个过程中力 F 对物块 A 做的功

$$W_F = W_{F1} + W_{F2} = 9.8\text{J}$$