

物理

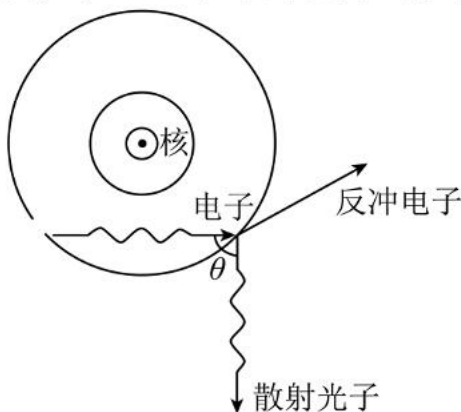
本试卷满分 100 分,考试时间 75 分钟。

注意事项:

1. 答卷前,考生务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡上。
2. 答选择题时,选出每小题答案后,用铅笔把答题卡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。答非选择题时,将答案写在答题卡上。写在本试卷上无效。
3. 考试结束后,将本试卷和答题卡一并交回。

一、选择题:本题共 10 小题,共 46 分。在每小题给出的四个选项中,第 1~7 题只有一项符合题目要求,每小题 4 分;第 8~10 题有多项符合题目要求,每小题 6 分,全部选对的得 6 分,选对但不全的得 3 分,有选错的得 0 分。

1. 关于光谱和光谱分析,下列说法正确的是
 - A. 太阳光谱是连续光谱,分析太阳光谱可以知道太阳内部的化学组成
 - B. 霓虹灯和炼钢炉中炽热铁水产生的光谱,都是线状谱
 - C. 强白光通过酒精灯火焰上的钠盐,形成的是吸收光谱
 - D. 进行光谱分析时,可以利用线状谱,也可以利用连续光谱
2. 我国科学家利用上海同步辐射光源研究新型材料时,观测到康普顿散射现象。如图所示,波长为 λ_0 的 X 射线光子与静止的自由电子发生弹性散射后,波长变为 λ , 散射角为 θ 。已知康普顿散射公式为 $\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0 = \frac{h}{m_e c} (1 - \cos\theta)$, h 为普朗克常量, m_e 为电子静质量, c 为光速。若实验中 $\theta=90^\circ$, 下列说法正确的是 ()

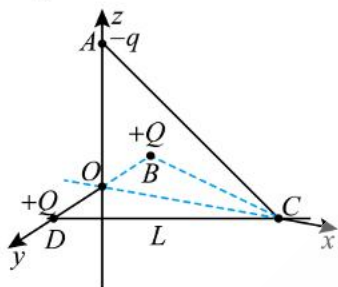


- A. 该过程能量守恒,但动量不守恒
- B. 散射后电子的动量为 $\sqrt{2} \frac{h}{\lambda_0}$

C. 光子波长改变量为 $\frac{h}{2m_e c}$

D. 光子动量变化的大小为 $\sqrt{\left(\frac{h}{\lambda_0}\right)^2 + \left(\frac{h}{\lambda}\right)^2}$

3. 如图所示，水平面内的等边三角形 BCD 的边长为 L ， C 点恰好位于光滑绝缘直轨道 AC 的最低点， A 点到 B 、 D 两点的距离均为 L ， A 点在 BD 边上的竖直投影点为 O 。 y 轴上 B 、 D 两点固定两个等量的正点电荷 Q 。在 A 点将质量为 m 、电荷量为 $-q$ 的小球（自身产生的电场可忽略）套在轨道 AC 上并将小球由静止释放，已知静电力常量 k ，重力加速度为 g ，且 $k\frac{Qq}{L^2} = \frac{\sqrt{3}}{3}mg$ ，忽略空气阻力，下列说法正确的是



- A. 从 O 点沿 z 轴到 A 点，电场强度一直增大
 B. 轨道上 C 点的电场强度大小为 $\frac{mg}{q}$
 C. 小球刚到达 C 点时（未脱离轨道）的加速度大小为 $\sqrt{3}g$
 D. 小球在 A 、 C 两点之间做往复运动
4. 如图 1 所示， O 点处固定有力传感器，长为 l 的轻绳一端与力传感器相连，另一端固定着一个小球。现让小球在最低点以某一速度开始运动，设轻绳与竖直方向的角度为 θ （如图所示），图 2 为轻绳弹力大小 F 随 $\cos\theta$ 变化的部分图像。图 2 中 a 为已知量，不考虑空气阻力，重力加速度大小为 g ，则

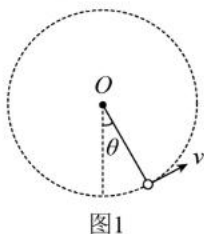


图1

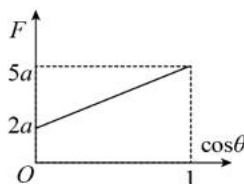
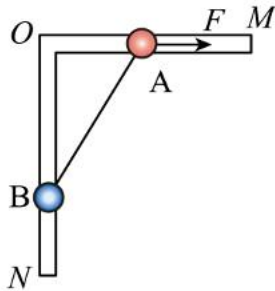


图2

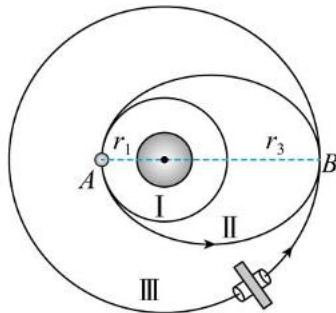
- A. 小球质量为 $\frac{a}{g}$
 B. 小球在与圆心等高处时的速度为 $\frac{\sqrt{gl}}{2}$
 C. 小球运动到 $\theta = 45^\circ$ 时的动能为 $\sqrt{2}mgl$
 D. 小球在最低点时对细线的拉力为 $4a$
5. 如图所示，水平面内放一直角杆 MON ，用轻杆相连的两小球 A 和 B 分别套在 OM 和 ON 杆上， A 、 B 球的质量分别为 m 、 $2m$ ， A 、 B 均处于静止状态，此时 $OA = 3L$ ， $OB = 4L$ ， A 球在水平恒力 $F = 2mg$ 的作用下向右移动 L ，则此时 A 球的速度为（忽略一切摩擦，

重力加速度为 g) ()

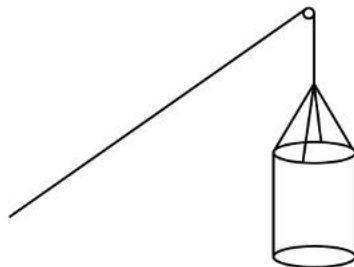


- A. $\frac{3}{5}\sqrt{2gL}$ B. $\frac{6}{5}\sqrt{gL}$ C. $3\sqrt{\frac{2gL}{41}}$ D. $6\sqrt{\frac{gL}{41}}$

6. 如图所示, 某载人飞船与空间站分别运行在半径为 r_1 的圆轨道I、半径为 r_3 的圆轨道III上。载人飞船通过变轨操作, 变轨到椭圆轨道II上运行数圈后从近地点 A 沿轨道运动到远地点 B , 并在 B 点与空间站成功对接。已知地球的半径为 R , 地球表面的重力加速度为 g , 则



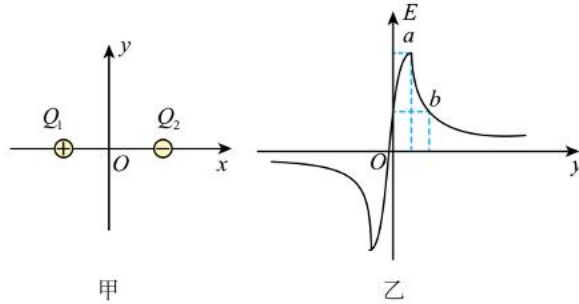
- A. 载人飞船在圆轨道I上的运行一周的时间大于在椭圆轨道II上运行一周的时间
 B. 载人飞船在椭圆轨道II上 A 点的速度大于其在轨道III上 B 点的速度
 C. 载人飞船在圆轨道I上 A 点的加速度小于其在椭圆轨道II上 A 点的加速度
 D. 载人飞船在椭圆轨道II上由 A 点直接运动至 B 点所需的时间为 $\frac{\pi(r_1+r_3)}{R} \sqrt{\frac{r_1+r_3}{2g}}$
7. 如图所示, 作业中的起重机用均匀分布的四根钢绳将均匀的圆柱体材料吊在空中并使其保持静止, 圆柱体材料的质量为 m 、高度为 h 、密度为 ρ , 四根钢绳的长度均为 l , 重力加速度为 g , 则每根钢绳的拉力大小为 ()



- A. $\frac{mg}{4\sqrt{1-\frac{m}{\rho\pi hl}}}$ B. $\frac{mg}{4\sqrt{1-\frac{2m}{\rho\pi hl}}}$
 C. $\frac{mg}{4\sqrt{1-\frac{2m}{\rho\pi hl^2}}}$ D. $\frac{mg}{4\sqrt{1-\frac{m}{\rho\pi hl^2}}}$

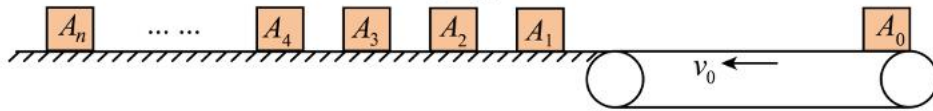
8. 如图甲, 关于 y 轴对称的两点分别固定两个点电荷 Q_1 和 Q_2 , $Q_1 = +2q$, $Q_2 = -q$, 且

Q_1 和 Q_2 之间的距离为 $2L$ 。两电荷沿 y 轴上的电场强度 E 的分布如图乙所示，位于 $\left(\frac{\sqrt{2}}{2}L, \frac{2\sqrt{3}kq}{9L^2}\right)$ 的 a 为最高点， b 点的坐标是 $\left(\sqrt{2}L, \frac{\sqrt{6}kq}{9L^2}\right)$ 。下列说法正确的是

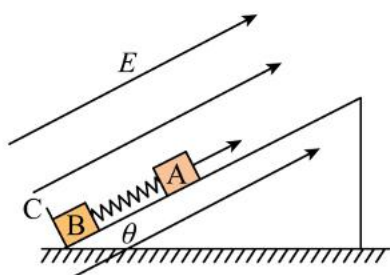


- A. $\varphi_a > \varphi_b$
- B. O 点的电场强度为零
- C. 电子从 O 到 b 点，电场力先做负功，再做正功
- D. 将 $+q$ 的粒子从 a 移动到 b ，电场力所做的功小于 $\frac{\sqrt{6}kq^2(2+\sqrt{2})}{36L}$

9. 如图，光滑水平地面上依次放置了 n 个相同滑块 A_1 、 A_2 、 A_3 、 A_4 、...、 A_n ，质量均为 $3m$ 。水平传送带与地面平滑连接，在电动机的作用下保持以 v_0 的速率逆时针转动。将一个质量为 m 的滑块 A_0 轻放在传送带右端，滑块在传送带的作用下向左运动，到达传送带左端时速度大小为 v_0 ，已知所有的碰撞都是一维弹性碰撞。下列说法正确的是（提示： $a+a^2+a^3+\dots+a^n = \frac{a(1-a^n)}{1-a}$ ，其中 $a \neq 1$ ）



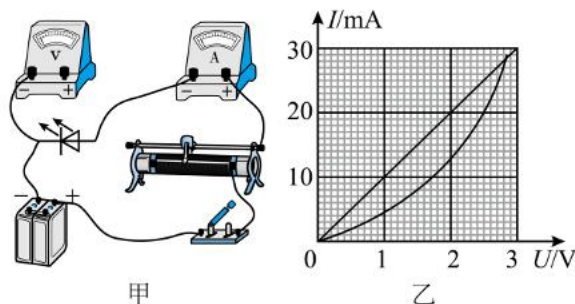
- A. 滑块 A_0 发生第一次碰撞后瞬间的速度大小为 $\frac{1}{2}v_0$
 - B. 滑块 A_{n-k} 最终速度大小为 $\frac{1}{2^k}v_0$
 - C. 滑块 A_0 最后一次离开传送带时的速度大小为 $\frac{1}{2^n}v_0$
 - D. 整个过程中电动机因滑块在传送带上滑动而额外做的功为 $\left(3 - \frac{1}{2^n}\right)mv_0^2$
10. 在倾角为 θ 的光滑固定绝缘斜面上有两个用绝缘轻弹簧连接的物块 A 和 B，它们的质量分别为 m 和 $2m$ ，弹簧的劲度系数为 k ，C 为一固定挡板，开始未加电场，系统处于静止状态，A 带正电，B 不带电，现加一沿斜面向上的匀强电场，物块 A 沿斜面向上运动，当 B 刚离开 C 时，A 的速度为 v ，之后两个物体运动中当 A 的加速度为 0 时，B 的加速度大小均为 a ，方向沿斜面向上，则下列说法正确的是



- A. 从加电场后到 B 刚离开 C 的过程中, 挡板 C 对物块 B 的冲量为 0
- B. 从加电场后到 B 刚离开 C 的过程中, A 发生的位移大小为 $\frac{3mg\sin\theta}{k}$
- C. 从加电场后到 B 刚离开 C 的过程中, 物块 A 的机械能和电势能之和先减小后增大
- D. B 刚离开 C 时, 电场力对 A 做功的瞬时功率为 $(3mg\sin\theta + 2ma)v$

二、非选择题: 本题共 5 小题, 共 54 分。

11. (6 分) 发光二极管具有耗能少、体积小、亮度高等优点, 现已逐步取代传统光源。某同学研究某发光二极管的伏安特性。经正确实验操作后, 绘制的 $U-I$ 图像如图乙所示, 下列为实验备选器材:



- A. 电压表 V_1 (量程 $0-3V$, 内阻约 $20k\Omega$)
- B. 电压表 V_2 (量程 $0-15V$, 内阻约 $100k\Omega$)
- C. 电流表 A_1 (量程 $0-50mA$, 内阻 $r_1 = 40\Omega$)
- D. 电流表 A_2 (量程 $0-6A$, 内阻 $r_2 = 2\Omega$)
- E. 滑动变阻器 R_1 ($0-10\Omega$, 额定电流 $2A$)
- F. 滑动变阻器 R_2 ($0-1000\Omega$, 额定电流 $0.1A$)
- G. 电源 E (电动势 $6V$, 内阻不计)
- H. 开关 S , 导线若干

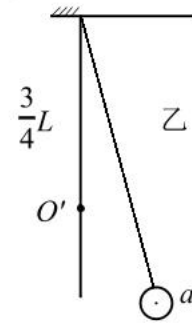
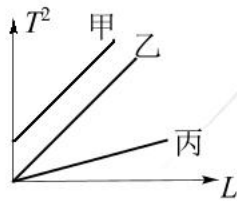
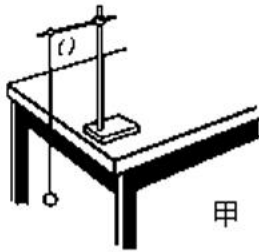
- (1) 实验时, 电压表应选用_____, 电流表选用_____, 滑动变阻器选用_____ (填选项字母);
- (2) 图甲为实验时的部分电路实物图, 请用连线代替导线将电路补全;
- (3) 现将该发光二极管与电动势为 $3V$ 、内阻不计的电池组以及一个阻值 $R = 100\Omega$ 的电阻串联, 使该发光二极管处于导通发光状态, 此时流过该二极管的电流大小为_____ mA

12. (9 分)

- (1) 用单摆测定重力加速度 g 的实验。如图, 甲、乙、丙分别是三位同学做出的单摆的周期平方与摆长的 T^2-L 图线。其中甲、乙图线平行, 乙、丙图线均过原点, 根据乙求出的 g 值接近当地重力加速度的值, 则下列分析正确的一项是_____。

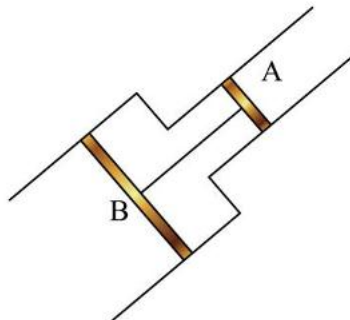
- A. 利用甲图线计算得到的 g 值大于利用乙图线求得的 g 值
 B. 甲图线不过原点的原因可能是误将悬点到摆球下端的距离记为摆长 L
 C. 丙图线的出现原因可能是：摆线上端未牢固地系于悬点，振动中出现了松动，使摆线长度增加了
 D. 丙图线的出现原因可能是：在单摆经过平衡位置时按下秒表记为“1”，若同方向经过平衡位置时记为“2”，在数到“50”时停止秒表，测出这段时间 t ，算出周期 $T = \frac{t}{50}$

(2) 小丁同学用单摆测定重力加速度的实验装置如图甲所示。实验中受桌子边沿的阻挡，单摆的振动可以抽象为乙图。长为 L 的细绳下方悬挂一小球 a ，绳的另一端固定在天花板上 O 点处，在 O 点正下方 $0.75L$ 的 O' 处有一固定细铁钉。将小球向右拉开，使细绳与竖直方向成一小角度（约为 2° ）后由静止释放，并从释放时开始计时。当小球 a 摆至最低位置时，细绳会受到铁钉的阻挡。则阻挡后的拐摆完成一次全振动的时间与原单摆周期的比为_____，阻挡一侧的振幅与未阻挡一侧的振幅的比为_____。



13. (9分)

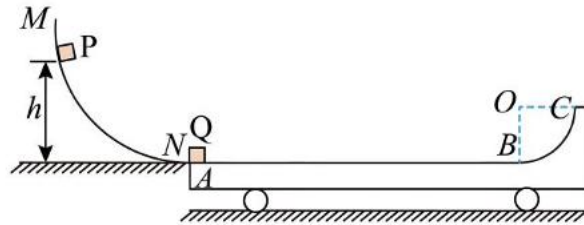
如图所示，与水平面成 30° 角倾斜放置、导热性能良好的汽缸由截面积不同的两圆筒连接而成。已知上圆筒长 20cm ，质量为 $m_1 = 2\text{kg}$ 、截面积 $S_1 = 10\text{cm}^2$ 的活塞 A 和质量为 $m_2 = 3\text{kg}$ 、截面积 $S_2 = 20\text{cm}^2$ 的活塞 B 间用 30cm 长的细轻杆连接，两活塞间封闭一定质量的理想气体，两活塞与筒内壁无摩擦且不漏气。初始时，两活塞到两汽缸连接处的距离均为 15cm ，环境温度为 $T = 300\text{K}$ 、大气压强 $p_0 = 1 \times 10^5 \text{Pa}$ ，重力加速度 g 取 10m/s^2 。求：



- (1) 开始时缸内封闭气体的压强；
 (2) 缓慢降低环境温度，使活塞 A 刚好要脱离小圆筒，则降低后的环境温度多大。（保留三位有效数字）

14. (12分)

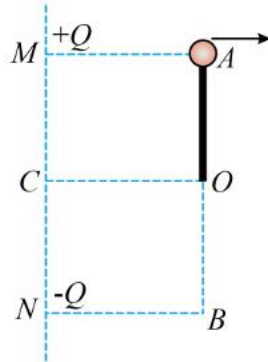
如图所示，一小车上表面由粗糙的水平部分 AB 和光滑的 $\frac{1}{4}$ 圆弧轨道 BC 组成，小车紧靠台阶静止在光滑水平地面上，且小车的左端与固定的光滑圆弧轨道 MN 末端等高，圆弧轨道 MN 末端水平。一质量 $m_1 = 0.5\text{kg}$ 的物块 P 从距圆弧轨道 MN 末端某高度由静止开始滑下，与静止在小车左端的质量 $m_2 = 1\text{kg}$ 的物块 Q 发生弹性碰撞，碰撞后物块 Q 的速度大小为 $v = 6\text{m/s}$ 。物块 Q 与水平轨道 AB 间的动摩擦因数 $\mu = 0.05$ ，圆弧 BC 的半径 $R = 0.99\text{m}$ ，小车的质量 $m_3 = 2\text{kg}$ ，物块 P 、 Q 均可视为质点，取重力加速度大小 $g = 10\text{m/s}^2$ 。



- (1) 求碰撞前物块 P 距离 MN 末端某高度 h ；
- (2) 若物块 Q 恰好能滑到小车右端的 C 点，求 AB 的长度 L ；
- (3) 在第二问 AB 的长度 L 的基础上，若物块 Q 与水平轨道 AB 间的动摩擦因数 $\mu = 0.15$ ，通过计算判断物块 Q 是否从小车上掉下。

15. (18分)

如图所示，等量异种点电荷分别固定在竖直线上的 M 、 N 两点处， $MN = 2L$ ， O 点位于 M 、 N 连线中点 C 的正右方且与 C 点间距离为 L ，质量为 m 、电荷量为 $+q$ ，可视为点电荷的小球固定在长度为 L 的绝缘轻质细杆的一端，细杆另一端可绕过 O 点且与 M 、 N 的连线所在平面垂直的水平轴无摩擦转动。现将球拉到 O 点正上方的 A 点，给球大小为 \sqrt{gL} 水平向右的初速度，小球经过最低点 B 时速度大小为 $3\sqrt{gL}$ ，取 O 点电势为零，不计小球所带电量对等量异种点电荷形成电场的影响，不计空气阻力，重力加速度为 g ，求：



- (1) 在等量异种点电荷形成的电场中， A 点的电势 φ_A 的大小？
- (2) 小球摆到 C 点时的速度大小？
- (3) 若小球经过 B 点时杆对球的作用力大小为 $\frac{(101+\sqrt{5})}{10}mg$ ，静电力常量为 k ，则点电荷的电荷量 Q 大小为多少？

辽宁省多校调研 2025 年高三 11 月份联合考试

物理

参考答案及解析

一、选择题：

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	C	D	B	A	D	B	D	AD	AC	BD

1. C

【详解】A. 太阳光谱是吸收光谱，A 错误；

B. 霓虹灯产生线状谱，而炽热铁水发射连续谱，B 错误；

C. 强白光通过钠蒸气时，钠原子吸收特定波长的光，形成吸收光谱，C 正确；

D. 光谱分析必须依赖线状谱或吸收光谱，连续光谱无法用于分析，D 错误。

故选 C。

2. D

【详解】A. 康普顿散射是弹性散射，该过程能量守恒，动量也守恒，故 A 错误；

B. 题意可知光子初动量 $p_0 = \frac{h}{\lambda_0}$ 、末动量 $p = \frac{h}{\lambda}$

由于 $\theta=90^\circ$ ，根据动量守恒的矢量关系可知散射后电子的动量为

$$p_{\text{电}} = \sqrt{p^2 + p_0^2} = \sqrt{\left(\frac{h}{\lambda_0}\right)^2 + \left(\frac{h}{\lambda}\right)^2}, \text{ 故 B 错误；}$$

C. 由于 $\theta=90^\circ$ ，光子波长改变量 $\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0 = \frac{h}{m_e c}$ ，故 C 错误；

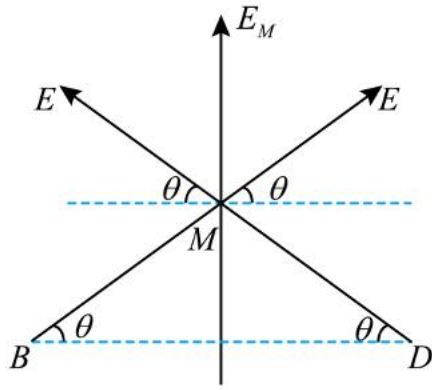
D. 由于 $\theta=90^\circ$ ，根据矢量运算法则，光子动量变化的大小为

$$\Delta p = \sqrt{p^2 + p_0^2} = \sqrt{\left(\frac{h}{\lambda_0}\right)^2 + \left(\frac{h}{\lambda}\right)^2}, \text{ 故 D 正确。}$$

故选 D。

3. B

【详解】A. 在 z 轴正半轴上取一点 M ，设 BM 与 BD 夹角为 θ ，两正点电荷 Q 单独在 M 点产生的电场强度为 E ，两正点电荷 Q 在 M 点产生的合电场强度为 E_M



得

$$E = k \frac{Q}{r^2} = \frac{4kQ \cos^2 \theta}{L^2}$$

$$E_M = 2E \sin \theta = \frac{8kQ \sin \theta \cos^2 \theta}{L^2}$$

由数学知识可得
当

$$\sin \theta = \frac{\sqrt{3}}{3} \quad E_M \text{ 有最大值, } AD \text{ 与 } BD \text{ 的夹角为 } 60^\circ$$

$$\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} > \frac{\sqrt{3}}{3}$$

从 O 点沿 z 轴到 A 点, 电场强度先增大后减小。A 错误;
B. 轨道上 C 点的电场强度大小

$$E_C = \sqrt{3}k \frac{Q}{L^2}$$

又

$$k \frac{Qq}{L^2} = \frac{\sqrt{3}}{3} mg$$

得

$$E_C = \frac{mg}{q}$$

B 正确;

C D. 小球刚到达 C 点时 (未脱离轨道) 由牛顿第二定律得

$$mg \sin 45^\circ - qE_C \cos 45^\circ = ma$$

又

$$E_C = \frac{mg}{q}$$

得

$$a = 0$$

C 错误; C 点速度最大, 小球不会在 A 、 C 两点之间做往复运动。D 错

误。

故选 B。

4. A

【详解】A. 设小球在最低点时的速度为 v_0 ，则当角度为 θ 时，由动能定理

$$-mgl(1-\cos\theta) = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$\text{绳子拉力满足 } F - mg\cos\theta = m\frac{v^2}{l}$$

$$\text{联立解得 } F = 3mg\cos\theta + \left(m\frac{v_0^2}{l} - 2mg\right)$$

$$\text{故图线斜率大小为 } \frac{5a-2a}{1} = 3mg$$

$$\text{截距 } 2a = m\frac{v_0^2}{l} - 2mg$$

$$\text{解得 } m = \frac{a}{g}, v_0 = 2\sqrt{gl}, \text{ 故 A 正确;}$$

$$\text{B. 与圆心等高处, 即 } \cos\theta=0 \text{ 时, 此时满足 } 2a = m\frac{v_1^2}{l}$$

$$\text{解得 } v_1 = \sqrt{2al}, \text{ 故 B 错误;}$$

$$\text{C. 小球运动到 } \theta=45^\circ \text{ 时, 由动能定理 } -mgl(1-\cos 45^\circ) = E_k - \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$\text{解得 } E_k = \frac{2+\sqrt{2}}{2}mgl, \text{ 故 C 错误;}$$

D. 小球在最低点时 $\theta=0$ ，小球对细线的拉力

$$F = 3mg\cos\theta + \left(m\frac{v_0^2}{l} - 2mg\right) = 5a$$

故 D 错误。

故选 A。

5. D

【详解】设 AB 与 OM 的夹角为 θ ，与 ON 的夹角为 α ，当 A 球在水平恒力

$$F = 2mg \text{ 的作用下向右移动 } L, \text{ 根据几何关系有 } \tan\theta = \frac{OB-L}{OA+L} = \frac{3}{4},$$

$$\tan\alpha = \frac{OA+L}{OB-L} = \frac{4}{3}$$

$$\text{解得 } \alpha = 53^\circ, \theta = 37^\circ$$

$$\text{水平面内只有外力 } F \text{ 做功, 对系统有 } FL = \frac{1}{2}mv_A^2 + \frac{1}{2} \times 2mv_B^2$$

$$\text{结合关联速度有 } v_B \cos 53^\circ = v_A \cos 37^\circ$$

解得 $v_A = 6\sqrt{\frac{gL}{41}}$

故选 D。

6. B

【详解】A. 根据开普勒第三定律有 $\frac{r_1^3}{T_1^2} = \frac{r_2^3}{T_2^2}$

可知载人飞船在圆轨道 I 上的运行一周的时间小于在椭圆轨道 II 上运行一周的时间，故 A 错误；

B. 由 $\frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$

得 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$

可知轨道 III 上的速度小于轨道 I 上的速度

又因载人飞船在圆轨道 I 上 A 点需加速才能变轨到椭圆轨道 II 上，所以载人飞船在椭圆轨道 II 上 A 点的速度大于其在轨道 III 上 B 点的速度，故 B 正确；

C. 由 $\frac{GMm}{r^2} = ma$

得 $a = \frac{GM}{r^2}$

可知载人飞船在圆轨道 I 上 A 点的加速度等于其在椭圆轨道 II 上 A 点的加速度，故 C 错误；

D. 飞船在圆轨道 III 上做匀速圆周运动，可得 $\frac{GMm}{r_3^2} = mr_3 \cdot \frac{4\pi^2}{T_3^2}$

黄金代换式 $\frac{GMm}{R^2} = mg$

飞船从 A 点沿椭圆轨道 II 运动，其轨道半长轴为 $a = \frac{r_1 + r_3}{2}$

根据开普勒第三定律有 $\frac{a^3}{T_2^2} = \frac{r_3^3}{T_3^2}$

联立以上各式得载人飞船在椭圆轨道 II 上由 A 点直接运动至 B 点所需的时间为 $t = \frac{1}{2}T_2 = \frac{\pi(r_1 + r_3)}{2R} \sqrt{\frac{r_1 + r_3}{2g}}$ ，故 D 错误。

时间为 $t = \frac{1}{2}T_2 = \frac{\pi(r_1 + r_3)}{2R} \sqrt{\frac{r_1 + r_3}{2g}}$ ，故 D 错误。

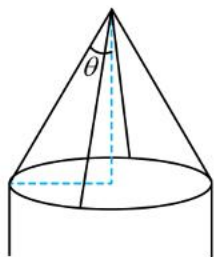
故选 B。

7. D

【详解】设每根钢绳的拉力大小为 T ，与竖直方向的夹角为 θ ，由于圆柱体材料在空中保持静止，则圆柱体材料在竖直方向受力平衡，由平衡条件

得 $4T\cos\theta = mg$

将钢绳结点向圆柱体材料上底面投影，如图所示



设上、下底面圆的半径为 r ，由几何关系可得 $\cos\theta = \frac{\sqrt{l^2 - r^2}}{l}$

根据密度公式有 $m = \rho\pi r^2 h$

联立解得 $\cos\theta = \sqrt{1 - \frac{m}{\rho\pi hl^2}}$

则 $T = \frac{mg}{4\cos\theta} = \frac{mg}{4\sqrt{1 - \frac{m}{\rho\pi hl^2}}}$

故选 D。

8. AD

【详解】A. 可以将两个电荷看成是一对等量异种电荷和一个正电荷， y 轴为等量异种电荷中的等势线， a 和 b 两点电势相等， a 比 b 更靠近正电荷，故 $\varphi_a > \varphi_b$ ，A 选项正确；

B. 根据点电荷公式， Q_1 在 O 点产生的电场强度为 $E_1 = k\frac{2q}{L^2}$ （方向沿 x 轴的正方向）

Q_2 在 O 点产生的电场强度为 $E_2 = k\frac{q}{L^2}$ （方向沿 x 轴的正方向）

故 O 点的电场强度为 $E = E_1 + E_2 = k\frac{2q}{L^2} + k\frac{q}{L^2} = k\frac{3q}{L^2}$ ，B 选项错误；

C. 由图乙可知，图像与坐标轴所围的面积表示电势差大小，则 Ob 之间电势差 $U_{Ob} > 0$

则电场力一直做负功，C 选项错误；

D. a 点电场强度 $E_a = \frac{2\sqrt{3}kq}{9L^2}$

b 两点电场强度 $E_b = \frac{\sqrt{6}kq}{9L^2}$

a 和 b 两点的距离 $d = \sqrt{2}L - \frac{\sqrt{2}}{2}L = \frac{\sqrt{2}}{2}L$

则 ab 之间电势差

$$U_{ab} < \frac{1}{2} \times (E_a + E_b) \times d = \frac{1}{2} \times \left(\frac{2\sqrt{3}kq}{9L^2} + \frac{\sqrt{6}kq}{9L^2} \right) \times \frac{\sqrt{2}}{2} L = \frac{\sqrt{6}(2+\sqrt{2})kq}{36L}$$

则 ab 之间电场力所做功 $W_{ab} = qU_{ab} < \frac{\sqrt{6}kq^2(2+\sqrt{2})}{36L}$ ，D 选项正确。

故选 AD。

9. AC

【详解】A. A_0 与 A_1 弹性碰撞，有 $mv_0 = mv_1 + 3m \cdot v_2$ ，

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2} \times 3mv_2^2$$

解得 $v_1 = -\frac{1}{2}v_0$ ， $v_2 = \frac{1}{2}v_0$ ，A 正确；

B. A_1 撞 A_2 速度交换， A_2 撞 A_3 速度交换……，最终 A_n 以 $v_n = \frac{1}{2}v_0$ 的速度

离开， A_0 在传送带摩擦力的作用下以 $\frac{1}{2}v_0$ 与 A_1 发生第二次碰撞，每次碰后

的速度大小都是原来的 $\frac{3m-m}{3m+m} = \frac{1}{2}$ 倍， A_{n-k} 最终速度为 $\frac{1}{2^{k+1}}v_0$ ，B 错误；

C. A_0 与 A_1 发生第 n 次碰撞后， A_0 最后一次离开传送带时的速度大小

$v'_n = \frac{1}{2^n}v_0$ ，C 正确；

D. 电动机做的功

$$W_{\text{额}} = \mu mgv_0(t_0 + 2t_1 + 2t_2 + \dots + 2t_n) = \mu mgv_0 \left(\frac{v_0}{\mu g} + \frac{2 \times \frac{v_0}{2}}{\mu g} + \frac{2 \times \frac{v_0}{4}}{\mu g} + \dots + \frac{2 \times \frac{v_0}{2^n}}{\mu g} \right)$$

解得 $W_{\text{额}} = \left(3 - \frac{1}{2^{n-1}} \right) mv_0^2$ ，D 错误。

故选 AC。

10. BD

【详解】A. 从加电场后到 B 刚离开 C 的过程中，挡板 C 对物块 B 的作用力不为零，故冲量不为 0，故 A 错误；

B. 开始未加电场时，弹簧处于压缩状态，对 A，由平衡条件可得

$$mg \sin \theta = kx_1$$

解得 $x_1 = \frac{mg \sin \theta}{k}$

物块 B 刚离开 C 时，弹簧处于拉伸状态，对 B，由平衡条件可得

$$2mg \sin \theta = kx_2$$

解得 $x_2 = \frac{2mg \sin \theta}{k}$

故从加电场后到 B 刚离开 C 的过程中，A 发生的位移大小为

$x = x_1 + x_2 = \frac{3mg \sin \theta}{k}$ ，故 B 正确；

C. 对 A、B 和弹簧组成的系统，从加电场后到 B 刚离开 C 的过程中，物块 A 的机械能、电势能与弹簧的弹性势能之和保持不变，弹簧的弹性势能先减小后增大，故物块 A 的机械能和电势能之和先增大后减小，故 C 错误；

D. 设 A 所受电场力大小为 F ，当 A 的加速度为零时，B 的加速度大小为 a ，方向沿斜面上，根据牛顿第二定律对 A、B 分别有

$$F - mg \sin \theta - F_{\text{弹}} = 0$$

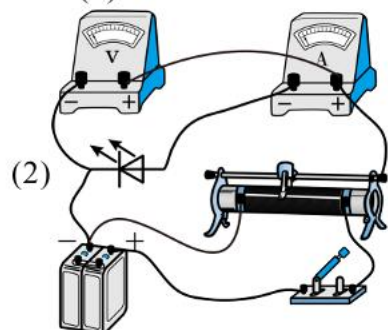
联立解得 $F = 3mg \sin \theta + 2ma$

故 B 刚离开 C 时，电场力对 A 做功的瞬时功率为

$$P = Fv = (3mg \sin \theta + 2ma)v$$
，故 D 正确。

故选 BD。

11. (1) A C E



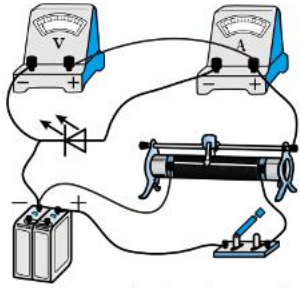
(3) 11.0/11.1/11.2/11.3/11.4/11.5/11.6/11.7/11.8/11.9/12.0

【详解】(1) [1]发光二极管的工作电压一般不大，从伏安特性曲线来看，电压在 3V 以内即可，所以电压表选 A。

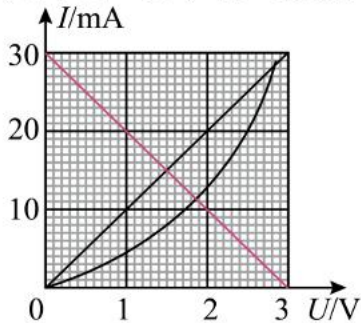
[2]制出发光二极管的 $I-U$ 图其电流在 0-30mA 的范围，所以电流表选 C。

[3]绘制出发光二极管的 $I-U$ 图其电流在 0-30mA 的范围，则电流从零开始变化，则滑动变阻器应采用分压式接法，为方便调节，滑动变阻器应选阻值较小的 R_1 ，即选 E。

(2) 以上分析可知滑动变阻器采用分压式接法，由于发光二极管的电阻一般较小，电流表采用外接法，故实物连接如下



(3) 根据闭合电路欧姆定律, 可知二极管两端电压 $U = E - IR$ 其中 $E = 3\text{V}$, $R = 100\Omega$, 在图乙中作出该 $I-U$ 图像如下



图像可知此时流过该二极管的电流大小为 11.5mA 。

12. (1) $7.5 \times 10^4 \text{Pa}$

(2) 267K

【详解】(1) 设开始时缸内气体的压强为 p_1 , 根据平衡条件

$$p_0 S_1 + p_1 S_2 + m_1 g \sin 30^\circ + m_2 g \sin 30^\circ = p_0 S_2 + p_1 S_1$$

解得 $p_1 = 7.5 \times 10^4 \text{Pa}$

(2) 由于活塞缓慢移动, 根据平衡条件可知, 缸内封闭气体压强不变

设杆长为 L , 则由盖-吕萨克定律有
$$\frac{\frac{1}{2}L(S_1 + S_2)}{T} = \frac{\frac{2}{3}LS_1 + \frac{1}{3}LS_2}{T_2}$$

解得 $T_2 = 267\text{K}$

13. (1) 4.05m

(2) 4.2m

(3) 物块 Q 未从小车上掉下

【详解】(1) 设物块 P 滑到 N 点时的速度大小为 v_1 , 由机械能守恒定律有

$$m_1 gh = \frac{1}{2} m_1 v_1^2$$

取向右为正方向, 设碰撞后物块 P 的速度为 v_2 , 物块 P 和物块 Q 碰撞过程

满足动量守恒和机械能守恒 $m_1 v_1 = m_1 v_2 + m_2 v$

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{1}{2} m_1 v_2^2 + \frac{1}{2} m_2 v^2$$

解得 $v_1 = 9\text{m/s}$, $v_2 = -3\text{m/s}$, $h = 4.05\text{m}$

(2) 物块 Q 运动至 C 点时水平速度与小车的速度相等, 竖直速度为零,

设共同速度为 $v_{\text{共}}$ ，有 $m_2v = (m_2 + m_3)v_{\text{共}}$

解得 $v_{\text{共}} = 2\text{m/s}$

又由能量关系有 $\frac{1}{2}m_2v^2 - \frac{1}{2}(m_2 + m_3)v_{\text{共}}^2 = \mu m_2gL + m_2gR$

解得 $L = 4.2\text{m}$

(3) 假设物块 Q 没有掉下，即物块 Q 最终与小车共速，由动量守恒定律有 $m_2v = (m_2 + m_3)v_{\text{共}}$

由能量关系有 $Q = \frac{1}{2}m_2v^2 - \frac{1}{2}(m_2 + m_3)v_{\text{共}}^2$

设物块 Q 在水平轨道 AB 上相对滑动的距离为 x' ，有 $Q = \mu'm_2gx'$

解得 $x' = 8\text{m}$

因为 $x' < 2L$

所以假设成立，物块 Q 未从小车上掉下。

14. (1) $\frac{mgL}{q}$

(2) $\sqrt{5gL}$

(3) $\frac{(5 + \sqrt{5})mgL^2}{4kq}$

【详解】(1) 设 A 点的电势为 φ_A ，根据对称性可知，B 点的电势为 $\varphi_B = -\varphi_A$ ，小球从 A 到 B 的过程中，由动能定理可得

$$mg \cdot 2L + q(\varphi_A - \varphi_B) = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2$$

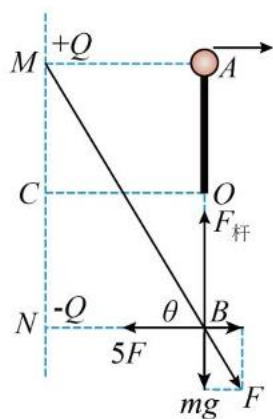
代入数据解得 $\varphi_A = \frac{mgL}{q}$

(2) 由题可知，C 点的电势 $\varphi_C = 0$ ，小球从 B 到 C 的过程中，根据动能定理可得 $-mgL + q(\varphi_B - \varphi_C) = \frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}mv_B^2$

结合上述分析可知 $\varphi_B = -\frac{mgL}{q}$

联立解得 $v_C = \sqrt{5gL}$

(3) 设 M 点的点电荷对小球的静电力大小为 F ，则 N 点的点电荷对小球的静电力的大小为 $5F$ ，对小球受力分析如图所示



由几何知识可得 $\sin \theta = \frac{2L}{\sqrt{L^2 + (2L)^2}} = \frac{2}{\sqrt{5}}$, $\cos \theta = \frac{L}{\sqrt{5}L} = \frac{1}{\sqrt{5}}$

在竖直方向有 $F_{\text{杆}} - (mg + F \sin \theta) = \frac{mv_B^2}{L}$

根据题意 $F_{\text{杆}} = \left(\frac{101 + \sqrt{5}}{10} \right) mg$, $F = \frac{kQq}{5L^2}$

解得 $Q = \frac{(5 + \sqrt{5})mgL^2}{4kq}$