

中华中学 2026 届高三 10 月学情调研考试

高三物理

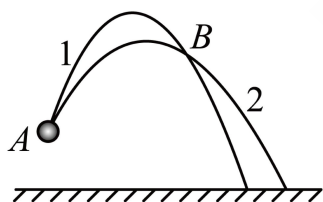
本卷考试时间：75 分钟 总分：100 分

一、单项选择题（本题共 11 小题，每小题 4 分，共 44 分。每小题只有一个选项最符合题意。）

1. 2024 年 2 月 26 日，《科学通报》上发表了重大研究成果：高海拔宇宙线观测站“拉索”在天鹅座恒星形成区发现了一个巨型超高能 γ 射线泡状结构，历史上首次找到能量高于 1 万亿电子伏的宇宙线的起源天体。关于 γ 射线，下列说法正确的是（ ）

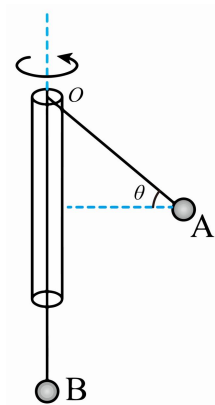
- A. 它是电子发生轨道跃迁时产生的
- B. 它可以用于 CT 机诊断病情
- C. 它在真空中的传播速度约为光速的 0.1 倍
- D. 它在星系间传播时，不受星系磁场的影响

2. 2024 年 8 月 10 日，中国运动员宋佳媛荣获巴黎奥运会田径女子铅球决赛铜牌，若她将同一铅球（可看作质点）从空中同一位置 A 点先后两次抛出，第一次抛出时铅球在空中运动的轨迹如图中 1 所示，第二次抛出时铅球在空中运动的轨迹如图中 2 所示，两轨迹的交点为 B ，不计空气阻力。关于两次抛出，下列说法正确的是（ ）



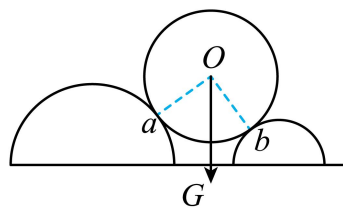
- A. 铅球第一次被抛出时在空中运动的时间较短
- B. 铅球第一次被抛出时在 A 点重力的瞬时功率较小
- C. 铅球第二次被抛出时在最高点的动量较大
- D. 铅球第二次被抛出时重力的冲量较大

3. 如图所示，小明用不可伸长的轻绳穿过一段亚克力管制作了一款玩具，绳两端系小球 A 、 B ，两球质量关系为 $m_B = 2m_A$ ， O 为管的上端，小明握住亚克力管，使球 A 绕管中心轴在水平面内匀速转动，不计空气和摩擦阻力。下列说法正确的是（ ）



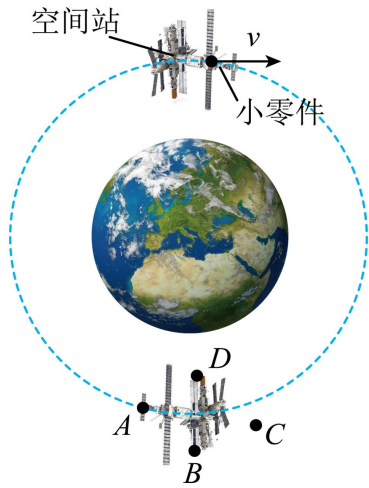
- A. 与球 A 相连的绳与水平方向夹角 $\theta = 60^\circ$
- B. 与球 A 相连的绳与水平方向夹角 $\theta = 30^\circ$
- C. OA 间绳长越大，球 A 的角速度越大
- D. OA 间绳长越大，球 A 的加速度越小

4. 如图所示，水平面上固定两排平行的半圆柱体，重为 G 的光滑圆柱体静置其上， a 、 b 为相切点， $\angle aOb = 90^\circ$ ，半径 Ob 与重力的夹角为 37° 。已知 $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ ，则圆柱体受到的支持力 F_a 、 F_b 大小为 ()



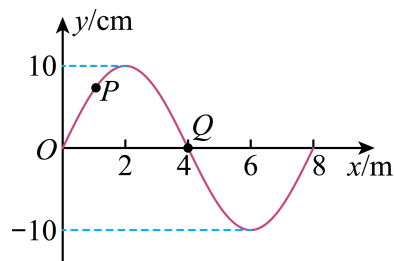
- A. $F_a = 0.6G$, $F_b = 0.4G$
- B. $F_a = 0.4G$, $F_b = 0.6G$
- C. $F_a = 0.8G$, $F_b = 0.4G$
- D. $F_a = 0.6G$, $F_b = 0.8G$

5. 如图，空间站绕地球做顺时针方向匀速圆周运动，在某处，空间站上一小零件相对空间站以一定的速率 v 沿轨道切线方向被射出，此后当空间站运行半个圆周时，零件相对空间站的位置可能是 ()



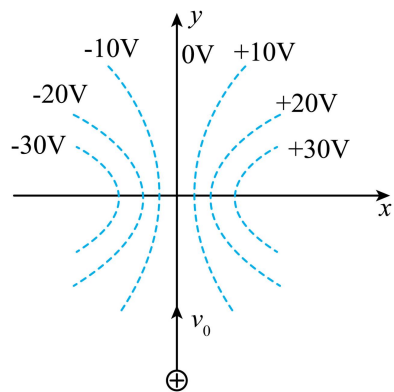
- A. A处 B. B处 C. C处 D. D处

6. 如图所示为一列沿 x 轴正向传播的简谐横波在 $t=0$ 时的波形图， P 、 Q 分别是平衡位置为 $x=1\text{m}$ 、 $x=4\text{m}$ 处的质点，已知波速为 2m/s ，此时 $x=8\text{m}$ 处的质点刚开始运动，则（ ）



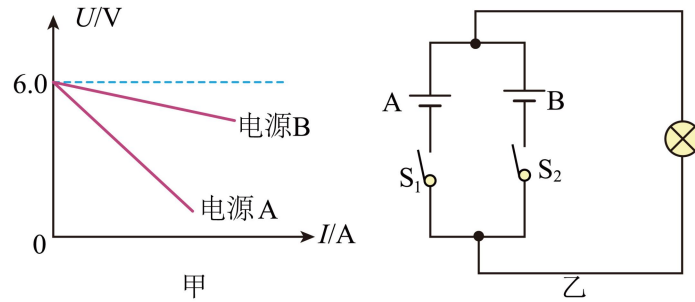
- A. 这列波的起振方向沿 y 轴正方向向上
 B. $t=3\text{s}$ 时 $x=10\text{m}$ 处的质点第一次到达波峰
 C. $t=3\text{s}$ 时 Q 质点的加速度方向沿 y 轴正方向向上
 D. $t=1\text{s}$ 时 P 质点的速度方向沿 y 轴正方向向上

7. 在 x 轴上固定有两个点电荷，所形成的电场的等势面如图所示，其中等势线关于 y 轴对称，已知 y 轴所在直线的电势为 0，一个重力不计的正检验电荷从 y 轴负半轴某处沿着 y 轴正方向以足够大的初速度 v_0 射入电场中。下列说法正确的是（ ）



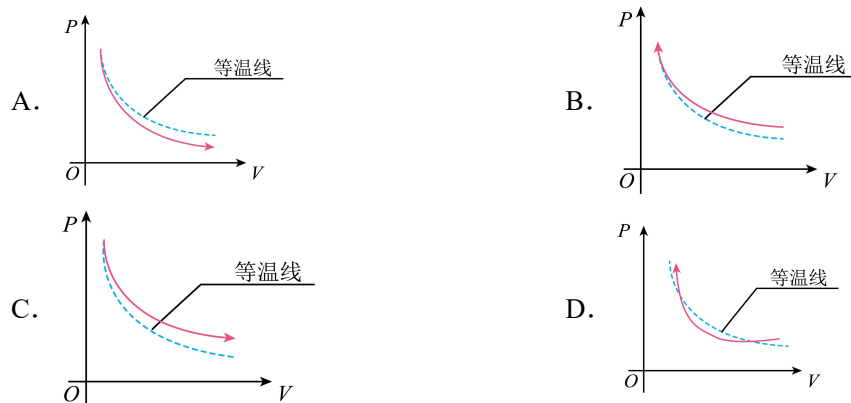
- A. 检验电荷将沿 y 轴做匀速运动，电势能保持不变
- B. 检验电荷将做匀变速曲线运动，电势能越来越大
- C. 检验电荷将做变速曲线运动，电势能先减小后增大
- D. 检验电荷将做变速曲线运动，电势能越来越小

8. 电源 AB 的路端电压 U 与干路电流 I 的关系如图甲所示。现将一只标识为“6 V，6 W”的小灯泡与电源 AB 组成如图乙所示的电路，下列说法正确的是 ()

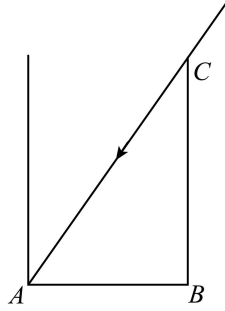


- A. 只闭合 S_1 ，小灯泡的功率为 6W
- B. 只闭合 S_2 ，小灯泡两端的电压小于 6V
- C. S_1 、 S_2 均断开时，电源 A 的路端电压为零
- D. 每通过相同的电荷量，电源 B 中非静电力的功比电源 A 中的多

9. 热学系统与外界没有热量交换情况下所进行的状态变化过程叫做绝热过程。理想气体的等温过程在 $p-V$ 图中是一条双曲线。若下列 $p-V$ 图中虚线为等温线，那么实线描绘绝热膨胀过程的是 (箭头表示过程进行方向) ()

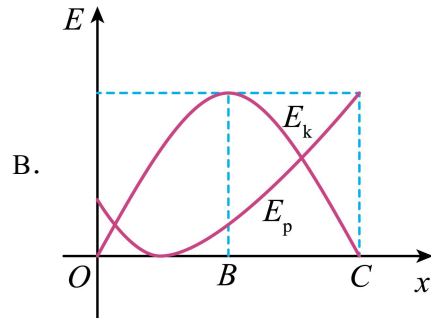
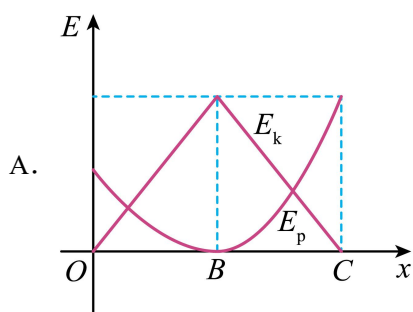
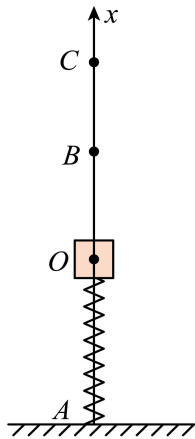


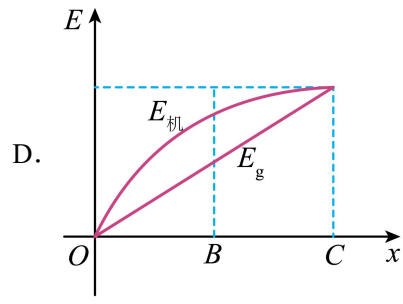
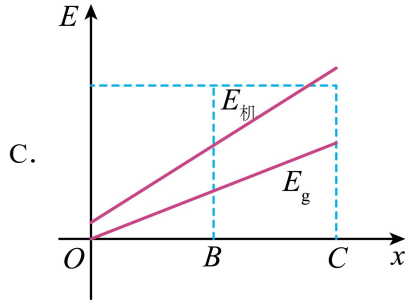
10. 如图所示，某同学用激光笔斜向下掠过 C 点发射一束黄色细激光，光斑正好打在圆柱形水杯的底部 A 点。现往水杯内缓慢加水，光斑随之向 B 端移动，已知水的折射率为 $\frac{4}{3}$ ，水杯的底面直径 $AB=9\text{cm}$ ，水杯高 $BC=12\text{cm}$ 。则 ()



- A. 激光光斑的位置最终可以到达水杯底部中心处
- B. 激光在水中的频率比在空气中的频率大
- C. 缓慢加水过程中，某一时刻增大入射角，有可能发生全反射
- D. 缓慢加水过程中，某一时刻若将黄色激光换成蓝色激光，则杯底处光斑向右侧移动

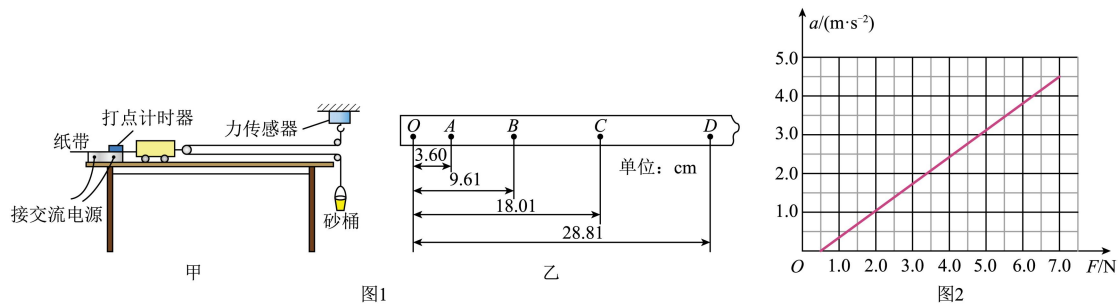
11. 如图所示，弹簧下端固定在水平面 A 点，弹簧上端固连有一质量为 m 的小物块，物块静止在 O 点，对物块施加一个竖直向上大小为 $2mg$ 的恒力，小物块开始向上运动，运动到 B 点速度最大，到达 C 点时速度为零；取 O 点为零重力势能面，小物块的动能为 E_k ，重力势能为 E_g ，系统的机械能为 $E_{机}$ ，弹簧的弹性势能为 E_p ，以 O 点为坐标原点，竖直向上为正方向，以下各能量关于小物块位移变化的图像正确的是（ ）





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，小明同学做了如图甲所示的实验改进，在调节桌面水平后，添加了用力传感器来测细线中的拉力。



(1)关于该实验的操作，下列说法正确的是_____。

- A. 必须用天平测出砂和砂桶的质量
- B. 一定要保证砂和砂桶的总质量远小于小车的质量
- C. 应当先释放小车，再接通电源
- D. 需要改变砂和砂桶的总质量，打出多条纸带

(2)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，由图中的数据可知，小车运动的加速度大小是_____m/s²。

(计算结果保留三位有效数字)

(3)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。则小车的质量 m = _____ kg，小车与轨道的滑动摩擦力 F_f = _____ N。（计算结果均保留两位有效数字）

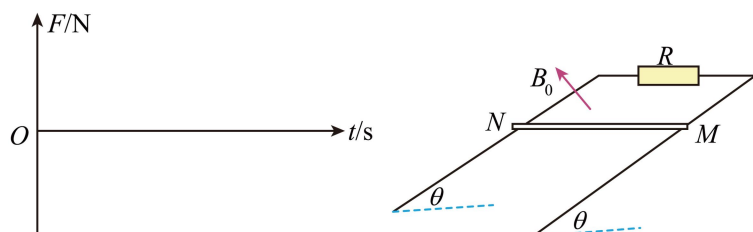
(4)小明同学不断增加砂子质量重复实验，发现小车的加速度最后会趋近于某一数值，从理论上分析可知，该数值应为_____m/s²。

13. 我国科学家在兰州重离子加速器上开展的实验中发现，静止的镁核 ($^{22}_{12}\text{Mg}$) 放出两个

质子后变成氦核 (Ne)，并放出 γ 射线，核反应方程为 ${}_{12}^{22}\text{Mg} \rightarrow {}_2^4\text{Ne} + 2{}_1^1\text{H} + \gamma$ ，氦核的速度大小为 v_1 ，质子的速度大小为 v_2 ，设质子和 γ 光子的运动方向相同。已知氦核、质子的质量分别为 m_1 、 m_2 ，普朗克常量为 h ，不考虑相对论效应，求：

- (1) 氦核的质量数 A 、电荷数 Z 和物质波波长 λ ；
- (2) γ 光子的动量大小 p 。

14. 相距为 L 的光滑平行导轨与水平面成 θ 角放置，上端连电阻 R ，处在与所在平面垂直的匀强磁场中，磁感应强度大小为 B_0 ，电阻为 r 的导体 MN （质量 m ）垂直导轨并在两导轨上，导体 MN 距离上端电阻 R 的距离也为 L 。（设 $B_0=1\text{T}$ ， $L=1\text{m}$ ， $\theta=30^\circ$ ， $m=0.1\text{kg}$ ， $R=0.8\Omega$ ， $r=0.2\Omega$ ， $g=10\text{m/s}^2$ 。）

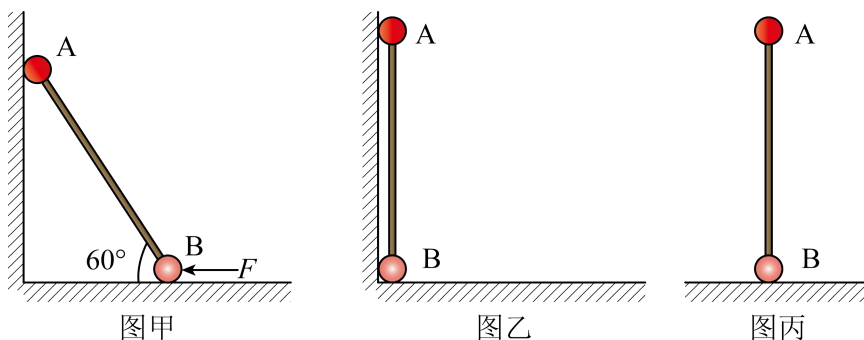


(1) 静止释放导体 MN ，求：

- ① MN 获得的最大速度 v_m 。
- ② 若 MN 沿斜面下滑 0.2m 时恰好获得最大速度，求在此过程中回路一共生热多少焦？

(2) 设单位时间内磁感应强度增加量为 k ，磁感应强度初始值为 B_0 。现给一个平行斜面且垂直 MN 的外力（设沿斜面向上为外力的正方向），使导体 MN 始终静止在轨道上。写出外力 F 随时间 t 的变化关系式并画出 F （沿斜面向上为正）随时间 t 的函数图像（ $k=1\text{T/s}$ ）。

15. 如图甲所示，两质量均为 m 的光滑小球 A 、 B （可视为质点），用长为 L 的轻杆连接。在水平向左的外力 F 的作用下保持静止，此时杆与水平方向的夹角为 60° 。已知重力加速度大小为 g 。



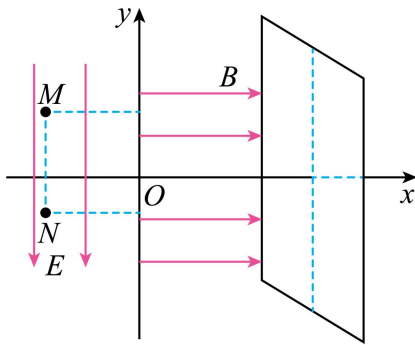
(1) 求外力 F 的大小；

(2) 现将小球 B 推至墙角处后紧靠墙壁竖直立于水平面上（如图乙所示）。当 A 受到轻微扰动

后由静止开始向右倾倒，两球始终在同一竖直平面内运动，求小球 B 即将离开墙壁时 A 距离地面的高度；

(3) 在第 (2) 问中若去除侧面墙壁 (如图丙所示)，小球 A 受到轻微扰动后，仍让其由图示初始位置由静止开始向右倾倒， B 始终没有脱离地面。求球 A 接近地面时，杆对球 A 的作用力大小。

16. 如图所示，在 xOy 平面内存在匀强电场和匀强磁场，匀强电场存在于 y 轴的左侧区域，沿 y 轴的负方向。磁场存在于 y 轴的右侧区域，磁场的磁感应强度为 $B = \frac{mv_0}{qL}$ ，沿 x 轴的正方向。在垂直 xOy 平面上竖立一足够大的荧光屏，荧光屏可以沿 x 轴左右移动。两个带电粒子 a 、 b 分别从 $M(-L, \frac{\sqrt{3}}{2}L)$ 、 $N(-L, -\frac{\sqrt{3}}{6}L)$ 点以相同的初速度 v_0 水平向右同时出发，经过电场后恰好都经过 O 点射入磁场，后打在荧光屏上。已知两带电粒子质量均为 m ，粒子 a 的电荷量为 q ($q > 0$)，忽略粒子重力及粒子间的相互作用。求：



(1) 粒子 b 的电荷量大小及匀强电场的场强大小 E ；

(2) 粒子 a 经过 O 点时的速度大小；

(3) 要想在荧光屏上获得聚焦最亮点，则荧光屏距离 y 轴的最短距离 (不包含荧光屏与 y 轴重合的情况)。

1. D

【详解】A. γ 射线是原子核衰变或核反应时释放的高能光子，而电子轨道跃迁产生的是可见光或 X 射线，故 A 错误；

B. CT 机使用 X 射线成像， γ 射线主要用于放疗等，故 B 错误；

C. 所有电磁波在真空中的传播速度均为光速（约 $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ ），故 C 错误；

D. γ 射线是光子，不带电，磁场仅对带电粒子有作用，故传播时不受星系磁场影响，故 D 正确。

故选 D。

2. C

【详解】A. 铅球被抛出后做斜抛运动，由斜抛运动规律，知铅球在空中运动的时间

$$t = \sqrt{\frac{2h_{\text{上}}}{g}} + \sqrt{\frac{2h_{\text{下}}}{g}}$$

，由题图可知铅球第一次被抛出时运动的高度更高，故铅球第一次被抛出

时在空中运动的时间较长，A 错误；

B. 重力功率 $P_C = mgv_y$

由 $v_y = gt$ 知，铅球在 A 点时 $v_{y1} > v_{y2}$

故铅球第一次被抛出时在 A 点重力的瞬时功率较大，B 错误；

C. 铅球在最高点时，动量 $p = mv_x$

铅球在水平方向做匀速直线运动，则 $v_x = \frac{x}{t}$ ，由题图可知 $x_1 < x_2$ ，则 $v_{x1} < v_{x2}$

故铅球第二次被抛出时在最高点的动量较大，C 正确；

D. 重力冲量 $I_c = mgt$ ，结合 A 选项分析可知铅球第二次被抛出时重力的冲量较小，D 错误。

故选 C。

3. B

【详解】AB. 对 A 球分析可知 $T \sin \theta = m_A g$ ， $T = m_B g$

解得 $\theta = 30^\circ$ ，A 错误，B 正确；

C. 根据 $T \cos \theta = m_A \omega^2 L \cos \theta$

可得 $\omega = \sqrt{\frac{m_B g}{m_A L}}$ 可知，OA 间绳长越大，球 A 的角速度越小，C 错误；

D. 根据 $T \cos \theta = m_A a$

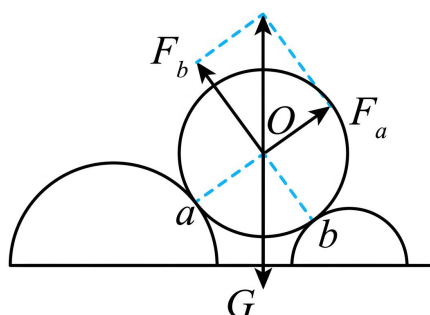
$$\text{可得 } a = \frac{m_B g \cos \theta}{m_A}$$

可知球 A 的加速度与 OA 间绳长无关，D 错误。

故选 B。

4. D

【详解】对光滑圆柱体受力分析如图所示



两半圆柱体对光滑圆柱体的支持力 F_a 、 F_b 垂直，且两力的合力大小等于光滑圆柱体的重力大小，由平衡条件得 $F_a = G \sin 37^\circ = 0.6G$ ， $F_b = G \cos 37^\circ = 0.8G$

小，由平衡条件得 $F_a = G \sin 37^\circ = 0.6G$ ， $F_b = G \cos 37^\circ = 0.8G$

故选 D。

5. C

【详解】空间站绕地球做匀速圆周运动，在 P 点处空间站上的一小零件相对空间站以一定的速率沿圆轨道切线方向被抛出，根据动量守恒定律可知，零件的速度大于空间站的速度，零件做离心运动，零件的轨道半径大于空间站的轨道半径，根据开普勒第三定律可知，空间站运动周期小于零件的运动周期，故当空间站运行时间为周期的一半时，零件运动周期还未达到半个周期，即零件转过的圆心角小于空间站转过的圆心角，所以零件可能的位置是 C 处。

故选 C。

6. C

【详解】A 由图可知，波长 $\lambda = 8\text{m}$ ；所以周期 $T = \frac{\lambda}{v} = 4\text{s}$

8m 处质点刚开始运动，由“同侧法”可知，该质点起振方向向下，所以波源起振方向向下，故 A 错误；

B. 2m 处的波峰是距 10m 处最近的波峰，传到 10m 处所需时间 $t = \frac{x}{v} = \frac{10-2}{2}\text{s} = 4\text{s}$ ，故 B 错

误；

C. $0 \sim 3s$ 经历了 $\frac{3}{4}$ 个周期， Q 在波谷，此时 Q 点的加速度向上，故 C 正确；

D. $0 \sim 1s$ 经历了 $\frac{1}{4}$ 个周期， P 质点在 x 轴下方，且向下运动，故 D 错误。

故选 C。

7. D

【详解】由图可知等势线关于 y 轴对称，则两个点电荷为等量异种电荷； y 轴为等势线，右侧为正电荷，左侧为负电荷，一个重力不计的正检验电荷从 y 轴负半轴某处沿着 y 轴正方向以足够大的初速度 v_0 射入电场中，电场线方向时刻发生变化，且电场线密集程度不同，则加速度大小与方向时刻发生变化，故检验电荷将做变速曲线运动，且电场力做正功，电势能减小。

故选 D。

8. B

【详解】A. 由图可知，两电源电动势均为 $6V$ ，只闭合 S_1 ，A 与灯泡接通，则小灯泡两端电压小于 $6V$ ，则灯泡的功率为小于 $6W$ ，选项 A 错误；

B. 只闭合 S_2 ，B 与灯泡接通，则小灯泡两端电压小于 $6V$ ，选项 B 正确；

C. S_1 、 S_2 均断开时，电源 A 的路端电压等于电源电动势，为 $6V$ ，选项 C 错误；

D. 两电源电动势均相同，可知每通过相同的电荷量，电源 B 中非静电力的功等于电源 A 中的非静电力的功相等，选项 D 错误。

故选 B。

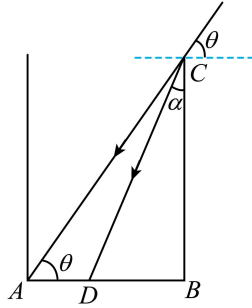
9. A

【详解】气体绝热膨胀，气体体积增大，对外做功，根据热力学第一定律可知，气体内能减小，温度降低，因此乘积减小，故等温线靠近坐标轴，可知 A 选项符合题意。

故选 A。

10. D

【详解】A. 如图所示



由几何关系可知 $\tan \theta = \frac{BC}{AB} = \frac{4}{3}$

可得黄色激光的入射角 $i = 90^\circ - \theta = 37^\circ$

由折射定律 $n = \frac{\sin i}{\sin \alpha}$ 可得 $\sin \alpha = \frac{9}{20}$

水满的时候光斑位置在距 B 点左侧 D 处，则当水深为 12cm 时光斑的位置可得

$BD = BC \tan \alpha \approx 6\text{cm} > \frac{AB}{2} = 4.5\text{cm}$ 。故 A 错误；

B. 折射不改变光的频率，激光在水中的频率和在空气中的频率相同，故 B 错误；

C. 发生全反射有两个条件，一是从光密介质射向光疏介质，二是入射角大于临界角，而题中光线是从光疏介质射向光密介质，所以不会发生全反射，故 C 错误；

D. 当换成蓝色激光时，水对蓝色激光的折射率大于水对黄色激光的折射率，其他条件不变，则蓝色激光在水中的折射角小一些，可知杯底处光斑向右侧移动，故 D 正确。

故选 D。

11. C

【详解】A. 由动能定理： $\Delta E_k = F_{\text{合}} \Delta x$ 得 E_k 与位移的图像其斜率为合外力，由题可知，小物块所受的合外力先减小后增大，A 错误；

B. 物块到达 B 处，合力为零，弹簧弹力向下等于 mg ，此时势能不为零，物块动能最大，物块由 B 点到达 C 点，动能减小，外力 F 继续做正功，小物块的动能和外力 F 做的功全部转化为弹性势能和重力势能，但外力大于重力，因此在 C 点弹簧的弹性势能大于物块的最大动能，B 错误；

CD. 由 $\Delta E_g = mg \Delta x$ ， $\Delta E_{\text{弹}} = F \Delta x$

得 E_g 和 $E_{\text{弹}}$ 关于位移的图像斜率分别为 mg 和 F ，图像均为直线，而 $F = 2mg$ ， $E_{\text{弹}} - x$ 图像的斜率为 $E_g - x$ 图像斜率的两倍，C 正确，D 错误。

故选 C。

12. (1)D

(2)2.40

(3) 2.9 1.0

(4)5

【详解】(1) AB. 本题拉力可以由力传感器来测出，不需要用天平测出砂和砂桶的质量，也就不需要砂和砂桶的总质量远小于小车的质量。故 AB 错误；

C. 实验时，需要先接通电源，待打点稳定后再释放纸带。故 C 错误；

D. 该实验探究加速度与力和质量的关系，需要改变砂和砂桶的总质量，打出多条纸带。故 D 正确。

故选 D。

(2) 依题意，相邻计数点时间间隔为

$$T = 5 \times 0.02\text{s} = 0.1\text{s}$$

由逐差法可得小车加速度大小

$$a = \frac{x_{OD} - x_{OB}}{4T^2} = \frac{0.2881 - 0.0961 - 0.0961}{4 \times 0.1^2} \text{m/s}^2 = 2.40 \text{m/s}^2$$

(3) [1][2]根据牛顿第二定律

$$2F - F_f = ma$$

由丙图可知，当 $a=0$ 时

$$F_f = 2F = 1.0\text{N}$$

整理，可得

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

结合丙图图像，可知

$$\frac{2}{m} = \frac{4.5 - 0}{7.0 - 0.5} = \frac{9}{13}$$

解得

$$m = 2.9\text{kg}$$

(4) 设绳子拉力为 T ，根据牛顿第二定律

$$mg - T = 2ma, \quad 2T = Ma$$

联立，解得

$$a = \frac{2mg}{M+4m} = \frac{2g}{\frac{M}{m}+4}$$

当 m 无穷大时

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

13. (1) $A=20, Z=10, \lambda = \frac{h}{m_1v_1}$; (2) $p = m_1v_1 - 2m_2v_2$

【详解】(1) 根据质量数守恒，氦核的质量数

$$A=22-2\times 1=20$$

根据电荷数守恒，氦核的电荷数

$$Z=12-2\times 1=10$$

氦核的物质波波长

$$\lambda = \frac{h}{p_{\text{Ne}}}$$

其中氦核的动量

$$p_{\text{Ne}} = m_1v_1$$

解得

$$\lambda = \frac{h}{m_1v_1}$$

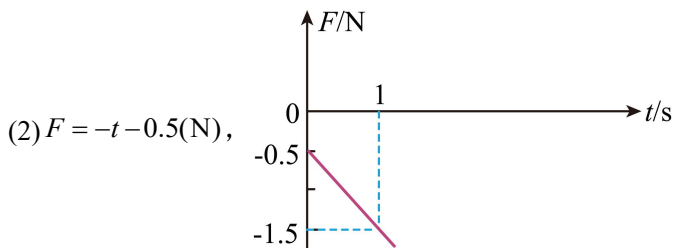
(2) 设氦核运动的速度方向为正方向，核反应中动量守恒，有

$$m_1v_1 + 2m_2(-v_2) - p = 0$$

解得

$$p = m_1v_1 - 2m_2v_2$$

14. (1) ① 0.5m/s ; ② 0.0875J



【详解】(1) ① 导体 MN 静止释放后做加速度逐渐减小的加速运动，当安培力等于重力沿导轨平面向下的分力时，速度达到最大，则有 $mg \sin \theta = F_{\text{安}}$

又 $E = B_0Lv_m, I = \frac{E}{R+r}, F_{\text{安}} = B_0IL$

联立解得 MN 获得的最大速度为 $v_m = \frac{mg(R+r)\sin 30^\circ}{B_0^2 L^2} = 0.5\text{m/s}$

②若 MN 沿斜面下滑 0.2m 时恰好获得最大速度, 由能量守恒定律可得 $mgx\sin 30^\circ = \frac{1}{2}mv_m^2 + Q$

代入数据解得在此过程中回路产生的热量为 $Q = 0.0875\text{J}$

(2) 设单位时间内磁感应强度增加量为 k , 磁感应强度初始值为 B_0 , 则磁感应强度与时间关系为 $B = B_0 + kt = (1+t)\text{T}$

根据法拉第电磁感应定律可得电动势为 $E' = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t}S = kL^2 = 1\text{V}$

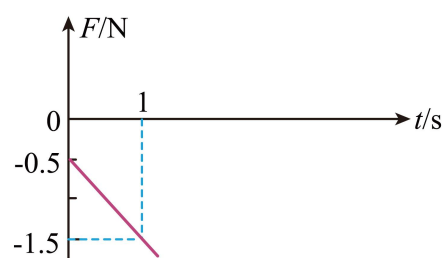
回路电流为 $I' = \frac{E'}{R+r} = 1\text{A}$

根据楞次定律可知, 流过导体 MN 的电流方向由 M 到 N , 根据左手定则可知, 安培力方向沿导轨平面向上, 安培力与时间关系为 $F'_{安} = BI'L = (1+t)\text{N}$

根据平衡条件可得 $F'_{安} + F - mg\sin\theta = 0$

可得外力 F 随时间 t 的变化关系式为 $F = -t - 0.5(\text{N})$

对应的函数图像如图所示



15. (1) $\frac{\sqrt{3}}{3}mg$

(2) $\frac{2L}{3}$

(3) $2mg$

【详解】(1) 对小球 A 分析可知, 竖直墙壁对 A 的弹力为 $F_N = mg \tan 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{3}mg$

对 AB 整体分析, 则水平方向 $F = F_N = \frac{\sqrt{3}}{3}mg$

(2) 设杆与水平方向夹角为 θ , 则 $mgL(1 - \sin\theta) = \frac{1}{2}mv^2$

B 离开墙壁前, A 绕静止的 B 做圆周运动, 对 A 球由牛顿第二定律有 $mg\sin\theta - T = m\frac{v^2}{L}$

联立解得 $T = (3\sin\theta - 2)mg$

则随着 θ 的减小, T 逐渐减小, 当 $T=0$ 时, B 恰好离开墙壁, 此时上式变为 $3\sin\theta=2$

A 距离地面的高度 $h = L \sin \theta = \frac{2L}{3}$

(3) 因 AB 水平方向受合外力为零, 则水平方向动量守恒, 则当 A 将要落地时, AB 水平速度均为零, 设 A 竖直速度 v_y , 则由能量关系 $mgL = \frac{1}{2}mv_y^2$

对 A 可得 $T = m \frac{v_y^2}{L} = 2mg$

16. (1) $\frac{q}{3}, \frac{\sqrt{3}mv_0^2}{qL}$

(2) $2v_0$

(3) $\frac{3\pi L}{2}$

【详解】(1) 两带电粒子在电场中做类平抛运动, 在沿 x 轴方向均有 $L = v_0 t$

在 y 轴方向上, 对于 a 粒子有 $\frac{\sqrt{3}}{2}L = \frac{1}{2} \frac{qE}{m} t^2$

在 y 轴方向上, 对于 b 粒子有 $\frac{\sqrt{3}}{6}L = \frac{1}{2} \frac{q_b E}{m} t^2$

解得 $E = \frac{\sqrt{3}mv_0^2}{qL}, q_b = \frac{q}{3}$

(2) 经过 O 点时, 粒子 a 和粒子 b 沿 x 轴方向速度等大, 则 $v_{ax} = v_{bx} = v_0$

粒子 a 沿 y 轴方向的速度 $v_{ay} = \frac{qE}{m} t = \sqrt{3}v_0$

方向沿 y 轴负方向;

粒子 b 沿 y 轴方向的速度 $v_{by} = \frac{qE}{3m} t = \frac{\sqrt{3}}{3}v_0$

方向沿 y 轴正方向;

所以粒子 a 经过 O 的速度大小为 $v_a = \sqrt{v_0^2 + v_{ay}^2} = 2v_0$

(3) 两粒子在垂直 x 轴的平面上做匀速圆周运动, 对于粒子 a , 匀速圆周运动的周期为

$T_a = \frac{2\pi r_a}{v_{ay}}, qv_{ay}B = \frac{mv_{ay}^2}{r_a}$

对于粒子 b , 匀速圆周运动的周期为 $T_b = \frac{2\pi r_b}{v_{by}}, \frac{q}{3}v_{by}B = \frac{mv_{by}^2}{r_b}$

解得 $T_a = \frac{2\pi L}{v_0}, T_b = \frac{6\pi L}{v_0}, r_a = r_b$

所以要在荧光屏上获得聚焦最亮点，所用的最短时间 t' 满足 $\frac{2\pi}{T_a}t' + \frac{2\pi}{T_b}t' = 2\pi$

粒子经过 O 点进入匀强磁场后，在 x 轴方向做匀速直线运动，有 $x = v_0 t'$

$$\text{解得 } x = \frac{3\pi L}{2}$$