

(考试时间 90 分钟 满分 100 分)

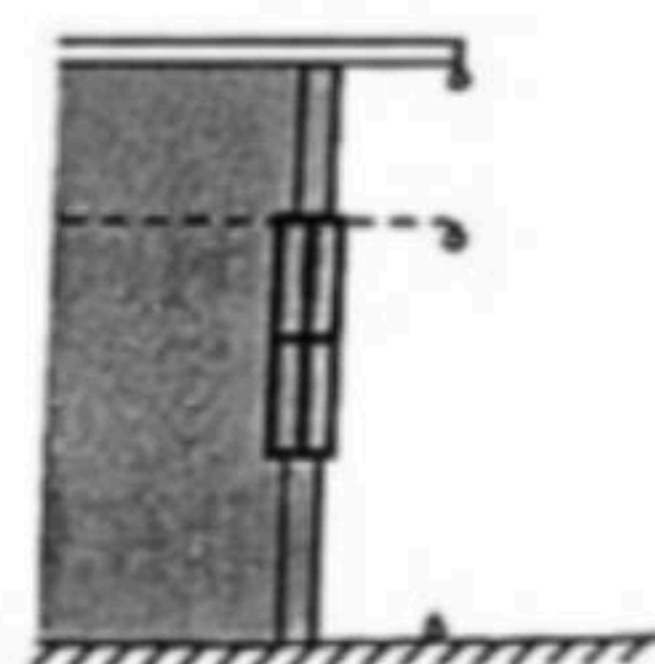
一、本题共 10 小题,每小题 3 分,共 30 分。在每题列出的四个选项中,选出最符合题目要求的一项。

1. 下列说法正确的是

- A. 小轿车在冰雪路面上行驶时的惯性大于在普通路面上行驶时的惯性
- B. 火箭加速升空时,喷出的气体对火箭的推力大于火箭对气体的推力
- C. 地球同步卫星在轨道上环绕地球运行时,其速度小于第一宇宙速度
- D. 爆炸物在空中的爆炸过程中,总动量和总动能均不变

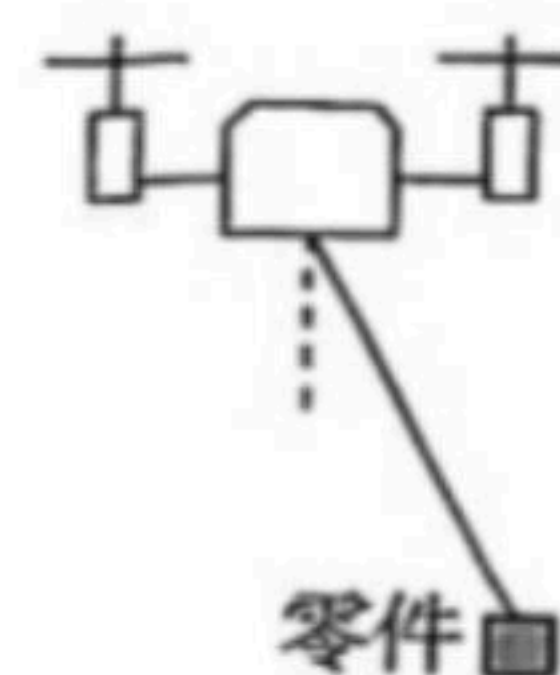
2. 屋檐每隔相同时间滴下一滴水,当第 3 滴正欲滴下时,第 1 滴刚好落到地面,第 2 滴恰好经过窗子上沿。已知窗子上沿离地高 3m,重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$,不计空气阻力。根据上述信息无法推算

- A. 屋檐离地的高度
- B. 滴水的时间间隔
- C. 第 2 滴经过窗子上沿时的速度
- D. 第 1 滴落地时的动能



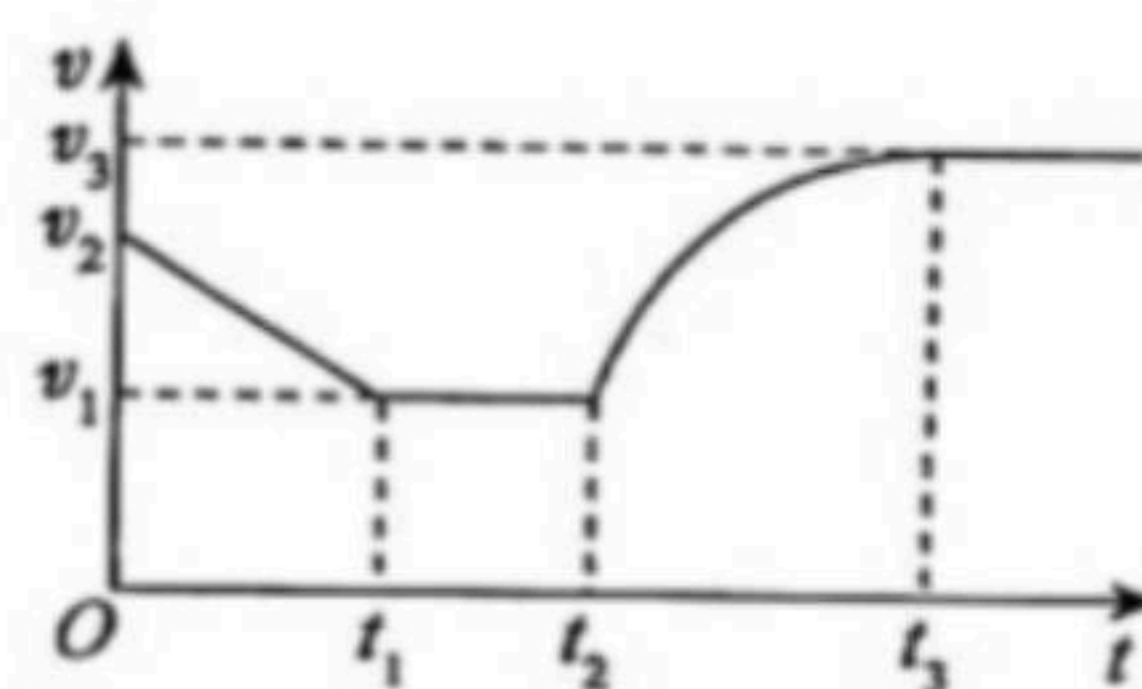
3. 如图所示,高空作业时使用无人机运送零件。某段时间内,无人机在水平面内沿直线飞行,零件用轻绳悬挂于无人机下方,并相对无人机静止,轻绳与竖直方向夹角不变。忽略零件所受空气阻力,则在该段时间内

- A. 无人机速度一定随时间均匀变化
- B. 无人机加速度可能逐渐增大
- C. 零件所受拉力可能不断减小
- D. 零件的动量一定逐渐增大



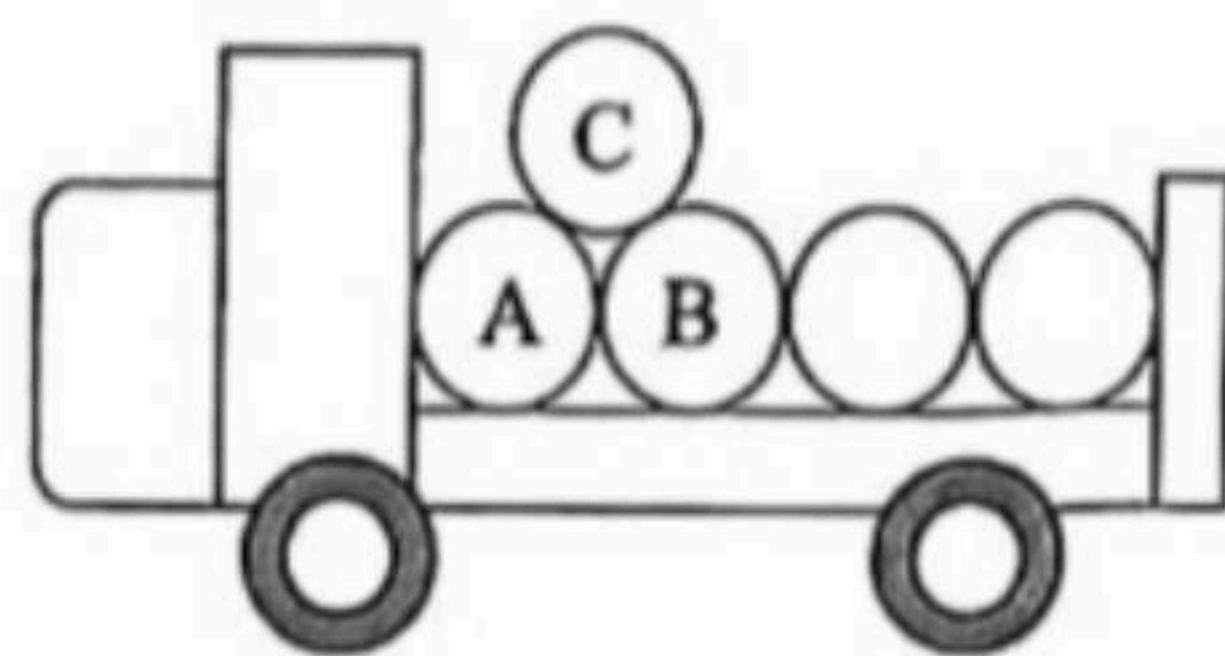
4. 某汽车在高速公路上通过 ETC 通道的 $v-t$ 图像如图所示,下列说法正确的是

- A. $0 \sim t_1$ 内,汽车所受的合力逐渐减小
- B. $t_1 \sim t_2$ 内,汽车所受的牵引力为零
- C. $t_2 \sim t_3$ 内,汽车的加速度逐渐减小
- D. $0 \sim t_1$ 内汽车的平均速度比 $t_2 \sim t_3$ 内的平均速度大



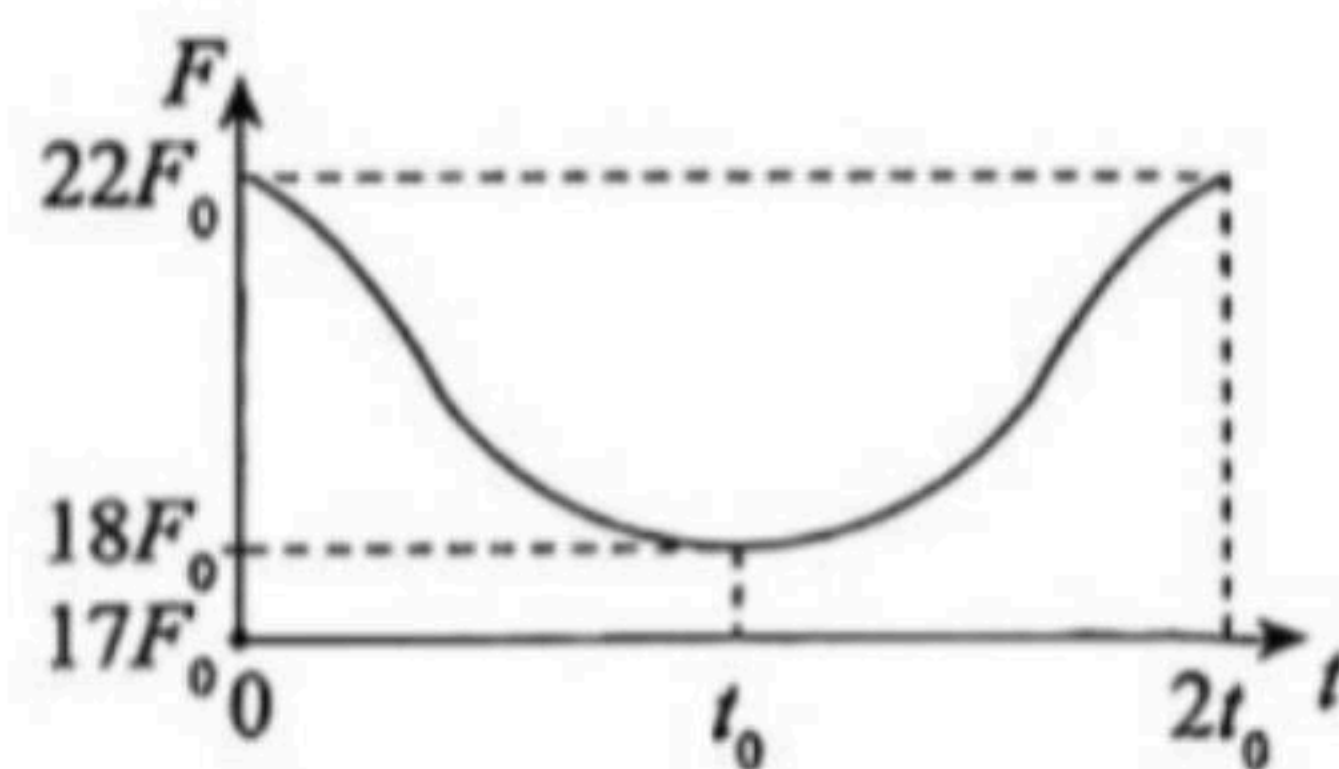
5. 一辆货车运载着相同规格的圆柱形光滑油桶。在车厢底层油桶平整排列,相互紧贴并被牢牢固定,上层只有一只桶 C 自由摆放在桶 A、B 间,随车一起平直公路上匀速行驶。下列说法正确的是

- A. 空桶 C 受桶 B 的支持力小于桶 C 重力的一半
- B. 桶 C 装满油与装半桶油时所受桶 B 的支持力方向相同
- C. 桶 C 所受桶 B 的支持力始终不做功
- D. 若货车刹车,则桶 C 一定会与桶 B 分离滚向桶 A 顶端



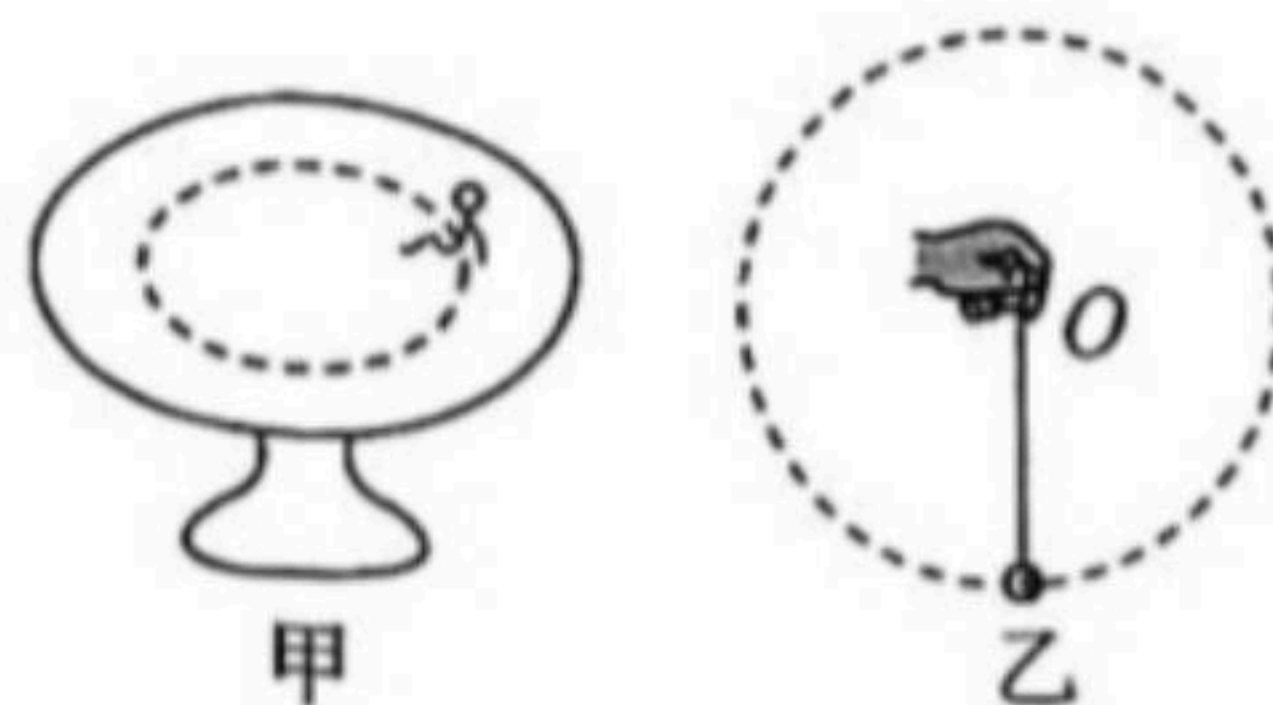
6. 仅考虑月球受地球引力作用时,其运动规律同样遵从开普勒行星运动定律。月球受地球的引力 F 在一个周期内随时间 t 的变化规律如图所示。下列说法正确的是

- A. $0 \sim t_0$ 内月球的运行速度不断增大
- B. $0 \sim t_0$ 内月球的加速度先变大后变小
- C. 月球和地球距离的最小值与最大值之比为 $\sqrt{\frac{9}{11}}$
- D. t_0 与 $2t_0$ 时刻月球和地球系统的机械能之比为 $\sqrt{\frac{9}{11}}$



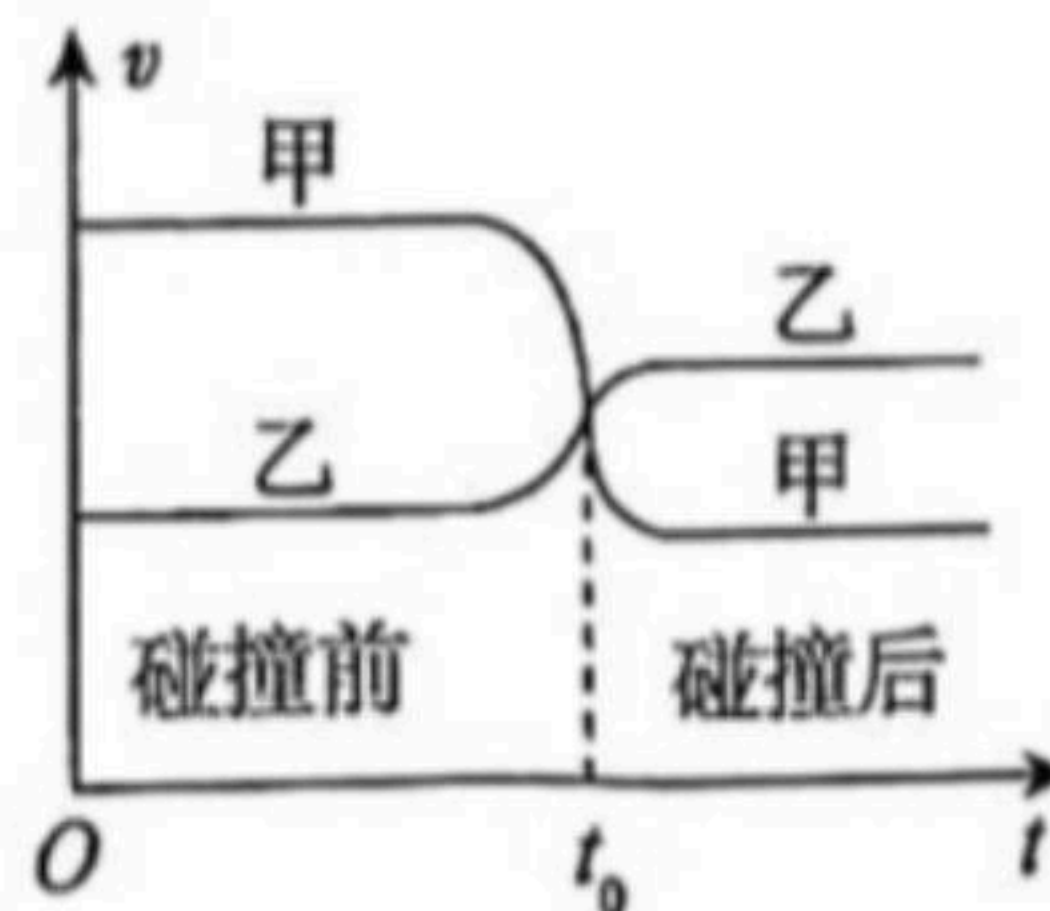
7. 如图甲所示,小朋友坐在圆盘上随盘一起在水平面内做匀速圆周运动;如图乙所示,将小球系在细绳一端,用手握住绳的另一端,使小球以定点 O 为圆心在竖直面内做完整的圆周运动。不计空气阻力。下列说法正确的是

- A. 图甲中小朋友转动半圈过程中所受摩擦力的冲量为零
- B. 图甲中相同转速下小朋友离圆心越近越易相对盘滑动
- C. 图乙中小球在最低点时向心加速度最大,处于超重状态
- D. 图乙中若小球运动至最高点时突然松开绳子,则此后小球可能做自由落体运动

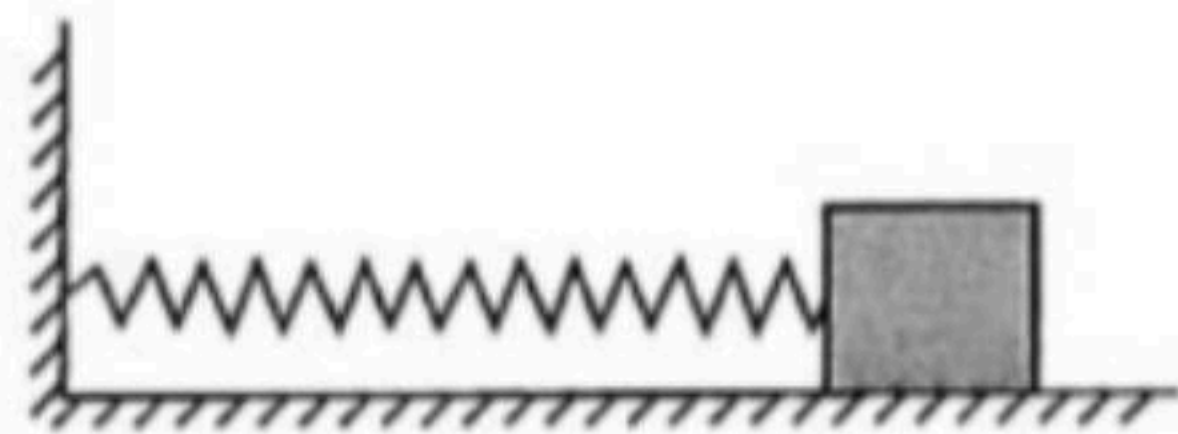


8. 质量分别为 $m_{甲}$ 、 $m_{乙}$ 的甲、乙两小车沿直线碰撞,碰撞前后的速度 v 随时间 t 的变化分别如图所示,碰撞时间极短。根据题中信息并结合所学的物理知识可以推断

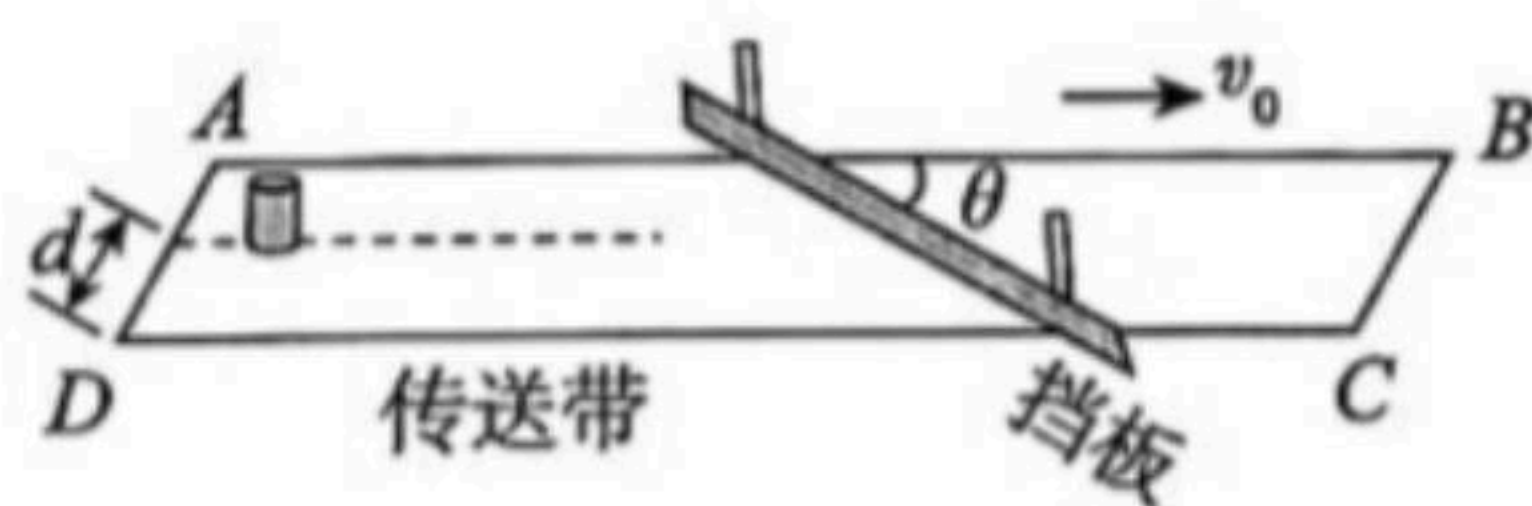
- A. $m_{甲} > m_{乙}$
- B. 碰撞前后甲的运动方向相反
- C. 碰撞前后甲的动能减少量等于乙的动能增加量
- D. $0 \sim t_0$ 内甲的动能减少量一定大于乙的动能增加量



9. 如图所示,在固定挡板和木块之间连接一劲度系数为 400N/m 、被压缩 2cm 的轻弹簧,系统处于静止状态。已知木块质量为 5kg ,与水平地面之间的动摩擦因数为 0.2 。取最大静摩擦力等于滑动摩擦力,重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$ 。下列说法正确的是



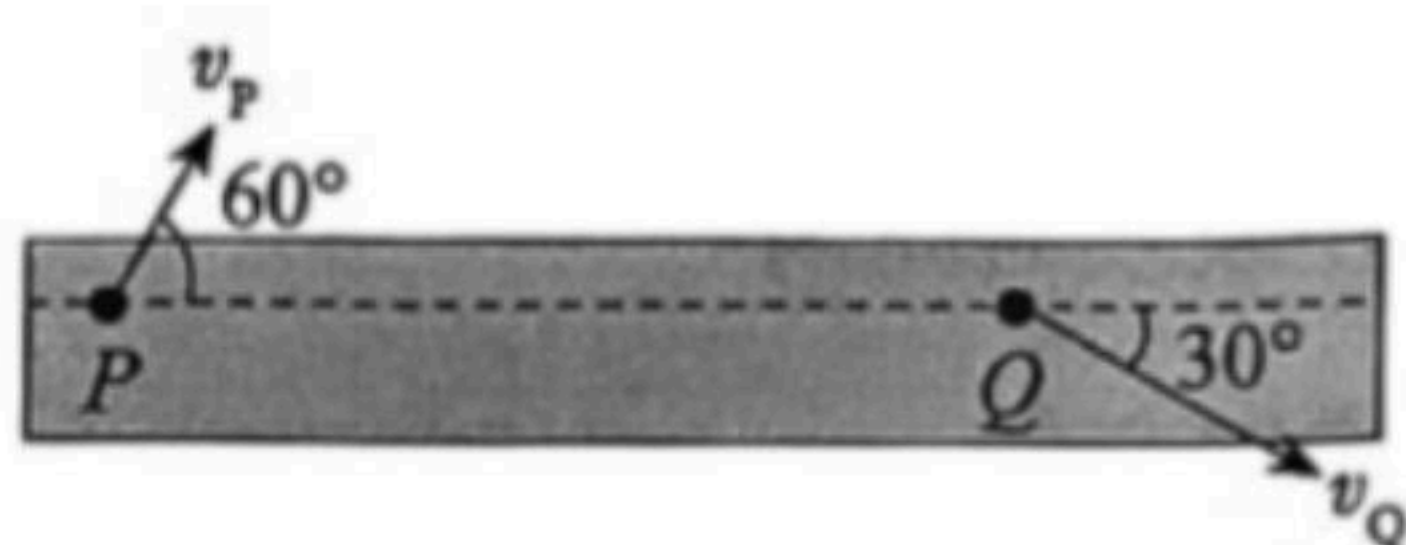
- A. 木块所受的摩擦力大小为 10N
- B. 若某时刻对木块施加 2N 、水平向右的拉力,则其加速度大小为 0.4m/s^2
- C. 若最初将弹簧压缩 5cm ,木块被释放后其加速度将逐渐减小
- D. 若最初将弹簧压缩 5cm ,木块被释放后将运动至弹簧原长处静止
10. 分拣线上常会用到改变工件运动方向的装置。如图所示,宽度为 $2d$ 的水平传送带以速度 v_0 向右匀速运动,在其上方固定一光滑挡板,挡板与传送带 AB 边界夹角为 θ 。现将质量为 m 的工件(可视为质点)轻放在传送带中心线上一点,当工件相对传送带静止时恰好碰到挡板,碰后工件垂直于挡板方向的速度减为零,平行于挡板方向的速度与碰前相同,最终从 DC 边界离开传送带。已知工件与传送带间的动摩擦因数为 μ ,重力加速度大小为 g 。则工件



- A. 从放上传送带至碰到挡板,所用的时间为 $\frac{v_0}{2\mu g}$
- B. 从放上传送带至碰到挡板,摩擦力对其做功为 mv_0^2
- C. 沿挡板运动时对挡板的压力大小为 μmg
- D. 从碰到挡板至离开传送带所用的时间为 $\frac{d}{v_0 \cos \theta}$

二、本题共 4 小题,每小题 3 分,共 12 分。在每小题列出的四个选项中,有多个选项是符合题目要求的。全部选对得 3 分,选对但不全得 2 分,错选不得分。

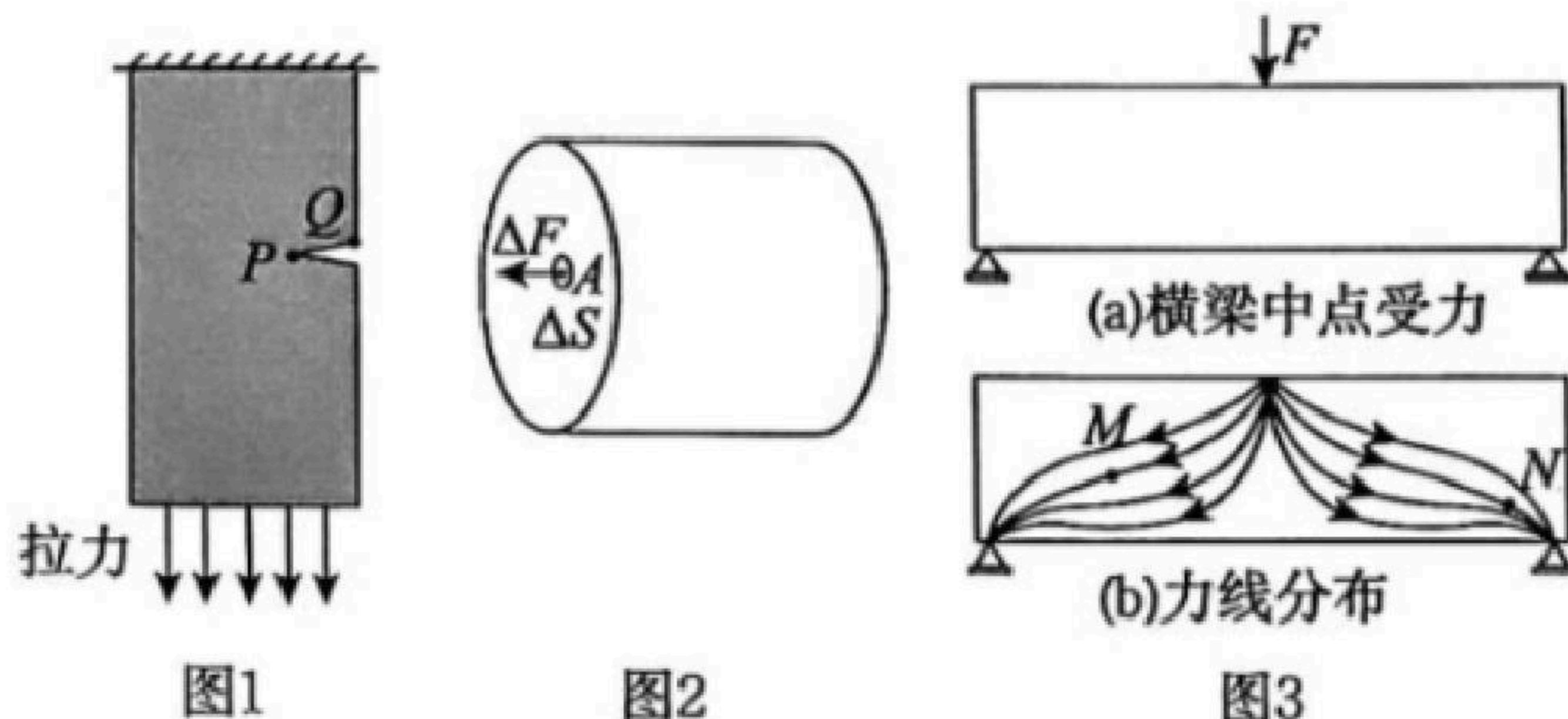
11. 一质点做匀速直线运动。现对其施加一恒力,且原来作用在质点上的力不发生改变,则该质点此后
- A. 速度的方向不可能总是与该恒力的方向相同
 - B. 速度的方向不可能总是与该恒力的方向垂直
 - C. 加速度的方向总是与该恒力的方向相同
 - D. 速度变化量的方向可能与该恒力的方向垂直
12. 质量为 m 的汽车启动后沿平直路面行驶,经时间 t 达到最大速度 v 。若汽车发动机的输出功率恒为 P ,行驶过程中受到的阻力大小恒定,则
- A. 汽车行驶过程中所受的阻力大小为 $\frac{P}{v}$
 - B. 当速度为 $\frac{v}{2}$ 时汽车的加速度大小为 $\frac{2P}{mv}$
 - C. 在时间 t 内牵引力的冲量大小为 mv
 - D. 在时间 t 内阻力对汽车做的功为 $\frac{1}{2}mv^2 - Pt$
13. 某小组在研究抛体运动实验中,将小球抛出后对其进行频闪照相。如图所示,是截取的一部分照相底片。经数据分析,小球经过 P 、 Q 两位置时的速度可取为 $v_P = v$ 、 $v_Q = \sqrt{3}v$,方向分别与 PQ 连线成 60° 和 30° 夹角。重力加速度大小为 g 。不计空气阻力。则



- A. 重力方向与 PQ 连线成 90° 夹角
- B. 小球运动的最小速度为 $\frac{1}{2}v$
- C. 小球从 P 到 Q 的运动时间为 $\frac{2v}{g}$
- D. 小球从 P 到 Q 下落的高度为 $\frac{v^2}{g}$

14. 为探究包装袋易撕口的物理原理,小明进行了以下研究:

①模拟实验。如图 1 所示,用一端固定的竖直纸带模拟包装袋,在纸带边缘切开一个 V 字型的小缺口模拟易撕口。在纸带的另一端施加拉力,纸带总是从 V 字型缺口处撕开。



②查阅资料。物理学中用“应力”来分析材料的变形和断裂。如图 2 所示,在物体内部某一截面上,取极小面积 ΔS 包围 A 点,因外力引起该处相互作用力的改变量为 ΔF ,则 $\frac{\Delta F}{\Delta S}$ 称为 A 点处的应力。类比电场线,用“力线”来描述应力在施力点和支撑点间强弱及方向的分布。图 3 是有两个对称支撑点的水平横梁中点受向下压力 F 时的力线分布。

根据上述信息并结合所学知识,下列推断正确的是

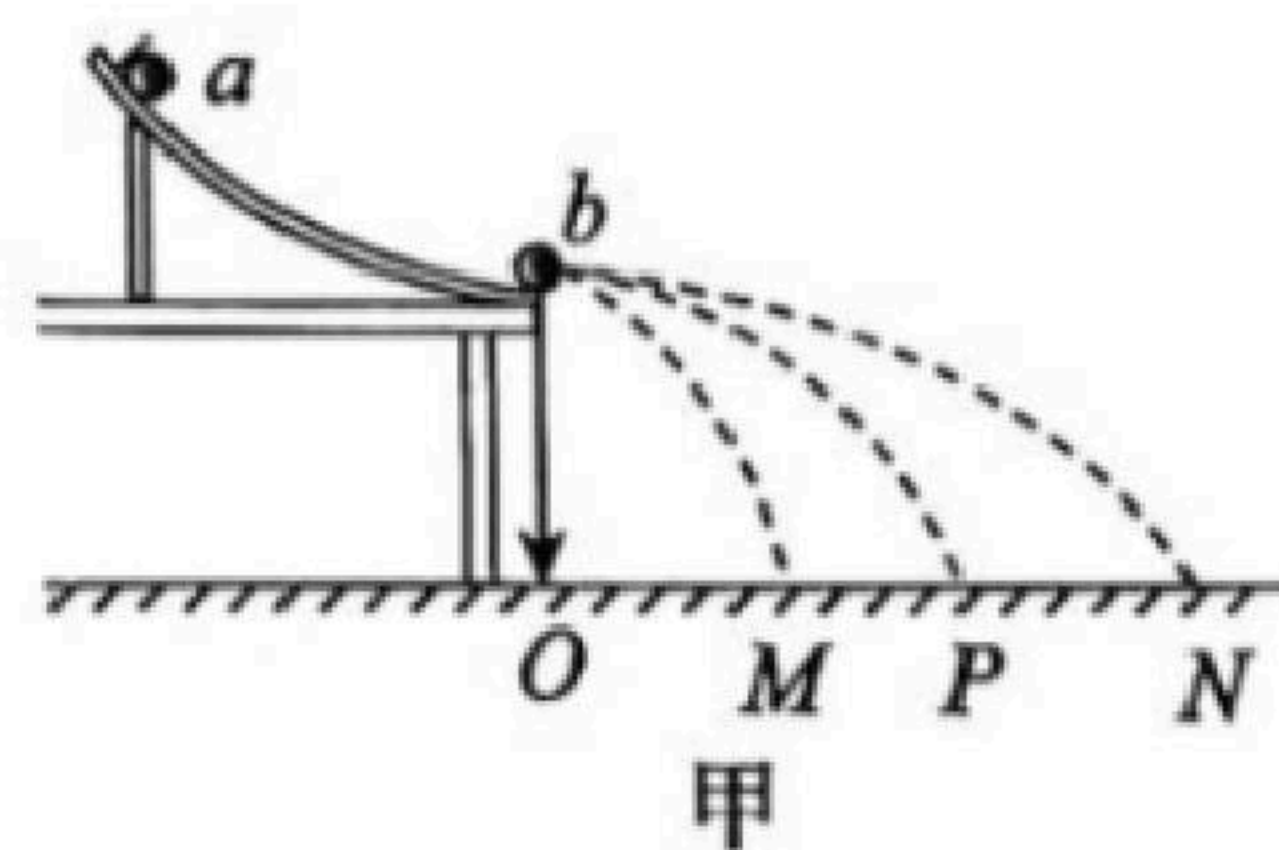
- A. 应力的单位与压强的单位相同
- B. 图 1 中垂直纸带任取两个水平横截面,穿过两截面的力线条数相等
- C. 图 1 中小缺口处 P 点与 Q 点相比, Q 点处力线密集,应力大
- D. 图 3 中 M 点与 N 点相比,横梁更容易在 M 点处断裂

三、本题共 2 小题,共 18 分。把答案填在答题纸相应的横线上。

15. (8 分)

(1)用如图甲所示的装置验证动量守恒定律。下列说法正确的是_____。(填选项前的字母)

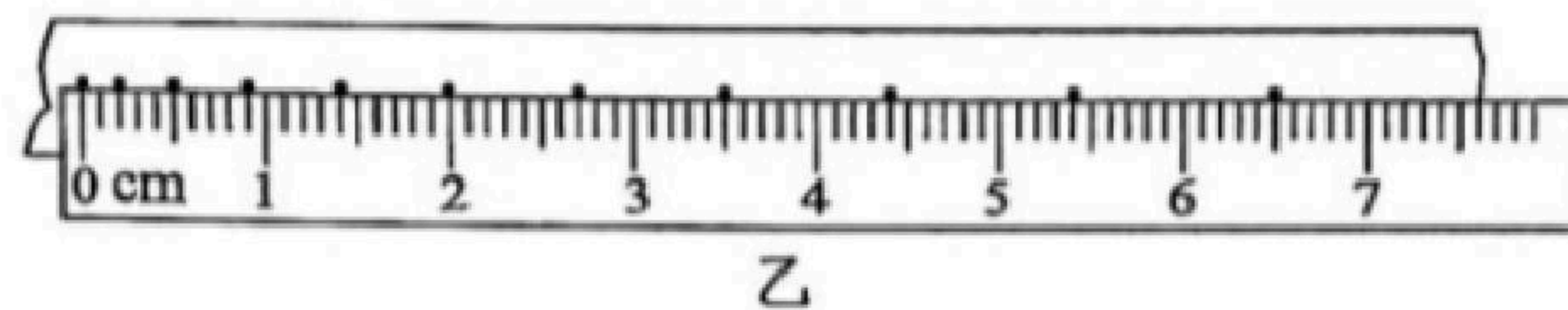
- A. 实验前调节装置使斜槽末端水平
- B. 小球 a 和小球 b 的半径可以不相等
- C. 小球 a 的质量小于小球 b 的质量
- D. 用最小的圆将小球 b 多次落点圈在里面,圆心为小球 b 的平均落点位置



(2)在“探究两个互成角度的力的合成规律”的实验中,下列操作有利于减小实验误差的是_____。(填选项前的字母)

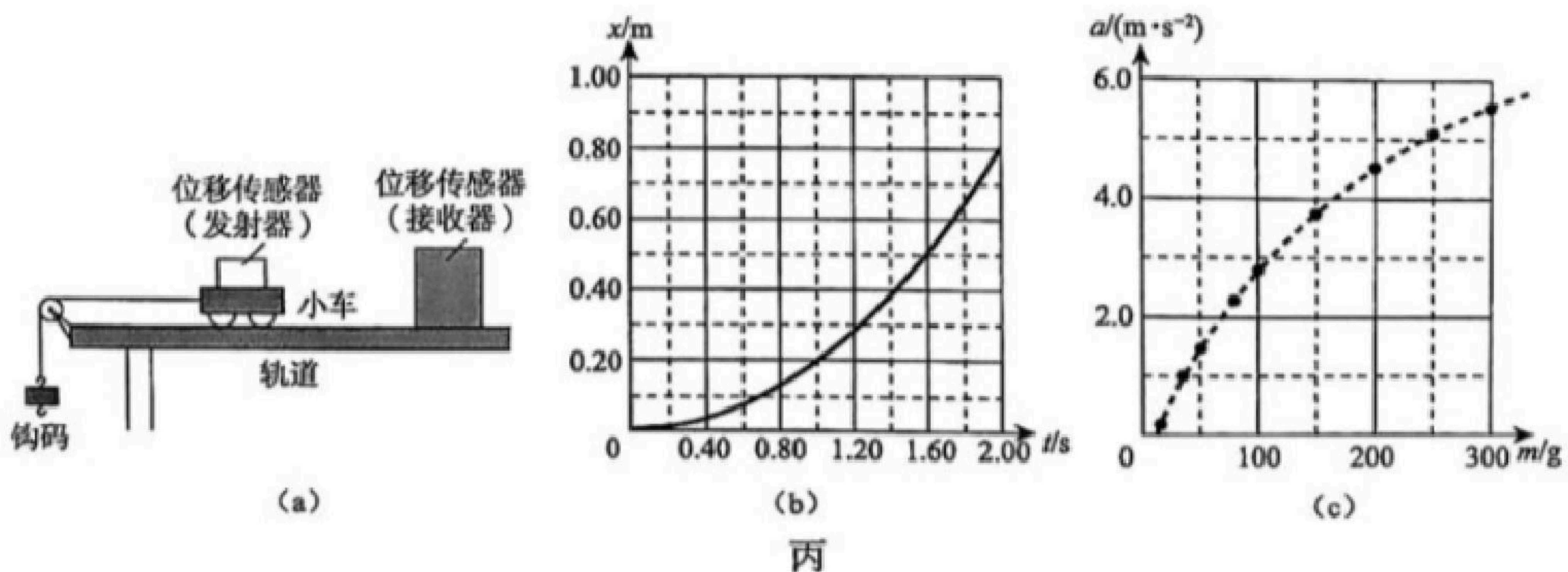
- A. 将两弹簧测力计调零后水平互钩对拉,选择两个读数相同的弹簧测力计进行实验
- B. 拴在橡皮条上的两条细绳必须等长,且尽量长些
- C. 弹簧测力计、细绳、橡皮条都应与纸面平行
- D. 画力的图示时应选定合适的标度,使力的图示适当大些

(3)在“探究小车速度随时间变化的规律”实验中,图乙是纸带上打出的一系列计时点(打点频率为 50Hz),根据图中数据推断小车做匀加速运动的依据是_____,小车的加速度大小为_____ m/s^2 (保留两位有效数字)。



(4)用图丙(a)装置探究加速度与力的关系。小车(含发射器)的质量为 200g。小车的加速度 a 可由计算机所描绘的位移 x 随时间 t 变化的图像得到,图丙(b)对应的小车加速度大小为_____ m/s^2 (保留 2 位有效数字)。多次改变钩码质量 m ,测量小车对应的加速度 a ,获得图丙(c)的 $a - m$ 图像,图线不过原点的原因可能是_____。(填选项前的字母)

- A. 未平衡摩擦力或平衡摩擦力不足
- B. 平衡摩擦力时轨道倾角太大
- C. 钩码质量未远小于小车(含发射器)质量

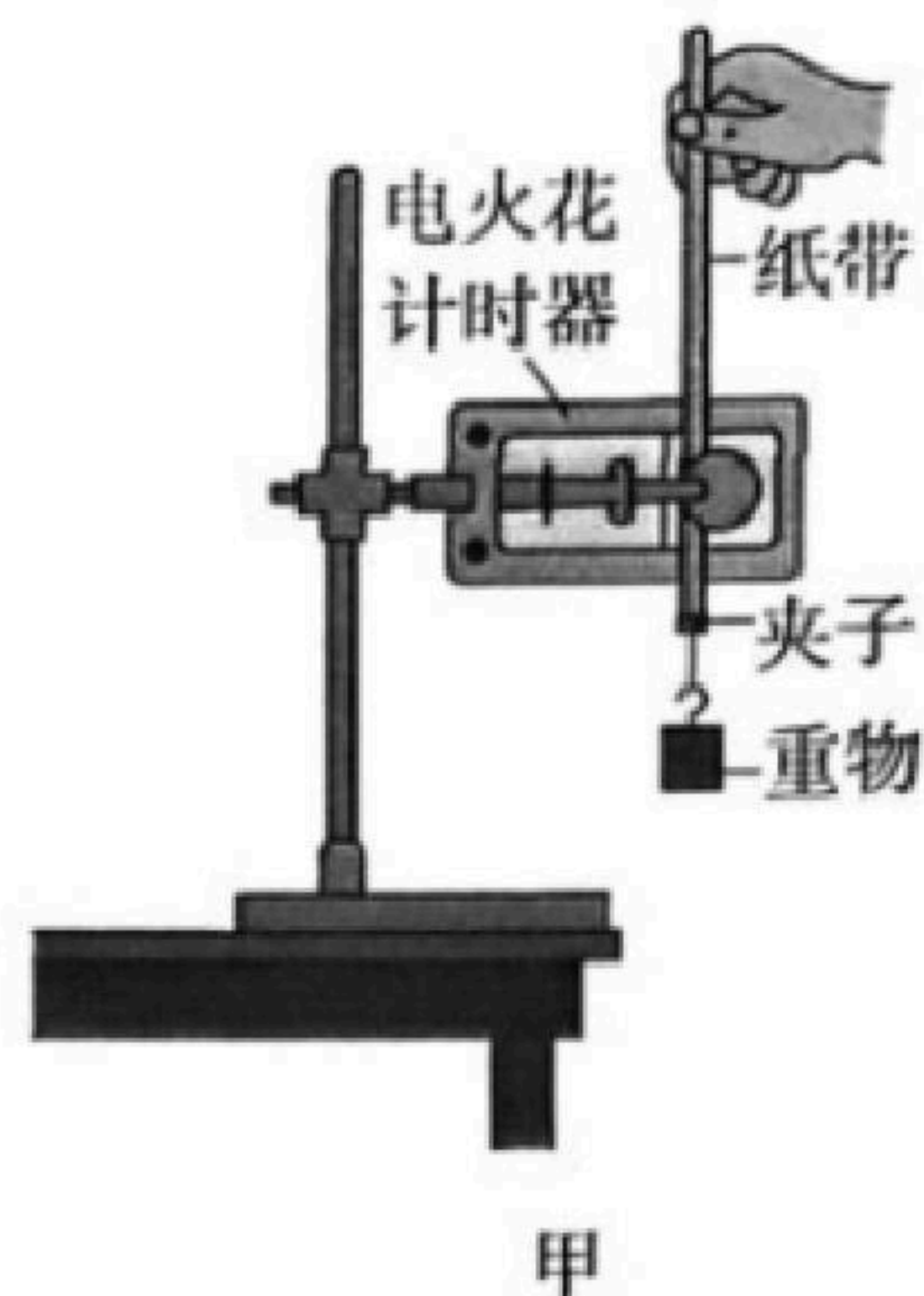


16. (10分)

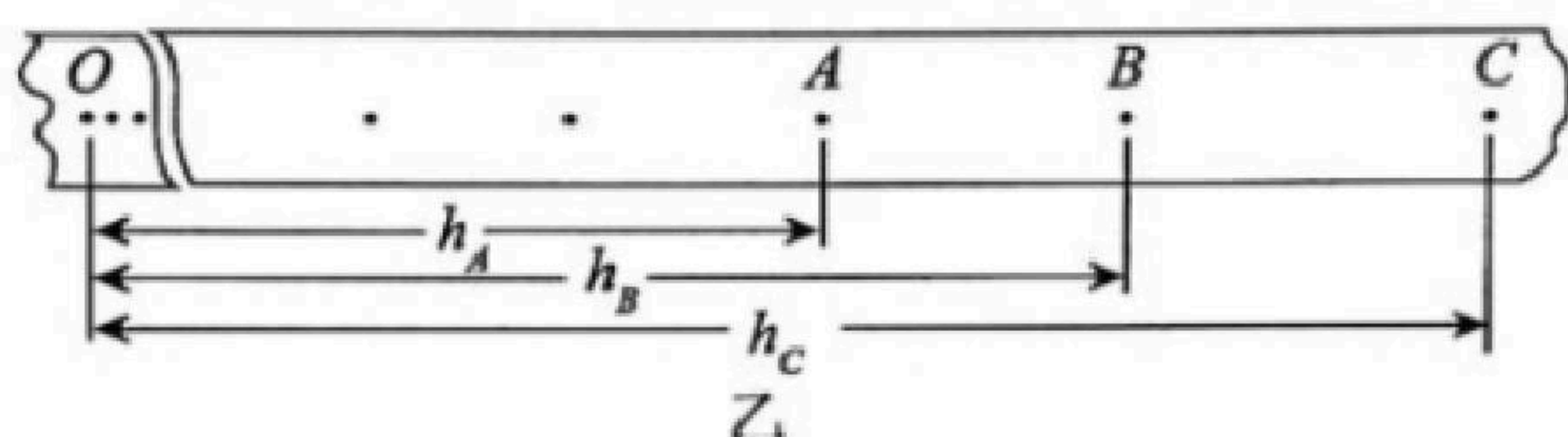
某同学用如图甲所示的装置验证机械能守恒定律。当地重力加速度大小为 g 。

(1) 下列实验步骤正确的操作顺序为_____。(填步骤前的字母)

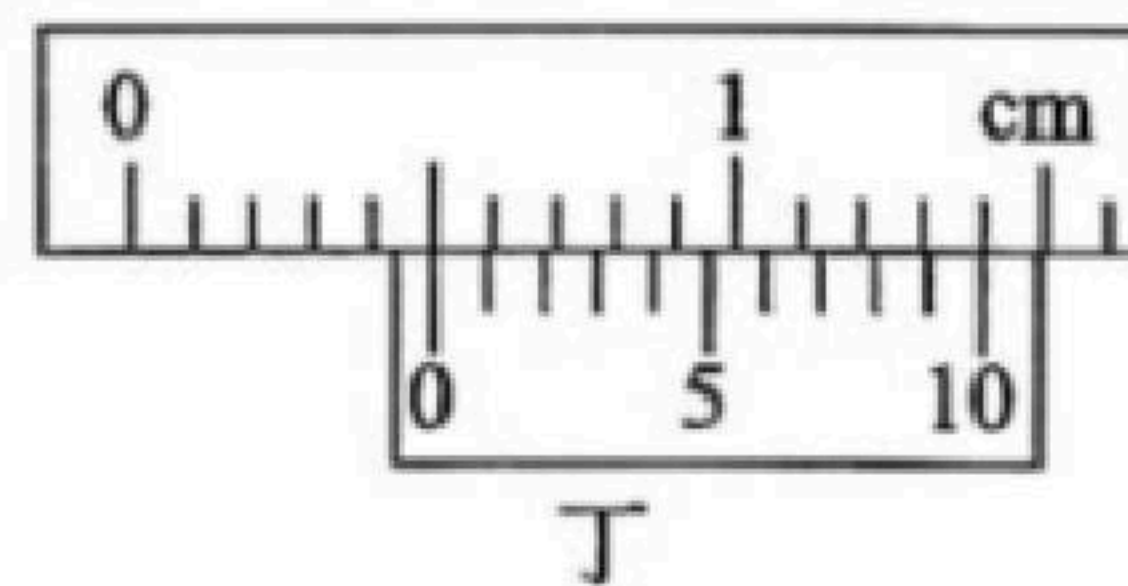
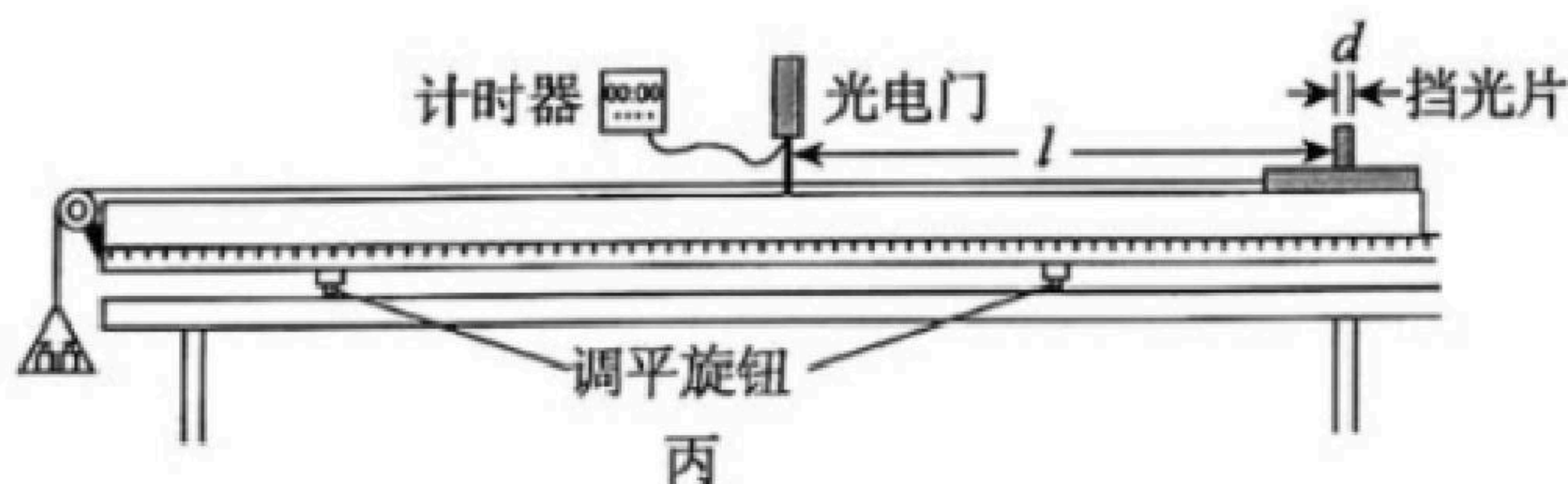
- A. 先接通电源,打点计时器开始打点,然后再释放纸带
- B. 将纸带穿过打点计时器的限位孔,下端固定在重物上,用手捏住纸带上端保持静止
- C. 在纸带上选取一段,用刻度尺测量该段内各点到起点的距离,记录分析数据
- D. 关闭电源,取下纸带



(2) 实验中选出一条纸带如图乙所示。 O 点为下落起始点,选取三个连续打出的点 A 、 B 、 C ,测得它们到 O 点的距离分别为 h_A 、 h_B 、 h_C 。打点计时器打点的周期为 T 。若该同学想验证从打 O 点到打 B 点的过程中重物的机械能守恒,请结合图中物理量写出他需要验证的等式为_____。



(3) 如图丙所示,某同学利用气垫导轨验证机械能守恒定律。她先用游标卡尺测量挡光片宽度 $d =$ _____ mm(如图丁);由固定的初始位置由静止释放滑块,测出该位置挡光片到光电门的距离 l_1 、挡光片通过光电门时的挡光时间 t_1 、滑块和挡光片的总质量 M 以及托盘和砝码的总质量 m 。此后不断改变光电门的位置,依次获得多组数据 l_2 、 l_3 ...以及对应的 t_2 、 t_3 ...以距离 l 为纵轴、 $\frac{1}{t^2}$ 为横轴建立直角坐标系,描绘 $l - \frac{1}{t^2}$ 图像。从理论上分析,若该图像是一条过原点的直线,且斜率大小为_____ (用题中字母表示),则可验证机械能守恒定律。



(4) 为减小(3)问中的实验误差,需要调节调平旋钮确保气垫导轨水平,判断已经调平的依据是_____。

四、本题共4小题,共40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,有数值计算的题,答案中必须明确写出数值和单位。把解答过程填在答题纸相应的空白处。

17. (9分)

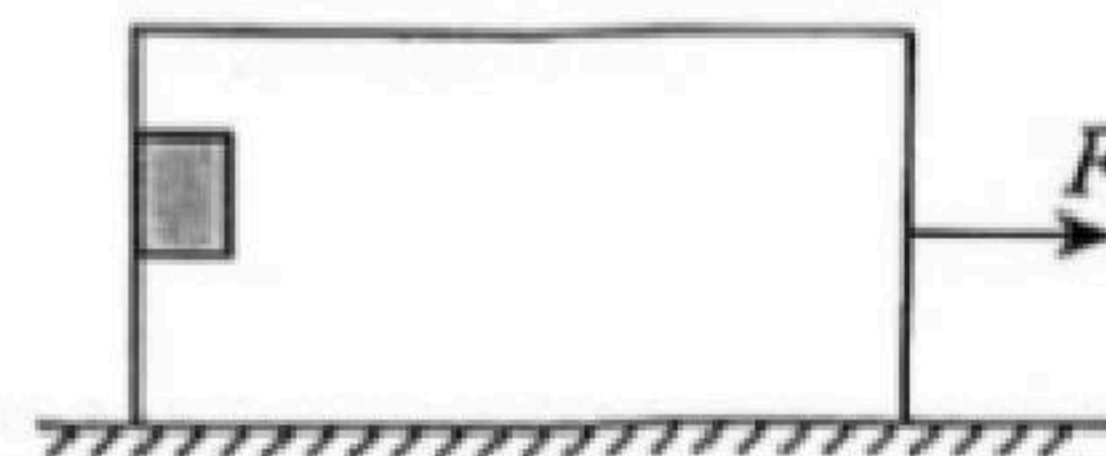
将质量为 $2m$ 的物体 A 以一定初速度 v_0 从地面竖直向上抛出, A 到达最高点时与水平飞来的质量为 m 的物体 B 发生碰撞, 已知碰前物体 B 的速度大小为 v , 碰后两物体粘在一起, 碰撞时间极短。空气阻力不计, 两物体均可视为质点, 重力加速度大小为 g 。求:

- (1) 物体 A 从抛出到最高点所用的时间 t ;
- (2) 两物体粘在一起后的落地点与 A 抛出点的间距 d ;
- (3) 两物体碰撞中损失的机械能 ΔE 。

18. (9分)

如图所示, 水平面上有一质量为 $M = 2.5\text{kg}$ 的长方体铁箱, 在大小为 $F = 66\text{N}$ 的水平拉力作用下由静止开始运动, 铁箱内一质量为 $m = 0.5\text{kg}$ 的小木块(可视为质点)恰好能静止在后壁上。铁箱与水平面间的动摩擦因数 $\mu_1 = 0.2$, 取最大静摩擦力等于滑动摩擦力, 重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$, 空气阻力不计。

- (1) 求铁箱的加速度大小 a ;
- (2) 求铁箱后壁对小木块的弹力大小 F_N 以及木块与铁箱后壁间的动摩擦因数 μ_2 ;
- (3) 若某时刻撤去拉力, 撤力后经时间 t 小木块直接落在滑行的铁箱底部, 且落点与铁箱后壁间距 $L = 0.09\text{m}$, 求 t 。



19. (10 分)

水上飞行器(俗称“水上飞人”)由水上摩托艇、输水软管和飞行踏板构成。水上摩托艇的发动机驱动高压水泵,将从水面吸入的水经输水软管输送到飞行者双脚所固定的踏板内,随即经两个喷口将水高速喷出,产生强劲的反推力将飞行者推离水面。

如图所示,某次飞行开始阶段,输水软管保持竖直,两喷口竖直向下高速喷水,飞行者脚踩踏板(不计厚度)始终保持直立,踏板从水面被缓缓推至距水面 H 高处并保持悬停。已知飞行者、踏板(含管道等配件)的质量分别为 M 和 $\frac{1}{3}M$,水的密度为 ρ ,重力加速度大小为 g ,各种摩擦阻力不计。



(1) 求上述过程中踏板对飞行者所做的功 W 。

(2) 高压水流经输水软管进入踏板中的换向弯道(很短),弯道入口横截面积与输水软管横截面积相等,大小为 S ,弯道两

喷口的横截面积均为 $\frac{1}{4}S$ 。高压水流向上进入弯道后迅速分成两股向下喷出。不计

输水软管与踏板间的作用力。在飞行者处于悬停状态下,求:

a. 水流在换向弯道入口处的速度大小 v_0 ;

b. 摩托艇发动机工作的平均功率 P 。(结果用 v_0 、 ρ 、 S 、 g 、 H 表示)

20. (12 分)

对宇宙的探索是人类不懈的追求。

(1) 2019 年国家天文台发现一质量为 m 的蓝色星体围绕质量为 M 的黑洞做匀速圆周运动, 此发现为恒星演化和黑洞形成提供了新证据。已知蓝色星体的运行周期为 T , 引力常量为 G , 蓝色星体与黑洞均可视为质量均匀分布的球体, 不考虑其他天体影响及相对论效应。取质量分别为 m_1 、 m_2 的两质点相距无限远时的引力势能为零, 相距 R 时的引力势能为 $E_p = -G \frac{m_1 m_2}{R}$ 。

a. 求蓝色星体与黑洞的间距 L ;

b. 因某种扰动, 若蓝色星体运动到与黑洞距离为 r 时被撕裂成许多碎片, 部分碎片将逃离黑洞。求碎片能够逃离黑洞的最小速度 v 。

(2) 2023 年“中国天眼”发现著名的 GRS 黑洞存在微弱的射电“脉搏”, 由此推断该黑洞与某质量较大的恒星均围绕二者连线上的一点做圆周运动, 且恒星上的外层物质会不断被吸入到黑洞中, 逐渐被吞噬。若在开始的短时间内二者间距可视为不变, 请推理说明该段时间内黑洞的角速度大小 ω 将怎样变化。

(3) 小明设想在完全失重的空间站核心舱内玩纸飞机游戏。将质量为 m_0 的纸飞机相对核心舱以速度 v 抛出, 纸飞机飞行一小段时间后会打在舱壁上。已知太空舱内的空气对纸飞机有 F_1 和 F_2 两个作用力, $F_1 = k_1 u^2$, 与 u 方向垂直; $F_2 = k_2 u^2$, 与 u 方向相反。 u 为纸飞机相对空气的速度大小。在较短时间内 k_1 、 k_2 可视为定值。请推理说明这段时间内纸飞机相对核心舱的运动情况。