



# 2024 北京海淀高一（上）期末

## 物 理

考生须知：

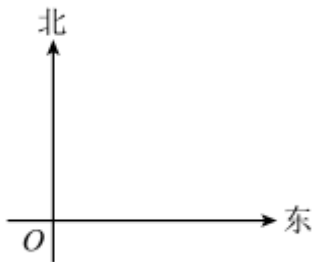
1. 本试卷共 8 页，共四道大题，20 道小题。满分 100 分。考试时间 90 分钟。
2. 在试卷和答题纸上准确填写学校名称、班级名称、姓名。
3. 答案一律填涂或书写在答题纸上，在试卷上作答无效。
4. 在答题纸上，选择题用 2B 铅笔作答，其余题用黑色字迹签字笔作答。
5. 考试结束，请将本试卷和答题纸一并交回。

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

1. 下列物理量属于标量的是（ ）

- A. 位移                      B. 加速度                      C. 力                      D. 质量

2. 小明同学参加了学校组织的定向越野活动。他从图中的  $O$  点出发，先向北走了 3km，又向东走了 4km 到达了目的地。在此过程中，下列说法正确的是（ ）



- A. 小明同学的路程为 4km                      B. 小明同学的路程为 5km  
C. 小明同学的位移大小为 5km                      D. 小明同学的位移大小为 7km

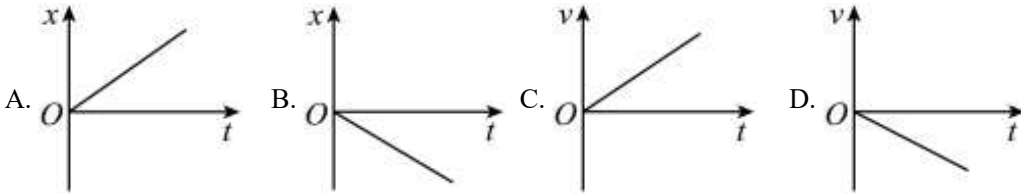
3. 人们生活中通常所说的“速度”，有时指瞬时速度，有时指平均速度。下列表述中的“速度”指平均速度的是（ ）

- A. 子弹射出枪口时的速度是 800m/s  
B. 运动员百米赛跑冲过终点时的速度是 10.2m/s  
C. 校园内十字路口处的最高限速为 25km/h  
D. 物体从 5m 高处自由下落时间为 1s，该过程的速度约为 5m/s

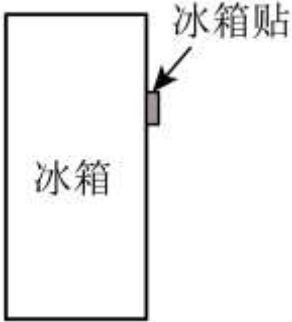
4. 一辆汽车的刹车过程可视为匀减速直线运动。关于汽车在该过程的运动情况，下列说法正确的是（ ）

- A. 速度越来越小                      B. 加速度越来越小  
C. 速度的变化率越来越小                      D. 相同时间内速度的变化量越来越小

5. 一个物体从静止自由下落，不考虑空气阻力的影响，取竖直向下为正方向。图中可能正确反映该物体位移  $x$ 、速度  $v$  随时间  $t$  变化关系的是（ ）

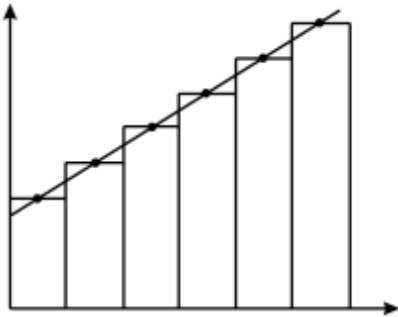


6. 如图所示，一个磁吸冰箱贴贴在冰箱的竖直表面上静止不动，可认为磁力垂直于接触面。关于冰箱贴受力的情况，下列说法正确的是（ ）



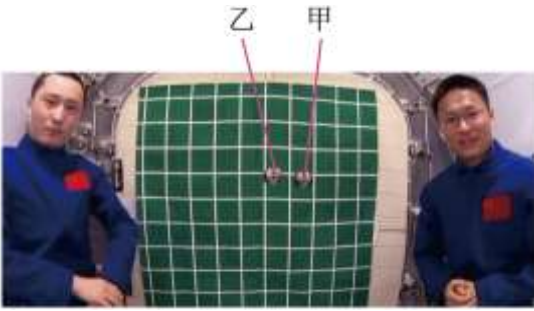
- A. 冰箱贴受到的磁力大于弹力
- B. 冰箱贴受到的重力和摩擦力是一对平衡力
- C. 冰箱贴受到的磁力和弹力是一对作用力与反作用力
- D. 冰箱贴受到的弹力是由于冰箱贴发生形变之后要恢复原状而产生的

7. 某同学利用打点计时器研究一个物体的运动，经过筛选，从一条纸带中选择合适的连续的点作为计数点，并在各计数点处将其剪断，然后将这些剪断的纸条并排粘贴在一张纸上，使这些纸条的下端对齐，作为横轴，第一个纸条的左端作为纵轴，最后将纸条上端的中点用线连接起来，发现是条直线，如图所示。用图研究该物体的运动，下列说法正确的是（ ）



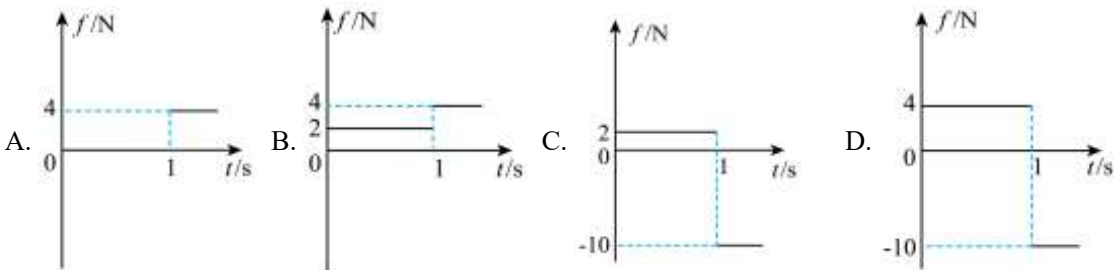
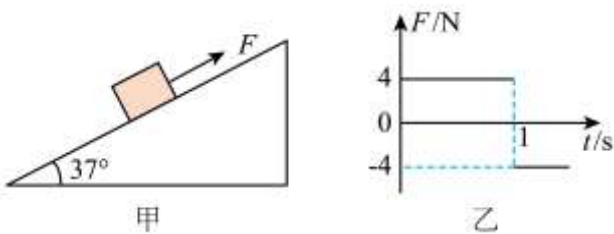
- A. 直线说明物体做匀速直线运动
- B. 直线的倾斜程度可以表示加速度大小
- C. 图像的纵轴可以表示时间
- D. 图像的横轴可以表示位移

8. 2023年9月21日，“天宫课堂”第四课在神舟十六号开讲。其中的一次实验，航天员在背景板前先将一个质量较小的钢球甲悬停在空中，然后将另一个质量较大的钢球乙向右扔出，乙球被扔出后沿直线匀速运动直到和甲球发生正碰，如图所示。碰撞后，乙球的速度有所减小，但仍继续向右匀速直线运动，而甲球被碰后则以较大的速度向右飞出。相对于背景板，下列说法正确的是（ ）



- A. 乙球被扔出的过程中，其运动状态始终保持不变
- B. 乙球被扔出后靠近甲的过程中，其运动状态会发生改变
- C. 两球碰撞过程中，甲球的运动状态发生改变，乙球的运动状态保持不变
- D. 两球碰撞过程中，甲、乙两球的运动状态均发生改变

9. 如图甲所示，在倾角  $37^\circ$  足够长的固定斜面上，以沿斜面向上为正方向， $t = 0$  时刻，将一质量  $m = 1.0\text{kg}$  的物体轻放在斜面上，同时施加如图乙所示的平行于斜面方向的力  $F$ 。物体与斜面间的动摩擦因数  $\mu = 0.50$ ，其与斜面间的最大静摩擦力可认为等于滑动摩擦力。已知  $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ ，取重力加速度  $g = 10\text{m/s}^2$ 。则图中可能正确反映物体受到的摩擦力  $f$  随时间  $t$  变化关系的是 ( )



10. 无人机携带载荷在空中可以做出各种飞行动作，若载荷始终被牢牢固定在无人机上，忽略载荷所受空气阻力。关于无人机对载荷的作用力，下列说法正确的是 ( )

- A. 若无人机悬停在空中保持静止时，该力为 0
- B. 该力在无人机斜向上匀速飞行时比斜向下匀速飞行时大
- C. 在无人机竖直向下加速俯冲过程中，该力一定大于载荷的重力
- D. 若无人机斜向下做加速度从 0 逐渐增大到  $g$  的加速直线运动，该力先减小再增大

**二、多项选择题。本题共 4 道小题，在每小题给出的四个选项中，有多个选项是符合题意的。(每小题 3 分，共 12 分。每小题全选对的得 3 分，选对但不全的得 2 分，不选或有选错的该小题不得分)**

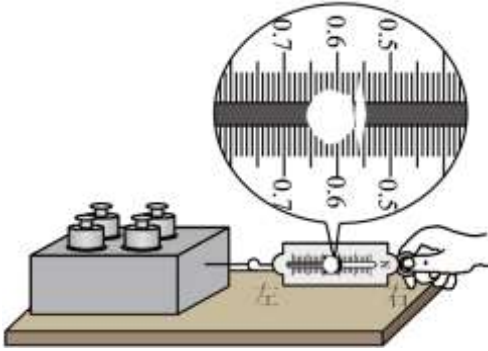
11. 关于运动赛场上的表现，下列说法正确的是 ( )

- A. 研究体操运动员在空中的优美动作时，不可以把运动员看作质点



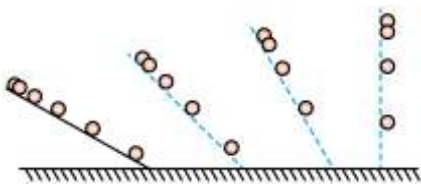
- B. 铅球运动员的投掷成绩，指的是铅球在空中运动过程中的位移
- C. 依据运动员百米赛跑的成绩可以计算出运动员在此过程中的平均速度
- D. 举重运动员将杠铃向上托举的过程中，人对地面的压力大于地面对人的支持力

12. 用如图所示装置研究静摩擦力的大小随拉力的变化规律，把木块放在固定的水平长木板上，在弹簧测力计的指针左侧轻放一个小纸团，它可以随指针移动。用弹簧测力计水平向右拉木块，使拉力由零缓慢增大，直至木块刚开始运动。下列说法正确的是（ ）



- A. 指针左侧小纸团的作用是标记滑动摩擦力的大小
- B. 指针左侧小纸团的作用是标记最大静摩擦力的大小
- C. 木块上放置的砝码的多少不影响小纸团标记的数值
- D. 木块上放置的砝码越多，小纸团标记的数值越大

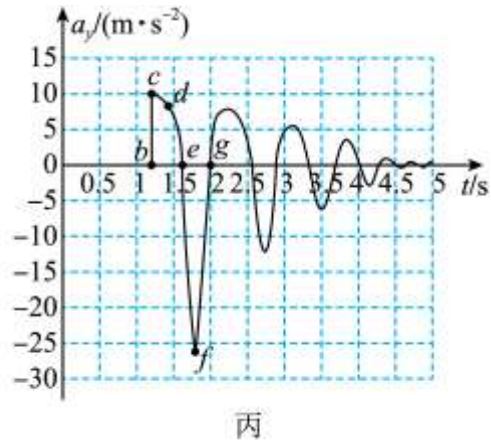
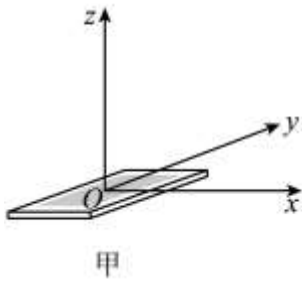
13. 早在 16 世纪末，伽利略就猜想落体运动的速度应该是均匀变化的。当时只能靠滴水计时，为此伽利略设计了“斜面实验”，反复做了上百次，验证了他的猜想。伽利略首先探究小球从静止开始下滑的距离与所用时间的关系，然后用如图所示的几个斜面的合理外推得出自由落体运动是一种最简单的变速运动。下列说法正确的是（ ）



- A. 伽利略认为若小球的速度随位移均匀变化，则位移与所用时间成正比
- B. 伽利略认为若小球的速度随时间均匀变化，则位移与所用时间成正比
- C. 伽利略认为若小球的速度随时间均匀变化，则位移与所用时间的二次方成正比
- D. 伽利略用小倾角的斜面做实验，是为了“冲淡”重力的影响，从而延长小球运动时间，易于测量

14. 如图甲所示，手机的加速度传感器可以在  $x$ 、 $y$ 、 $z$  三个方向测量手机的加速度，某同学利用橡皮筋悬挂手机的方法模拟蹦极运动。实验时，将  $xOy$  平面置于竖直状态， $y$  轴正方向竖直向下，实验情景如图乙所示，利用手机的加速度传感器测量手机从静止开始下落过程中加速度随时间变化的规律。在某次实验过程中，沿  $x$  轴、 $z$  轴方向的加速度  $a_x$ 、 $a_z$  始终几乎为 0，沿  $y$  轴方向的加速度  $a_y$  随时间  $t$  变化的图像如图丙所示， $t = 0$  时，手机处于静止状态，图像显示的  $a_y$  值为 0。根据图丙中的信息，下列说法正确的是

( )

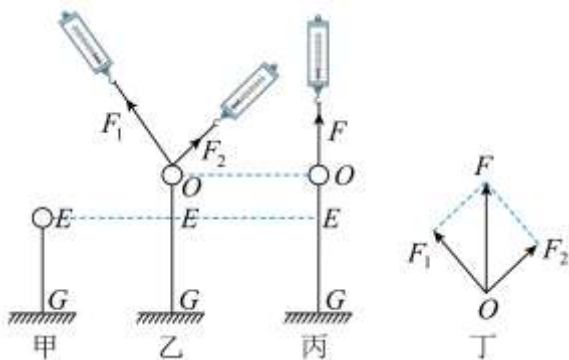


- A.  $c$  状态手机的速度第一次达到最大值
- B.  $e$  状态手机的速度第一次达到最大值
- C.  $e$  状态之后, 手机始终受到橡皮筋的拉力
- D. 手机运动的全过程中受到的最大拉力大小约为重力大小的 2.65 倍

**三、实验题。本题共 2 道小题。(15 题 8 分, 16 题 10 分, 共 18 分)**

15. 在“探究两个互成角度的力的合成规律”的实验中, 某同学将木板放在水平桌面上, 在木板上铺上白纸, 用以记录力的大小和方向。他所进行实验的主要步骤如下:

- ①如图甲所示, 轻质小圆环挂在橡皮条的一端, 另一端固定, 橡皮条的长度为  $GE$ ;
- ②用手通过两个弹簧测力计和细绳共同拉动小圆环。小圆环受到拉力  $F_1$ 、 $F_2$  的共同作用, 处于  $O$  点, 橡皮条伸长的长度为  $EO$ , 如图乙所示。记录  $O$  点位置以及  $F_1$ 、 $F_2$  的大小和方向;
- ③撤去  $F_1$ 、 $F_2$ , 改用一个弹簧测力计单独拉住小圆环, 仍使它处于  $O$  点, 此时弹簧测力计的示数为  $F$ , 如图丙所示。记录  $F$  的大小和方向;
- ④由纸上  $O$  点出发, 用力的图示法画出拉力  $F_1$ 、 $F_2$  和  $F$ , 用虚线把拉力  $F$  的箭头端分别与  $F_1$ 、 $F_2$  的箭头端连接, 如图丁所示, 观察所围成的形状。



- (1) 关于实验操作, 下列说法正确的是\_\_\_\_\_;
- A. 图乙中拉圆环的两根细绳必须等长
  - B. 测量时, 弹簧测力计必须保持弹簧轴线方向与细绳的方向在一条直线
  - C. 图丙中的圆环可以不拉到  $O$  点, 只需橡皮条的伸长量与图乙相同即可
- (2) 在步骤②的操作中, 若  $F_1$  与  $F_2$  的夹角小于  $90^\circ$ , 保持  $O$  点位置以及拉力  $F_2$  方向不变, 稍微减小  $F_1$

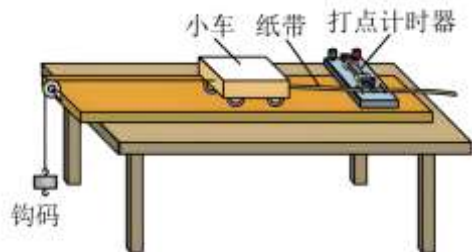


与  $F_2$  的夹角，两弹簧测力计示数大小的变化情况为\_\_\_\_\_；

- A.  $F_1$  增大 B.  $F_1$  减小 C.  $F_2$  增大 D.  $F_2$  减小

(3) 在步骤④中，观察到图丁所围成的形状像是一个\_\_\_\_\_，但这只是猜想。为了找到互成角度的力的合成规律，还要做的事情是\_\_\_\_\_。

16. 用图所示的装置研究小车速度随时间变化的规律。主要实验步骤如下：



- a. 安装好实验器材。接通电源后，在重物牵引下让拖着纸带的小车沿长木板运动，重复几次。  
 b. 选出一条点迹清晰的纸带，找一个合适的点当作计时起点  $O(t=0)$ ，然后每隔  $0.1s$  选取一个计数点，如图中  $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$ 、 $E$ 、 $F$ ……所示。



- c. 通过测量、计算可以得到在打  $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$ 、 $E$ ……点时小车的速度，分别记作  $v_1$ 、 $v_2$ 、 $v_3$ 、 $v_4$ 、 $v_5$ ……  
 d. 以速度  $v$  为纵轴、时间  $t$  为横轴建立直角坐标系，在坐标纸上描点。

结合上述实验步骤，请完成下列问题：

(1) 在下列仪器和器材中，还需要使用的有\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_（填选项前的字母）。

- A. 电压合适的  $50Hz$  交流电源 B. 电压可调的直流电源  
 C. 秒表 D. 刻度尺 E. 天平（含砝码）

(2) 在图中已标出计数点  $A$ 、 $B$ 、 $D$ 、 $E$  对应的坐标点，测量的数据中  $BD$  间的距离为  $17.40cm$ ，请在图中标出计数点  $C$  对应的坐标点，并画出  $v-t$  图像。\_\_\_\_\_

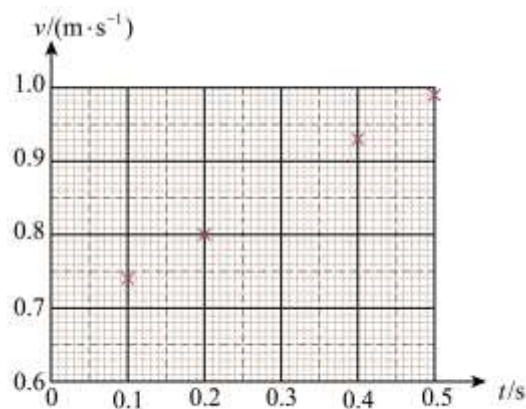


图14

(3) 观察  $v-t$  图像，可以判断小车的速度随时间\_\_\_\_\_变化（填“均匀”或“不均匀”）；根据图 14，



打下  $O$  点时小车的速度大小为\_\_\_\_\_m/s (结果保留 2 位有效数字)。

(4) 某同学用了另外一种方式判断小车的运动情况：在图的纸带上，先分别测量出从  $O$  点到  $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$ 、 $E$ 、 $F$  点的距离，再用每段距离除以其所对应的时间，最后他将这个比值作为纵坐标，除以的对应的时间作为横坐标并做出图像，结果他发现这些坐标的连线仍然是一条直线。请通过推导确定能否利用该图像判断小车的运动情况，并说明直线的斜率和其与纵轴的截距分别代表什么物理量。\_\_\_\_\_

**四、论述计算题。本题共 4 道小题。(17、18 题各 8 分，19、20 题各 12 分，共 40 分) 要求：写出必要的文字说明、方程式、演算步骤和答案。有数值计算的小题，答案必须明确写出数值和单位。**

17. 如图所示，装载油桶的汽车匀速行驶在水平地面上，车厢底板水平。请判断油桶对汽车的压力与油桶所受重力大小的关系，并说明理由。



18. 图所示的巨型娱乐器械可以使人体体验超重和失重状态。游客在被送到距地面  $h = 66.5\text{m}$  的高度后，由静止开始随座舱匀加速下落  $t = 3\text{s}$  到离地面  $h_1 = 24.5\text{m}$  的位置时，制动系统启动，座舱做匀减速运动，到达地面时刚好停下。取重力加速度  $g = 10\text{m/s}^2$ 。求：

- (1) 座舱在匀加速下落过程中的加速度的大小  $a_1$ ；
- (2) 在制动系统启动后，座舱座椅对质量  $m = 60\text{kg}$  的游客的支持力  $F_N$ 。



19. 两位同学在用如图所示的装置做实验。他们先将薄纸板  $B$  放在水平桌面上，再在纸板上放一个小物体  $A$ ，一位同学对纸板施加恒定的水平向右的拉力将其从小物体底下抽出。可认为最大静摩擦力与滑动摩擦力相等，各接触面间的动摩擦因数都相同，桌面足够长，忽略空气阻力的影响。

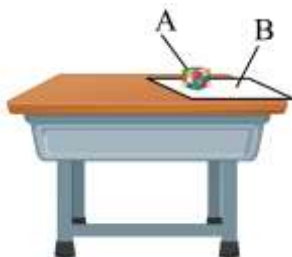
(1) 甲同学对纸板施加了恒定的水平向右的拉力，发现小物体与纸板一起运动，并没有将纸板从小物体底下抽出。已知小物体的质量  $m_A = 0.4\text{kg}$ ，纸板的质量  $m_B = 0.1\text{kg}$ ，各接触面间的动摩擦因数均为  $\mu = 0.2$ ，取重力加速度  $g = 10\text{m/s}^2$ 。

- ①求桌面对纸板  $B$  的摩擦力的大小；
- ②甲同学至少需要施加多大的拉力  $F$  才能将纸板从小物体底下抽出。

(2) 做完实验后，为了更容易抽出纸板  $B$  (即施加在纸板  $B$  上的拉力更小)，两位同学对实验条件进行了一些讨论：甲同学认为，物体  $A$  的质量越大，其越难随纸板一起运动，所以更容易抽出纸板；乙同学认为，物体  $A$  的质量越小，纸板  $B$  所受的摩擦力越小，所以更容易抽出纸板。请判断哪位同学的结论正确，



并说明理由。

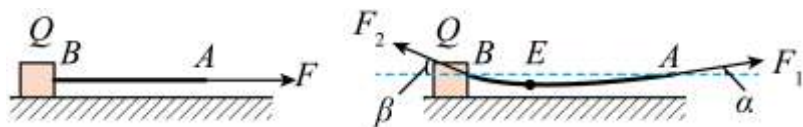


20. 在不同的条件下，我们可以建立不同的物理模型。将一根绳的  $B$  端与一质量为  $M$  的小物块  $Q$  相连，小物块  $Q$  可视为质点。用水平向右大小为  $F$  的恒力作用在绳的  $A$  端，使小物块  $Q$  沿光滑水平面做直线运动，如图所示。

(1) 轻绳模型将绳的质量忽略不计。若图中绳为轻绳，请利用牛顿第二定律，证明稳定后轻绳各处的弹力大小均等于  $A$  端所受恒力  $F$ ，并据此求出小物块运动加速度  $a$  的大小。

(2) 实际上绳是有质量的。若图中的绳长为  $l$  且不可伸长，质量为  $m$  且分布均匀，设距离绳  $A$  端  $x$  处 ( $x < l$ ) 为  $D$  点 (图中未画出)，不考虑绳在竖直方向的下垂，求稳定后  $D$  点处绳的弹力  $F_T$  与  $x$  的关系式。

(3) 事实上，真实情况下绳会下垂，水平面也不光滑。如图所示，若已知绳在  $A$ 、 $B$  两端拉力的大小分别为  $F_1$  和  $F_2$ ，拉力的方向分别沿  $A$ 、 $B$  端的切线方向，并已知在  $A$ 、 $B$  两端绳切线与水平方向所夹锐角分别为  $\alpha$  和  $\beta$ ， $E$  为绳的最低点。当绳和物块组成的系统稳定向右加速 (绳的形态保持不变) 时，求绳的最低点  $E$  处的弹力的大小  $F_E$ 。







## 参考答案

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

1. 【答案】D

【详解】位移、加速度、力属于矢量，质量属于标量。

故选 D。

2. 【答案】C

【详解】AB. 小明同学的路程为

$$s = 3\text{km} + 4\text{km} = 7\text{km}$$

故 AB 错误；

CD. 位移大小等于从初位置指向末位置的直线距离。则小明同学的位移大小为

$$x = \sqrt{3^2 + 4^2}\text{km} = 5\text{km}$$

故 C 正确，D 错误。

故选 C。

3. 【答案】D

【详解】A. 子弹射出枪口时的速度是 800m/s，800m/s 对应出枪口的位置，是瞬时速度，故 A 错误；

B. 百米赛跑运动员以 10.2m/s 的速度冲过终点线，10.2m/s 与终点这一位置对应，为瞬时速度，故 B 错误；

C. 校园内十字路口处的最高限速为 25km/h，指的是瞬时速度，故 C 错误；

D. 物体从 5m 高处自由下落时间为 1s，该过程的速度约为 5m/s，对应 1s 内的平均速度，故 D 正确；

故选 D。

4. 【答案】A

【详解】匀减速直线运动，速度随时间均匀减小，相同时间内速度的变化量不变，加速度不变，汽车速度的变化率不变。

故选 A。

5. 【答案】C

【详解】AB. 根据自由落体运动的位移时间关系  $x = \frac{1}{2}gt^2$  可知，位移  $x$  与时间  $t$  的平方成正比，故 AB 错误；

误；

CD. 根据自由落体运动的速度时间关系  $v = gt$  可知，取竖直向下为正方向，则速度在正方向上随时间均匀增大，故 C 正确，D 错误。

故选 C。

6. 【答案】B

【详解】ABC. 根据平衡条件可知，冰箱贴受到的磁力等于弹力，即冰箱贴受到的磁力和弹力是一对平衡力。冰箱贴受到的重力等于摩擦力，即冰箱贴受到的重力和摩擦力是一对平衡力，故 AC 错误，B 正确；



D. 冰箱贴受到的弹力的施力物体是冰箱，则冰箱贴受到的弹力是由于冰箱发生形变之后要恢复原状而产生的，故 D 错误。

故选 B。

7. 【答案】B

【详解】AB. 每段纸带的长度等于

$$x_n = \bar{v}_n t$$

每段纸带所用的时间相等，则纸带的长度之比等于纸带的平均速度之比，每段纸带的平均速度等于该段纸带中间时刻的速度，则各段纸带的长度之比等于各段纸带中间时刻的速度之比，即纸带的高度之比等于中间时刻速度之比，则得到的直线可视为纸带的  $v-t$  图象，根据图象的斜率求出小车的加速度，将纸条上端的中点用线连接起来，发现是条直线，直线斜率不变，说明物体做匀变速直线运动，故 A 错误，B 正确；  
CD. 由上述分析可知，将纸条上端的中点用线连接起来，表示物体运动速度随时间的变化规律，则图像的纵轴可以表示速度，图像的横轴可以表示时间，故 CD 错误。

故选 B。

8. 【答案】D

【详解】A. 乙球被扔出的过程中，航天员对乙球有力的作用，其运动状态发生改变，故 A 错误；

B. 乙球被扔出后靠近甲的过程中，沿直线匀速运动，受力平衡，其运动状态不发生改变，故 B 错误；

CD. 两球碰撞过程中，甲、乙两球的速度均发生变化，甲、乙两球的运动状态均发生改变，故 C 错误，D 正确。

故选 D。

9. 【答案】B

【详解】AD. 物块所受重力沿斜面向下的分力大小为

$$mg \sin 37^\circ = 6\text{N}$$

0~1s 时间内， $F = 4\text{N}$  时，物块受到沿斜面向上的静摩擦力，根据物体的平衡条件有

$$F + f = mg \sin 37^\circ = 6\text{N}$$

可得

$$f = 6\text{N} - F = 2\text{N}$$

故 AD 错误；

BC. 物块所受斜面的最大静摩擦力

$$f_m = \mu mg \cos 37^\circ = 4\text{N}$$

1s 后， $F = -4\text{N}$ ，沿斜面向下，物体下滑，受沿斜面向上的滑动摩擦力，则  $f = 4\text{N}$ ，方向沿斜面向上，为正值。故 B 正确，C 错误。

故选 B。

10. 【答案】D

【详解】A. 若无人机悬停在空中保持静止时，载荷也处于静止状态，则无人机对载荷的作用力等于载荷



的重力，故 A 错误；

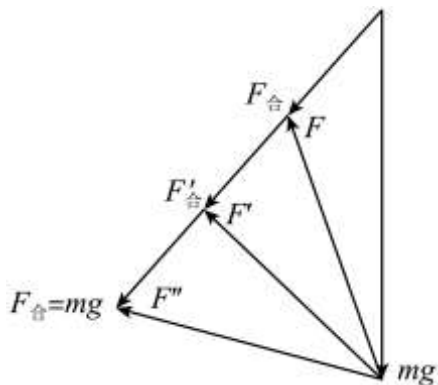
B. 无人机斜向上匀速飞行时和斜向下匀速飞行时，载荷都处于平衡状态，则无人机对载荷的作用力都等于载荷的重力，故 B 错误；

C. 若无人机竖直向下加速俯冲过程中的加速度为  $g$ ，则无人机对载荷的作用力为零，故 C 错误；

D. 若无人机斜向下做加速度从 0 逐渐增大到  $g$  的加速直线运动，根据牛顿第二定律有

$$F_{\text{合}} = ma$$

根据三角形定则可得，无人机对载荷的作用力  $F$  与载荷的重力  $mg$  及载荷的合力  $F_{\text{合}}$  关系如下图所示



由图可知，无人机对载荷的作用力先减小再增大，故 D 正确。

故选 D。

**二、多项选择题。本题共 4 道小题，在每小题给出的四个选项中，有多个选项是符合题意的。（每小题 3 分，共 12 分。每小题全选对的得 3 分，选对但不全的得 2 分，不选或有选错的该小题不得分）**

11. 【答案】A

【详解】A. 研究体操运动员在空中的优美动作时，不可以把运动员看作质点，故 A 正确；

B. 铅球运动员的投掷成绩，指的是铅球在地面上的位移，故 B 错误；

C. 由于运动员的轨迹可能不是直线，所以依据运动员百米赛跑的成绩可以计算出运动员在此过程中的平均速率，故 C 错误；

D. 人对地面的压力和地面对人的支持力是一对相互作用力，大小始终相等，故 D 错误。

故选 A。

12. 【答案】BD

【详解】AB. 当拉力较小时，随着拉力的增大，弹簧测力计示数增大，小纸团随指针向左移动，木块所受的拉力被木板的静摩擦力平衡；当拉力达到一定值时，木块刚开始相对木板运动，此时木块受木板的摩擦力达到最大值，根据纸团的位置可记录下最大静摩擦力，木块移动后，摩擦力变为滑动摩擦力，滑动摩擦力小于最大静摩擦力，所以木块刚开始移动时，纸团与指针分离。A 错误，B 正确；

CD. 木块上放置的砝码越多，木块对木板的正压力就越大，木块与木板间的最大静摩擦力越大，小纸团标记的数值越大。C 错误，D 正确。

故选 BD。

13. 【答案】CD



【详解】ABC. 伽利略最初假设自由落体运动的速度是随着时间均匀增大的，但伽利略的时代还不能准确测量物体的瞬时速度，所以不能直接验证速度随时间变化的规律。他通过数学运算得出结论，如果物体的初速度为零，而且它的速度随时间均匀变化，那么它通过的位移与所用时间的二次方成正比。这样，只要测出物体通过不同位移所用的时间，就可以检验物体的速度是否随时间均匀变化，故 AB 错误，C 正确；  
D. 由于物体自由下落的很快，当时只能靠滴水计时，这样的计时工具还不能测量自由落体运动所用的较短时间。所以伽利略为了“冲淡”重力的影响，从而延长小球运动时间，易于测量，用小倾角的斜面做实验，故 D 正确。

故选 CD。

14. 【答案】BC

【详解】AB.  $t = 0$  时，手机处于静止状态，根据  $a-t$  图像的面积表示速度的变化量可知， $e$  状态手机的速度第一次达到最大值，故 A 错误，B 正确；

C. 由图可知  $e$  状态之后，当  $a_y > 0$  时的加速度大小始终小于  $g$ ，则手机始终受到橡皮筋的拉力，故 C 正确；

D. 由图可知， $f$  状态时，手机受到的拉力最大，此时加速度大小

$$a_y = 26.5\text{m/s}^2 = 2.65g$$

根据牛顿第二定律有

$$F - mg = ma$$

可得

$$F = 3.65mg$$

即手机运动的全过程中受到的最大拉力大小约为重力大小的 3.65 倍，故 D 错误。

故选 BC。

### 三、实验题。本题共 2 道小题。（15 题 8 分，16 题 10 分，共 18 分）

15. 【答案】 ①. B ②. AD ③. 平行四边形 ④. 见解析

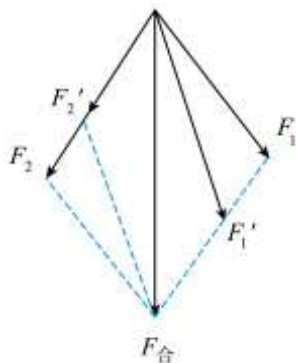
【详解】(1) [1]A. 图乙中拉圆环的两根细绳长度不宜过长，过长不好操作；不宜过短，过短记录力的方向误差大，也不必等长，故 A 错误；

B. 为了减少实验误差，测量时，弹簧测力计必须保持弹簧轴线方向与细绳的方向在一条直线，故 B 正确；

C. 为了保证两次力的作用效果相同，则图丙中的圆环也必须拉到  $O$  点，故 C 错误。

故选 B。

(2) [2]保持  $O$  点位置不变，则  $F_1$  与  $F_2$  的合力  $F_{\text{合}}$  不变，根据平行四边形定则，可得  $F_1$ 、 $F_2$  和  $F_{\text{合}}$  的关系如下图所示

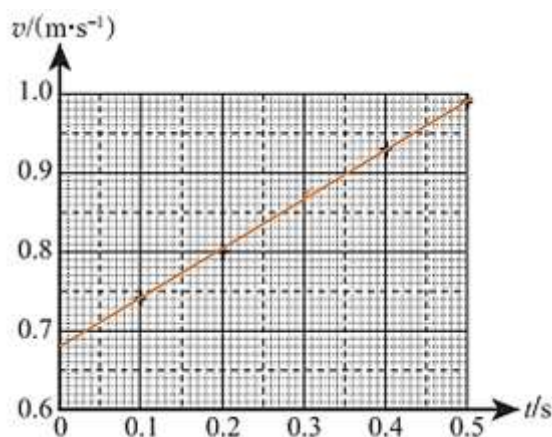


由图可知，若  $F_1$  与  $F_2$  的夹角小于  $90^\circ$ ，保持  $O$  点位置以及拉力  $F_2$  方向不变，稍微减小  $F_1$  与  $F_2$  的夹角，则  $F_1$  增大， $F_2$  减小。

故选 AD。

(3) [3][4]在步骤④中，观察到图丁所围成的形状像是一个平行四边形，于是得出猜想：力的合成满足平行四边形定则。为检验这一猜想，还需改变  $F_1$  与  $F_2$  的大小和方向，重复上述实验，检验所围成的图形是不是平行四边形，从而得出两个互成角度的力的合成符合平行四边形定则。

16. 【答案】 ①. A##D ②. D##A ③.



④. 均匀 ⑤.

0.68 ⑥. 见解析

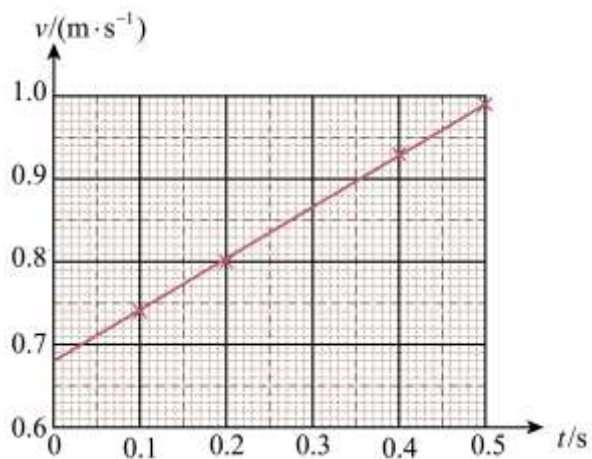
【详解】(1) [1][2]在该实验中，需要用电压合适的交流电源，需要用刻度尺测量点迹间的距离，由于打点计时器就是测量时间的仪器，所以不需要秒表，该实验不需要用天平测量。

故选 AD。

(2) [3]由某点的瞬时速度等于其相邻两计数点间的平均速度，则计数点 C 的瞬时速度为

$$v_C = \frac{BD}{2T} = \frac{0.1740}{0.2} \text{ m/s} = 0.87 \text{ m/s}$$

描点如图所示



(3) [4]观察  $v-t$  图像，可以判断小车的速度随时间均匀变化。

[5]由图可知，小车运动的加速度为

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0.93 - 0.74}{0.4 - 0.1} \text{ m/s}^2 = 0.63 \text{ m/s}^2$$

打下  $O$  点时小车的速度大小为

$$v_o = v_c - 3aT = 0.87 \text{ m/s} - 3 \times 0.63 \times 0.1 \text{ m/s} = 0.68 \text{ m/s}$$

(4) [6]由题意可知，测量出从  $O$  点到  $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$ 、 $E$ 、 $F$  点的距离，再用每段距离除以其所对应的时间，对应的是  $AB$ 、 $BC$ 、 $CD$ 、 $DE$ 、 $EF$  段的平均速度，近似等于中间时刻的瞬时速度，所以作出的图像为  $v-t$  图像，即斜率

$$k = \frac{\Delta v}{\Delta t} = a$$

可以通过图像可以判断小车做匀变速直线运动，纵截距表示小车的初速度则经过  $O$  点时的瞬时速度。

**四、论述计算题。本题共 4 道小题。(17、18 题各 8 分，19、20 题各 12 分，共 40 分) 要求：写出必要的文字说明、方程式、演算步骤和答案。有数值计算的小题，答案必须明确写出数值和单位。**

17. 【答案】相等，见解析

【详解】装载油桶的汽车匀速行驶在水平地面上，则对油桶分析，根据平衡条件可知，汽车对油桶的支持力与油桶的重力是一对平衡力，大小相等。而油桶对汽车的压力与汽车对油桶的支持力是一对相互作用力，大小也相等，所以油桶对汽车的压力与油桶所受重力大小相等。

18. 【答案】(1)  $9.33 \text{ m/s}^2$ ；(2)  $1560 \text{ N}$ ，方向竖直向上

【详解】(1) 由题意可知，座舱在匀加速下落过程中的位移为

$$x_1 = h - h_1 = 42 \text{ m}$$

根据匀加速直线运动的位移时间关系有

$$x_1 = \frac{1}{2} a_1 t^2$$

解得，座舱在匀加速下落过程中的加速度的大小



$$a_1 = \frac{28}{3} \text{m/s}^2 \approx 9.33 \text{m/s}^2$$

(2)  $t = 3\text{s}$  时，座舱的速度为

$$v = a_1 t = 28 \text{m/s}$$

在制动系统启动后，座舱做匀减速运动的加速度大小为

$$a_2 = \frac{v^2}{2h_1} = 16 \text{m/s}^2$$

根据牛顿第二定律有

$$F_N - mg = ma_2$$

解得，在制动系统启动后，座舱座椅对质量  $m = 60\text{kg}$  的游客的支持力为

$$F_N = 1560 \text{N}$$

方向竖直向上

19. 【答案】(1) 1N, 2N; (2) 乙同学，见解析

【详解】(1) ①桌面对纸板 B 的摩擦力的大小为

$$f = \mu(m_A + m_B)g = 1 \text{N}$$

②在力  $F$  作用下，纸板和小物体一起加速运动，随力  $F$  增大，加速度增大，而小物体受到的加速度由纸板对小物体的静摩擦力提供，当达到最大静摩擦力时，恰好发生相对滑动。此时对整体分析，根据牛顿第二定律有

$$F - f = (m_A + m_B)a$$

对 A 分析，根据牛顿第二定律有

$$f_{BA} = \mu m_A g = m_A a$$

联立解得

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

则甲同学至少需要施加 2N 的拉力  $F$  才能将纸板从小物体底下抽出。

(2) 对 A 分析，根据牛顿第二定律有

$$f_{BA} = \mu m_A g = m_A a_A$$

对 B 分析，根据牛顿第二定律有

$$F - f - f_{AB} = m_B a_B$$

其中

$$f = \mu(m_A + m_B)g$$

$$f_{AB} = \mu m_A g$$

纸板要被抽出，则 B 的加速度  $a_B$  要大于或等于 A 的加速度  $a_A$ ，而  $a_A$  为定值  $\mu g$ ，则由上式可知，物体 A 的质量越小，纸板 B 所受的摩擦力  $f$  与  $f_{AB}$  越小，需要的拉力  $F$  越小，所以更容易抽出纸板。



20. 【答案】(1) 见解析,  $a = \frac{F}{M}$ ; (2)  $F_T = F - \frac{mxF}{(M+m)l}$ ; (3)

$$F_E = F_1 \cos \alpha - \frac{F_1^2 \sin \alpha \cos \alpha - F_1 F_2 \sin \alpha \cos \beta}{(M+m)g}$$

【详解】(1) 设轻绳的质量为  $m$ , 对整体, 根据牛顿第二定律有

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

对小物块, 根据牛顿第二定律有

$$F_T = Ma = \frac{M}{M+m}F$$

轻绳模型将绳的质量忽略不计, 稳定后轻绳各处的弹力大小为

$$F_T \approx F$$

小物块运动加速度为

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

(2) 对整体, 根据牛顿第二定律有

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

以物块和与其相连长为  $(l-x)$  的绳为研究对象, 根据牛顿第二定律有

$$F_T = (M + \frac{l-x}{l}m)a$$

解得

$$F_T = F - \frac{mxF}{(M+m)l}$$

(3) 对整体, 根据牛顿第二定律有

$$F_1 \cos \alpha - F_2 \cos \beta = (M+m)a$$

对  $EA$  间的绳受力分析可得

$$F_1 \sin \alpha = m_{EA}g$$

$$F_1 \cos \alpha - F_E = m_{EA}a$$

绳的最低点  $E$  处的弹力的大小为

$$F_E = F_1 \cos \alpha - \frac{F_1^2 \sin \alpha \cos \alpha - F_1 F_2 \sin \alpha \cos \beta}{(M+m)g}$$