

2023 北京一六一中高— 12 月月考

物 理

2023.12

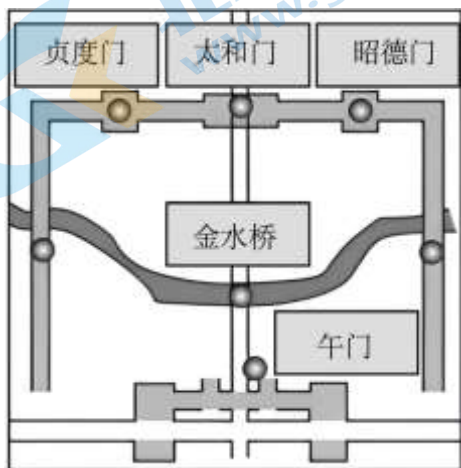
班级_____ 姓名_____ 学号_____

本试卷共 4 页，共 100 分。考试时长 90 分钟。考生务必将答案写在答题纸上，在试卷上作答无效。

第一部分 选择题

一、单项选择题（本题共 10 小题，每小题 3 分，共 30 分。在每小题给出的四个选项中，只有一个选项是符合题意的。）

1. 几位同学假期游览故宫，如图所示，他们从午门进入故宫，沿步道向北步行约 180m 到达太和门，然后向东步行约 90m 到达昭德门。由以上信息可知，他们从午门到昭德门的位移大小约为（ ）



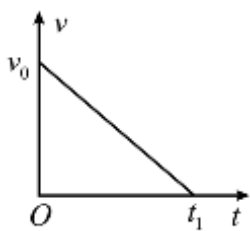
- A. 90m B. 180m C. 200m D. 270m

2. 下表中记录了三种交通工具在某段时间中的运动情况，根据表中数据可知（ ）

交通工具	初速度/($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	末速度/($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	经过时间/s
自行车下坡	2	6	2
火车出站	0	20	100
飞机飞行	200	200	10

- A. 飞机的速度变化量最大
B. 自行车的速度变化最快
C. 火车的速度变化最快
D. 火车的加速度最大

3. 在地面上以初速度 v_0 把物体竖直向上抛出，经过时间 t_1 ，物体到达最高点。不计空气阻力，在上升过程中，物体的速度 v 随时间 t 的变化关系如图所示。在 $0 \sim t_1$ 时间内，物体的加速度（ ）



- A. 保持不变
B. 逐渐减小
C. 逐渐增大
D. 先增大后减小

4. “天宫课堂”第四课于 2023 年 9 月 21 日 15 时 45 分开课，神舟十六号航天员景海鹏，朱杨柱、桂海潮在中国空间站梦天实验舱面向全国青少年进行太空科普授课。在奇妙“乒乓球”实验中，航天员朱杨柱用水袋做了一颗水球，桂海潮用白毛巾包好的球拍击球，水球被弹开。对于该实验说法正确的是（ ）

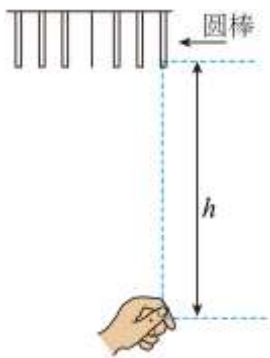


- A. 击球过程中，水球所受弹力是由于水球发生形变产生的
B. 击球过程中，水球对“球拍”的作用力与“球拍”对水球的作用力是一对平衡力
C. 梦天实验舱内，水球体积越大其惯性越大
D. 梦天实验舱内可进行牛顿第一定律的实验验证

5. 物理关系式在确定了物理量大小关系的同时，也确定了物理量单位之间的关系，因此物理上可以通过单位之间的关系判断公式的合理性，这一方法称作量纲分析法。请用量纲分析法。解决下面问题：一个恒力单独作用在质量为 m_1 的物体上时，产生的加速度为 a_1 ；单独作用在质量为 m_2 的物体上时，产生的加速度为 a_2 ；若这个恒力单独作用在质量为 $m_1 + m_2$ 的物体上时，产生的加速度为（ ）

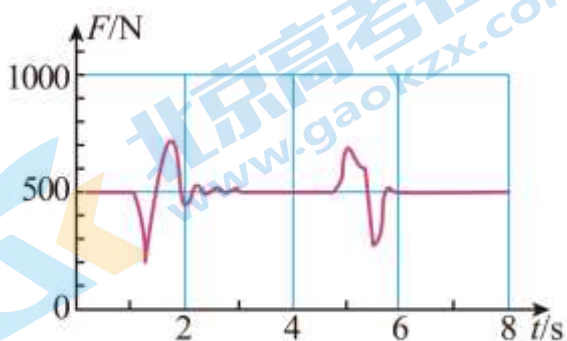
- A. $a_1 \cdot a_2$ B. $\frac{a_1}{a_2}$ C. $\frac{a_1 + a_2}{a_1 a_2}$ D. $\frac{a_1 a_2}{a_1 + a_2}$

6. 某款“眼疾手快”玩具可用来锻炼人的反应能力与手眼协调能力。如图所示，该玩具的圆棒长度 $L=0.25\text{m}$ ，游戏者将手放在圆棒的正下方，手（视为质点）离圆棒下端的距离 $h=1.25\text{m}$ ，不计空气阻力，取重力加速度大小 $g = 10\text{m/s}^2$ ， $\sqrt{30} = 5.5$ ，圆棒由静止释放的时刻为 0 时刻，游戏者能抓住圆棒的时刻可能是（ ）



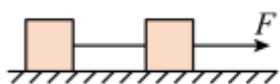
- A. 0.6s B. 0.54s C. 0.48s D. 0.45s

7. 某同学站在力传感器上观察“体重”变化现象。由稳定的站姿变化到稳定的蹲姿称为“下蹲”过程；由稳定的蹲姿变化到稳定的站姿称为“站起”过程。如图显示的是该同学站在力传感器上，“下蹲”和“站起”的过程力传感器的示数随时间变化情况。已知重力加速度大小为 g ，下列说法正确的是（ ）



- A. 1s~2s 内，该同学下蹲，先出现超重现象后出现失重现象
 B. 5s~6s 内，该同学站起，先出现失重现象后出现超重现象
 C. 该同学下蹲过程中，其重心向下加速度的最大值约为 $0.6g$
 D. 该同学站起过程中，其重心向上加速度的最大值约为 $1.4g$

8. 如图所示，在光滑水平地面上，两相同物块用细线相连，两物块质量均为 1kg ，细线能承受的最大拉力为 2N 。若在水平拉力 F 作用下，两物块一起向右做匀加速直线运动。则 F 的最大值为（ ）



- A. 1N B. 2N C. 4N D. 5N

9. 如图为某小孩沿滑梯的滑板斜面做匀加速下滑的情境，利用此情境可测定滑板与小孩裤料之间的动摩擦因数。已知滑板斜面的长度为 5.0m 、水平跨度为 4.0m 、高为 3.0m 。测得小孩从静止开始下滑 2s 内运动的位移为 4.0m 。不计空气阻力，重力加速度为 10m/s^2 。则滑板与小孩裤料之间的动摩擦因数为（ ）

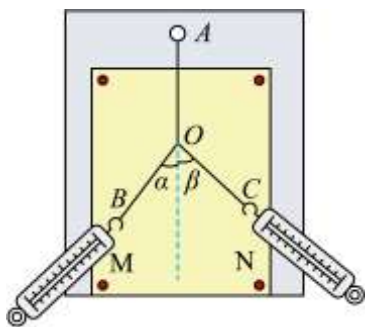


- A. 0.50 B. 0.60

C. 0.75

D. 0.80

10. 在“探究互成角度的两个力的合成规律”实验中的一次测量如图所示，两个测力计 M、N 的拉力方向互相垂直，即 $\alpha + \beta = 90^\circ$ 。若保持测力计 M 的读数不变，当角 α 由图中所示的值逐渐减小时，要使橡皮筋的活动端仍在 O 点，可采用的办法是（ ）



A. 增大 N 的读数，减小 β 角

B. 减小 N 的读数，减小 β 角

C. 减小 N 的读数，增大 β 角

D. 增大 N 的读数，增大 β 角

二、多项选择题（本题共 4 小题，每小题 4 分，共 16 分。每小题全部选对的得 4 分，选对但不全的得 2 分，有选错的得 0 分。）

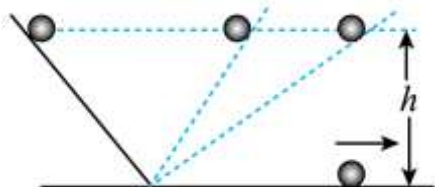
11. 伽利略设想了一个理想实验：

①如果没有摩擦，也不考虑其余能量损失，小球将上升到原来的高度

②若将第二个斜面放平时，球将永远滚动下去

③减小第二个斜面的倾角，小球达到原来高度运动的距离得更远

④两个平滑连接的斜面，让小球从一个斜面静止滚下，小球将“冲”上另一个斜面



关于这个实验，下列说法正确的是（ ）

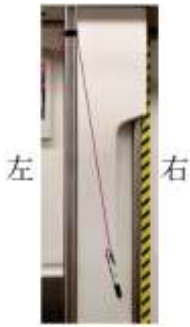
A. 对理想实验各步骤顺序的排列正确的是④①③②

B. 对理想实验各步骤顺序的排列正确的是④③①②

C. 伽利略通过理想斜面实验得出了力不是维持物体运动的原因

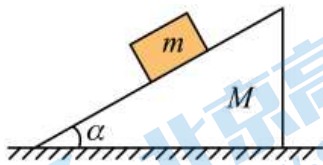
D. 伽利略的理想斜面实验体现了实验和逻辑推理相结合的研究方法

12. 某同学将一支圆珠笔绑在一根细绳的下端，细绳的上端用胶布固定在地铁的竖直扶手上。地铁沿平直轨道运动，在某段时间内，细绳和笔相对车厢静止，该同学用手机拍摄的一张照片如图所示，照片的拍摄方向跟地铁前进方向垂直。由此判断该地铁在此段时间内，可能（ ）



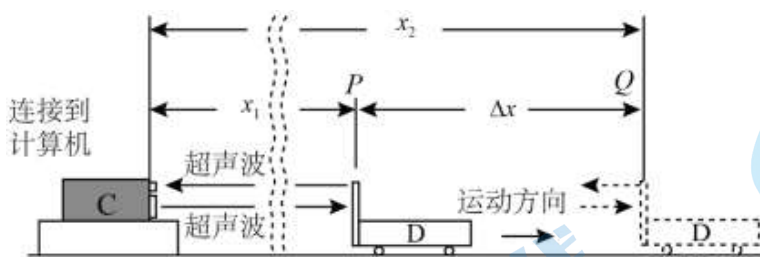
- A. 向左加速驶出地铁站
 B. 向左减速驶入地铁站
 C. 向右加速驶出地铁站
 D. 向右减速驶入地铁站

13. 倾角为 α 、质量为 M 的斜面体静止在水平桌面上，质量为 m 的木块静止在斜面体上。下列结论正确的是 ()



- A. 木块受到的摩擦力大小是 $mg \sin \alpha$
 B. 木块对斜面体的压力大小是 $mg \sin \alpha$
 C. 桌面对斜面体的摩擦力大小是 $mg \sin \alpha \cos \alpha$
 D. 桌面对斜面体没有摩擦力

14. 可以用位移传感器测量速度，如图所示，位移传感器工作时由装置 C 发出短暂超声波脉冲，脉冲被运动物体反射后又被装置 C 接收，通过发射与接收的时间差和超声波的速度可以计算出被测物体运动的平均速度。若被测物体正远离装置 C，已知第一次发射和接收超声波脉冲的时间间隔为 t_1 ，第二次发射和接收超声波脉冲的时间间隔为 t_2 ，两次脉冲发出的时间间隔为 t_3 ，超声波在空气中的速度为 v ，则以下说法正确的是 ()



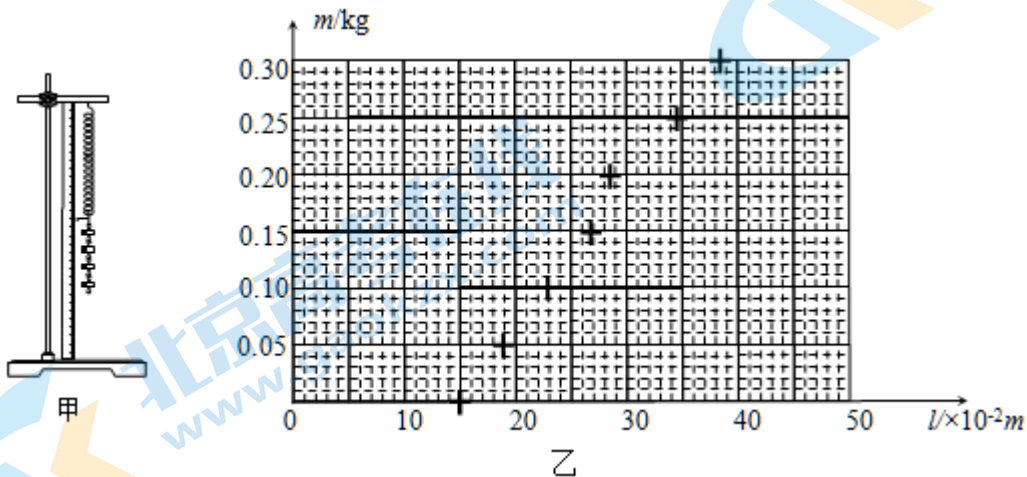
- A. 第一次发射的超声波到达被测物体时，被测物体到位置 C 的距离为 $\frac{vt_1}{2}$
 B. 第二次发射的超声波到达被测物体时，被测物体到位置 C 的距离为 $\frac{vt_2}{2}$
 C. 被测物体的平均速度为 $\frac{v(t_2 - t_1)}{2t_3 + t_1 + t_2}$

D. 被测物体的平均速度为 $\frac{v(t_2 - t_1)}{2t_3 - t_1 + t_2}$

第二部分 非选择题

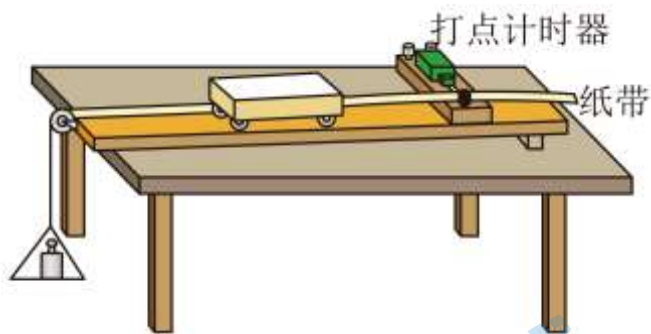
三、实验题（本题共 2 小题，共 16 分）

15. 某实验小组用如图甲所示的装置做了“探究弹力和弹簧伸长量的关系”的实验。根据实验测得数据的对应点在图乙中标出



- (1) 根据描出的计数点，请作出钩码质量 m 与弹簧长度 l 之间的关系图线（ ）
- (2) 根据图线求此弹簧的劲度系数 $k = \underline{\hspace{2cm}}$ N/m (g 取 9.8 m/s^2 ，计算结果保留三位有效数字)
- (3) 写出弹簧弹力 F 和弹簧长度 l 之间关系的函数表达式： $\underline{\hspace{2cm}}$

16. 下图为“验证牛顿第二定律”的实验装置示意图。用悬挂重物的方法为小车提供拉力，用打点计时器测量小车下滑时的加速度，通过改变重物的质量（本实验用槽码作为重物）改变对细绳的拉力，从而探究出小车在不同拉力下的加速度。



(1) 实验中，为了使细线对小车的拉力等于小车所受的合外力，先调节长木板一端滑轮的高度，使细线与长木板平行。接下来还需要将长木板的一端垫起适当的高度，关于这一项操作以下说法正确的是 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。【只有一个正确选项】

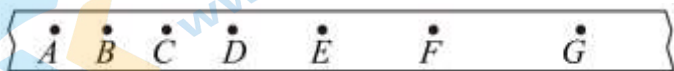
- A. 这样做的目的是为了小车更快地下滑，因为一个砝码提供的拉力太小，不足以拉动小车
- B. 这样做是不合适的，因为小车将在重力作用下向下运动，从而使得小车加速运动的力不仅仅是细线的拉力
- C. 这里适当的高度是指在这个高度下，当小车没有受到细线拉力时，小车恰好能够匀速运动

D. 将长木板的一端垫起适当的高度，观察判断小车是否做匀速运动的方法是让小车连着已经穿过打点计时器的纸带、细线和砝码盘，给打点计时器通电，轻推小车，从打出的纸带判断小车是否做匀速运动

(2) 实验中设小车的质量为 M ，槽码的质量为 m_0 ，要使小车下滑时受到的合力大小更接近砝码受到的重力，进行质量 m_0 和 M 的选取，以下最合理的一组是_____。

- A. $M = 200\text{g}$ ， $m_0 = 10\text{g}$ 、 15g 、 20g 、 25g 、 30g 、 40g
- B. $M = 200\text{g}$ ， $m_0 = 20\text{g}$ 、 40g 、 60g 、 80g 、 100g 、 120g
- C. $M = 400\text{g}$ ， $m_0 = 10\text{g}$ 、 15g 、 20g 、 25g 、 30g 、 40g
- D. $M = 400\text{g}$ ， $m_0 = 20\text{g}$ 、 40g 、 60g 、 80g 、 100g 、 120g

(3) 下图所示，是实验中用打点计时器得到的一条纸带， A 、 B 、 C 、 D 、 E 、 F 、 G 为7个相邻的计数点，相邻的两个计数点之间还有四个点未画出。测量出相邻的计数点之间的距离分别为： $x_{AB} = 4.22\text{cm}$ 、 $x_{BC} = 4.65\text{cm}$ 、 $x_{CD} = 5.08\text{cm}$ 、 $x_{DE} = 5.49\text{cm}$ 、 $x_{EF} = 5.91\text{cm}$ 、 $x_{FG} = 6.34\text{cm}$ 。已知打点计时器的工作频率为 50Hz ，则小车的加速度 $a =$ _____ m/s^2 (结果保留两位有效数字)。



(4) 保持小车质量 M 和左侧槽码的质量 m_0 不变，改变小车中放入砝码的质量 m ，计算出小车的加速度 a ，为了能更直接地反映物体的加速度与物体质量的关系，应作出的图像是_____。

- A. a 随 $M + m$ 变化的图像
- B. a 随 $\frac{1}{M + m}$ 变化的图像
- C. a 随 m 变化的图像
- D. a 随 $\frac{1}{m}$ 变化的图像

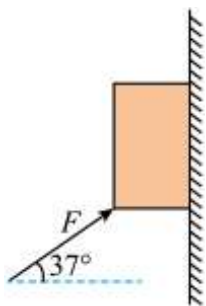
四、计算题 (本题共 4 小题，共 36 分，计算要有合适的过程、论述要清晰完整有逻辑)

17. 如图，用一根轻质细绳将一幅重力为 12N 的画框对称悬挂在墙壁上，画框上两个挂钉间的距离为 0.6m ，两挂钉间绳子长度为 1m 。求绳子承受的拉力大小。



18. 如图所示，质量为 1kg 的物体与竖直墙面间的动摩擦因数为 $\mu = 0.4$ 。在与水平方向成 37° 角斜向上的推力 F 作用下，以 4m/s^2 的加速度，沿墙面向上加速运动。 $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ ， g 取 10m/s^2 。求

- (1) 推力 F 的大小；
- (2) 物块对墙壁压力的大小。

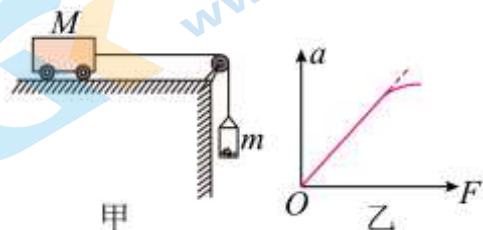


19. 如图甲所示，水平面上的小车，用轻绳跨过定滑轮使之与盛有砂的砂桶相连。已知小车的质量为 M ，砂和桶的质量为 m ，重力加速度为 g ，不计摩擦阻力与空气的阻力。

(1) 根据牛顿第二定律，求细线作用于小车的拉力 F ；并根据以上计算结果分析说明，当满足什么条件时，细线作用于小车的拉力 F 近似等于砂和桶所受的重力 mg ？

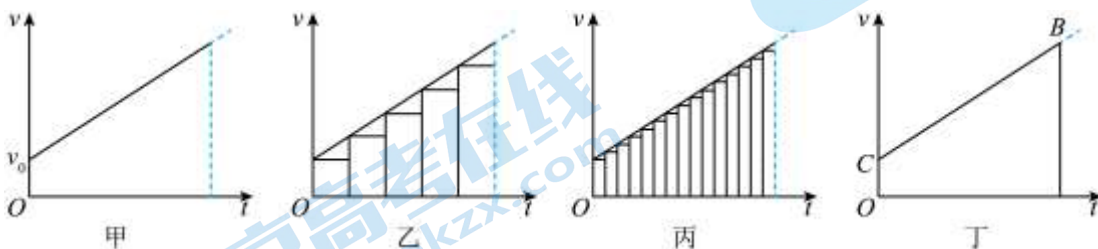
(2) 认为细线对小车拉力 $F = mg$ 。保持 M 不变，改变 m ，小车的加速度 a 会随之改变。通过实验方法测得 a 、 m ，并描绘 $a - F$ 图，发现图线如图乙所示。请通过计算，从理论上解释图像为什么会发生弯曲？

(3) 基于上述分析计算，仅利用此装置，取“小车和砂桶”为一个物体，怎么探究“质量不变时，加速度与外力的关系”？简述实验方案。

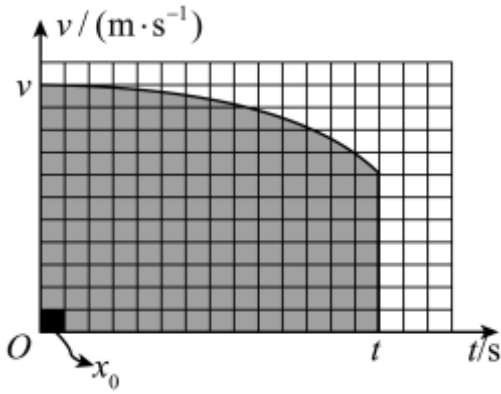


20. 在处理较复杂的变化量问题时，常常先把整个区间化为若干极小的区间，认为每一小区间内研究的量不变，再求和。这是物理学中常用的一种方法，即微元法。

例如，在研究匀变速直线运动位移时，利用 $v-t$ 图象，把运动过程划分成很多的小段，用所有这些小段的位移之和，近似代表物体在整个过程中的位移。小矩形越窄，多个小矩形的面积之和越接近物体的位移。可以想象，如果把整个运动过程分割得非常非常细，很多很多小矩形的面积之和就能非常精确地代表物体的位移了。这时，很多很多小矩形顶端的“锯齿形”就看不出来了，这些小矩形合在一起成了一个梯形 $OABC$ （图丁）。这个梯形的面积就代表做匀变速直线运动的物体从开始（此时速度是 v_0 ）到 t 时刻（此时速度是 v ）这段时间间隔的位移。



(1) 上述这种分析问题的方法具有一般意义，原则上对于处理任意形状的 $v-t$ 图象都适用。某运动物体 $v-t$ 图象如图所示，已知图中涂成黑色小方块面积代表位移为 x_0 ，请结合题干介绍的方法，根据图像估算物体在 t 时间内的位移。



(2) 有一只蚂蚁离开蚁巢沿直线爬行。它的速度 v 与它离开蚁巢的距离 x 之间满足关系 $v = \frac{lv_0}{l+x}$ ，其中常数 $l=2\text{m}$ ，它离开蚁巢的初速度 $v_0=0.02\text{m/s}$ 。

① 请你说明蚂蚁的速度 v 随 x 如何变化，并求出蚂蚁离开蚁巢距离 $x=2\text{m}$ 时瞬时速度大小。

② 画出蚂蚁爬行速度的倒数 $\frac{1}{v}$ 与它离开蚁巢距离 x 的关系图象，利用该图象求出蚂蚁离开蚁巢爬行 $x=2\text{m}$ 所用的时间，并说明求解的依据。



参考答案

第一部分 选择题

一、单项选择题（本题共 10 小题，每小题 3 分，共 30 分。在每小题给出的四个选项中，只有一个选项是符合题意的。）

1. 【答案】C

【详解】位移是矢量，故其运算符合平行四边形法则。即午门到昭德门的位移大小

$$x = \sqrt{(180\text{m})^2 + (90\text{m})^2} \approx 200\text{m}$$

故选 C。

2. 【答案】B

【详解】自行车的速度变化量

$$\Delta v_1 = 6\text{m/s} - 2\text{m/s} = 4\text{m/s}$$

火车的速度变化量为

$$\Delta v_2 = 20\text{m/s} - 0 = 20\text{m/s}$$

飞机的速度变化量为

$$\Delta v_3 = 100\text{m/s} - 100\text{m/s} = 0$$

可知飞机的加速度为零，火车的加速度为

$$a_2 = \frac{\Delta v_2}{\Delta t_2} = 0.2\text{m/s}^2$$

自行车的加速度为

$$a_1 = \frac{\Delta v_1}{\Delta t_1} = 2\text{m/s}^2$$

加速度是表示物体速度变化快慢的物理量，可知 B 正确，ACD 错误。

故选 B。

3. 【答案】A

【详解】根据速度时间图象的斜率表示加速度可知，在 $0 \sim t_1$ 时间内图象的斜率不变，故物体的加速度不变。

故选 A。

4. 【答案】C

【详解】A. 击球过程中，水球所受弹力是由于球拍发生形变产生的，故 A 错误；

B. 击球过程中，水球对“球拍”的作用力与“球拍”对水球的作用力是作用力与反作用力，故 B 错误；

C. 梦天实验舱内，水球体积越大，水球质量越大，其惯性越大，故 C 正确；

D. 牛顿第一定律是理想情况，不可用实验直接验证，故 D 错误。

故选 C

5. 【答案】D

【详解】根据牛顿第二定律可分别列关系式

$$F = m_1 a_1$$

$$F = m_2 a_2$$

$$F = (m_1 + m_2) a$$

联立解得这个恒力单独作用在质量为 $m_1 + m_2$ 的物体上时，产生的加速度为

$$a = \frac{a_1 a_2}{a_1 + a_2}$$

故选 D。

6. 【答案】B

【详解】圆棒由静止释放到圆棒下端经过手时有

$$h = \frac{1}{2} g t_1^2$$

圆棒上端经过手时有

$$h + L = \frac{1}{2} g t_2^2$$

解得

$$t_1 = 0.5\text{s}, \quad t_2 = \frac{\sqrt{30}}{10}\text{s} = 0.55\text{s}$$

可知游戏者能抓住圆棒的时刻应在 0.5s~0.55s 之间。

故选 B。

7. 【答案】C

【详解】A. 1s~2s 内，该同学下蹲，先出现失重现象后出现超重现象。A 错误；

B. 5s~6s 内，该同学站起，先出现超重现象后出现失重现象。B 错误；

C. 由图像可知，该同学体重

$$G = 500\text{N}$$

该同学质量

$$m = \frac{G}{g} = \frac{500}{10}\text{kg} = 50\text{kg}$$

由图像可知，下蹲过程中 F 的最小值约为 200N。其重心向下加速度的最大值约为

$$a_m = \frac{G - F}{m} = \frac{500 - 200}{50}\text{m/s}^2 = 6\text{m/s}^2 = 0.6g$$

C 正确；

D. 由图像可知，该同学站起过程中， F 的最大值约为 700N，其重心向上加速度的最大值约为

$$a'_m = \frac{F-G}{m} = \frac{700-500}{50} \text{m/s}^2 = 4\text{m/s}^2 = 0.4g$$

D 错误。

故选 C。

8. 【答案】C

【详解】对两物块整体做受力分析有

$$F = 2ma$$

再对于后面的物块有

$$F_{T\max} = ma$$

$$F_{T\max} = 2\text{N}$$

联立解得

$$F = 4\text{N}$$

故选 C。

9. 【答案】A

【详解】由题知，小孩从静止开始下滑 2s 内运动的位移为 4.0m，则有

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

可知

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

对小孩做受力分析后有

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

且已知滑板斜面的长度为 5.0m、水平跨度为 4.0m、高为 3.0m，则

$$\theta = 37^\circ$$

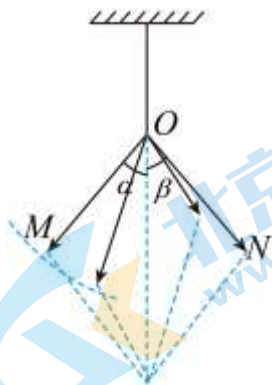
联立解得

$$\mu = 0.5$$

故选 A。

10. 【答案】B

【详解】依题意，当角 α 的值逐渐减小时，要使橡皮筋的活动端仍在 O 点，即两个拉力的合力不变，如图所示



可采用的办法是减小 N 的读数，减小 β 角。

故选 B。

二、多项选择题（本题共 4 小题，每小题 4 分，共 16 分。每小题全部选对的得 4 分，选对但不全的得 2 分，有选错的得 0 分。）

11. 【答案】ACD

【详解】AB. 伽利略理想斜面实验是：④两个平滑连接的斜面，让小球从一个斜面静止滚下，小球将“冲”上另一个斜面，若存在摩擦力，小球到达第二个斜面上的高度小于第一个斜面释放的高度。①若没有摩擦力，也不考虑两斜面连接处的能量损失，小球将到达第二个斜面与释放时等高的位置。③减小第二个斜面的倾斜角，小球在第二个斜面上达到原来高度运动的距离得更远。②若将第二个斜面放平时，小球达不到等高位置将永远滚动下去，对理想实验各步骤顺序的排列正确的是④①③②，A 正确，B 错误；

C. 伽利略通过理想斜面实验得出了力不是维持物体运动的原因，力是改变物体运动状态的原因，C 正确；

D. 伽利略的理想斜面实验开创了科学实验和逻辑推理相结合的物理研究方法，D 正确。

故选 ACD。

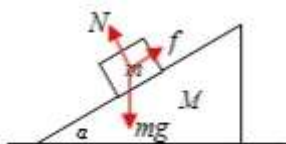
12. 【答案】AD

【详解】当圆珠笔与地铁相对静止时，圆珠笔的加速度与地铁的加速度相同，照片中圆珠笔向右偏，说明圆珠笔受到的合力方向向左，其加速度方向向左，故地铁的加速度方向向左，地铁向左做加速运动，或者地铁向右减速运动。

故选 AD。

13. 【答案】AD

【详解】AB. 根据平衡条件得质量为 m 的木块受力分析如图所示



得木块受到的摩擦力大小为

$$f = mg \sin \alpha$$

斜面体对物块的支持力为

$$N = mg \cos \alpha$$

根据牛顿第三定律得木块对斜面体的压力大小为

$$N' = N = mg \cos \alpha$$

故 A 正确，B 错误；

CD. 以木块和斜面体整体为研究对象，整体受重力和桌面的支持力两个力的作用而静止，合力为零，根据平衡条件可知，水平方向没有其他外力，则桌面对斜面体没有摩擦力，故 C 错误，D 正确。

故选 AD。

14. 【答案】 ABD

【详解】 A. 超声波在空气中的速度为 v ，因此第一次发射的超声波到达被测物体时，被测物体到位置 C 的距离为

$$x_1 = \frac{vt_1}{2}$$

A 正确；

B. 第二次发射的超声波到达被测物体时，被测物体到位置 C 的距离为

$$x_2 = \frac{vt_2}{2}$$

B 正确；

CD. 两次发射超声波到达被测物体的时间间隔为

$$\Delta t = t_3 - \frac{t_1}{2} + \frac{t_2}{2}$$

则被测物体的平均速度为

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\frac{vt_2}{2} - \frac{vt_1}{2}}{t_3 - \frac{t_1}{2} + \frac{t_2}{2}} = \frac{v(t_2 - t_1)}{2t_3 - t_1 + t_2}$$

C 错误，D 正确。

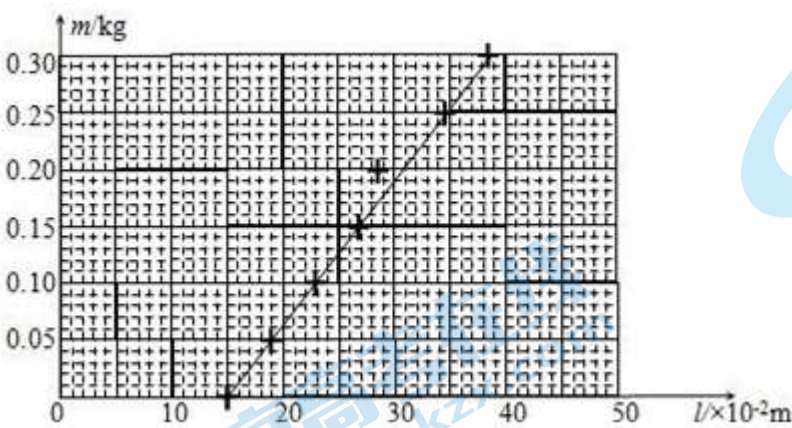
故选 ABD。

第二部分 非选择题

三、实验题（本题共 2 小题，共 16 分）

15. 【答案】 ①. 见解析 ②. 12.5 ③. $F=12.5 \times (l - 0.15)$ N

【详解】 (1) [1] 描点作图，如图所示



(2) [2] 图象的斜率表示劲度系数，故

$$k = \frac{\Delta F}{\Delta x} = \frac{(0.3 - 0) \times 9.8}{0.385 - 0.150} \text{ N/m} = 12.5 \text{ N/m}$$

(3) [3] 图线与 x 轴的交点坐标 $L_0 = 15 \text{ cm} = 0.15 \text{ m}$ ，代表弹簧的原长根据 $F = kx$ 可知

$$F=12.5 \times (l - 0.15) \text{ N}$$

16. 【答案】 ①. C ②. C ③. 0.42 ④. B

【详解】(1) [1]实验前将长木板的一端垫起适当的高度目的是为了平衡摩擦力，为了使细线对小车得拉力等于小车所受的合力，观察判断小车是否做匀速运动的方法是让小车连着已经穿过打点计时器的纸带，撤去细线和砝码盘，给打点计时器通电，轻推小车，从打出的纸带判断小车是否做匀速运动。

故选 C。

(2) [2]当砝码和砝码盘的总质量远远小于小车的质量时砝码和砝码盘的总重力等于小车所受的合力，因此小车的质量的越大，砝码和砝码盘的总质量越小越符合。

故选 C。

(3) [3]根据逐差法可知小车的加速度为

$$a = \frac{x_{DE} + x_{EF} + x_{FG} - x_{AB} - x_{BC} - x_{CD}}{9T^2} \approx 0.42 \text{ m/s}^2$$

(4) [4] 改变小车中放入砝码的质量，左侧槽码的质量 m_0 不变，小车所受的合力不变，根据

$$F = (M + m) a$$

可知， $a - \frac{1}{M + m}$ 图像为倾斜直线，而 $a - (M + m)$ 为曲线，所以直接地反映物体的加速度与物体质量的关系，应作出 $a - \frac{1}{M + m}$ 的图像。

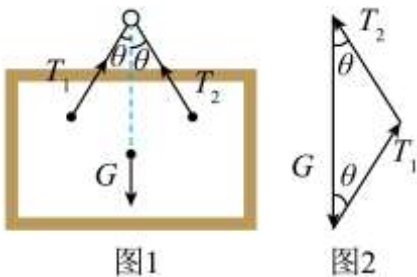
关系，应作出 $a - \frac{1}{M + m}$ 的图像。

故选 B。

四、计算题（本题共 4 小题，共 36 分，计算要有合适的过程、论述要清晰完整有逻辑）

17. 【答案】 7.5N

【详解】画框受重力 G ，大小相等的绳子拉力 T_1 和 T_2 ，如图 1 所示，绳与竖直方向的夹角为 θ



由几何关系有

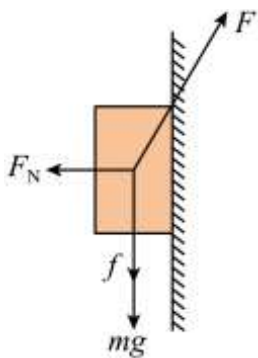
$$\cos\theta = 0.8$$

由于画框静止，三力的关系如图 2 所示

$$T_1 = T_2 = \frac{G}{2\cos\theta} = 7.5\text{N}$$

18. 【答案】 (1) 50N; (2) 40N

【详解】(1) (2) 对物体受力分析，如图所示



竖直方向做匀加速直线运动，由牛顿第二定律可得

$$F \sin 37^\circ - \mu F_N - mg = ma$$

水平方向，受力平衡可得

$$F \cos 37^\circ = F_N$$

联立，解得

$$F = 50\text{N}, F_N = 40\text{N}$$

根据牛顿第三定律可知物块对墙壁压力的大小为

$$F'_N = F_N = 40\text{N}$$

19. 【答案】(1) $F = \frac{mg}{1 + \frac{m}{M}}$ ，见解析；(2) 见解析；(3) 见解析

【详解】(1) 设绳子上的拉力为 F ，对小车有

$$F = Ma$$

对砂和桶有

$$mg - F = ma$$

整理有

$$F = \frac{mg}{1 + \frac{m}{M}}$$

由上述式子可知，当 $m \ll M$ 时， $F = mg$ ，所以当砂和桶的质量远远小于小车的质量时，细线作用于小车的拉力 F 近似等于砂和桶所受的重力 mg 。

(2) 对小车有

$$F = Ma$$

整理有

$$a = \frac{1}{M} F$$

由解析式可知，其图像为一条倾斜的直线，由之前的分析可知

$$F = \frac{mg}{1 + \frac{m}{M}}$$

当砂和桶的质量远远小于小车的的质量时，细线作用于小车的拉力 F 近似等于砂和桶所受的重力 mg ，当其不满足远远小于时，其拉力 F 不等于砂和桶的重力，所以图像出现明显偏折，即发生弯曲。

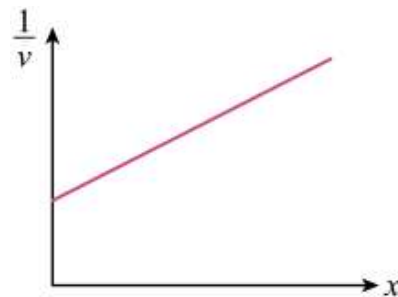
(3) 保持小车和砂桶的质量不变，设砂桶的质量为 m_1 ，沙的质量为 m_2 ，根据牛顿第二定律

$$(m_1 + m_2)g = (m_1 + m_2 + M)a$$

整理得

$$\frac{1}{a} = \frac{M}{(m_1 + m_2)g} + \frac{1}{g}$$

多次改变砂桶内砂的质量，作出 $\frac{1}{a} - \frac{1}{m_1 + m_2}$ 图像，是一条直线，斜率为 $\frac{M}{g}$ ，纵截距为 $\frac{1}{g}$ ，即可验证。



20. 【答案】(1) $139x_0$ ； (2) v 随 x 增大而减小， $v=0.01\text{m/s}$ ； (3)

$t=150\text{s}$ ，见解析

【详解】(1) 黑色小方块面积代表位移为 x_0 ，根据原则大于一半的算一个，小于一半的舍去，得总个数为 139，所以物体在 t 时间内的位移 $139x_0$ 。

(2) ①由速度 v 与距离 x 之间函数关系知 v 随 x 增大而减小，当 $x=2\text{m}$ 时，瞬时速度大小为

$$v = \frac{2 \times 0.02}{2 + 2} \text{ m/s} = 0.01 \text{ m/s}$$

② 速度 v 与距离 x 之间函数关系变形得表达式

$$\frac{1}{v} = \frac{1}{v_0} + \frac{1}{lv_0}x$$

所以得到蚂蚁爬行速度的倒数 $\frac{1}{v}$ 与它离开蚁巢距离 x 的关系图象如下



由图像得 $S = \sum \frac{1}{v} \Delta x = \sum \Delta t = t$

得 $x=2m$ 所用的时间为

$t=150s$



关于我们

北京高考在线创办于 2014 年，隶属于北京太星网络科技有限公司，是北京地区极具影响力的中学升学服务平台。主营业务涵盖：北京新高考、高中生涯规划、志愿填报、强基计划、综合评价招生和学科竞赛等。

北京高考在线旗下拥有网站门户、微信公众平台等全媒体矩阵生态平台。平台活跃用户 50W+，网站年度流量数千万量级。用户群体立足于北京，辐射全国 31 省市。

北京高考在线平台一直秉承“精益求精、专业严谨”的建设理念，不断探索“K12 教育+互联网+大数据”的运营模式，尝试基于大数据理论为广大中学和家长提供新鲜的高考资讯、专业的高考政策解读、科学的升学规划等，为广大高校、中学和教科研单位提供“衔接和桥梁纽带”作用。

平台自创办以来，为众多重点大学发现和推荐优秀生源，和北京近百所中学达成合作关系，累计举办线上线下升学公益讲座数千场，帮助数十万考生顺利通过考入理想大学，在家长、考生、中学和社会各界具有广泛的口碑影响力

未来，北京高考在线平台将立足于北京新高考改革，基于对北京高考政策研究及北京高校资源优势，更好的服务全国高中家长和学生。

推荐大家关注北京高考在线网站官方微信公众号：**京考一点通**，我们会持续为大家整理分享最新的高中升学资讯、政策解读、热门试题答案、招生通知等内容！

