

物 理

时量:75 分钟

满分:100 分

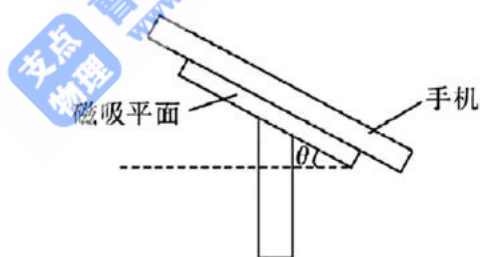
得分_____

一、选择题(本题共 6 小题,每小题 4 分,共 24 分。在每小题给出的四个选项中,只有一项是符合题目要求的)

1. 关于学校运动会中的一些情况,下列说法中正确的是

- A. 广播通知径赛检录于 9:30 开始,此处 9:30 指的是时间间隔
- B. 百米赛跑中,一名运动员发现自己在“后退”,他是以大地为参考系
- C. 运动员跑完 1000 m 比赛,这个 1000 m 指的是路程
- D. 百米赛跑运动员以 9.5 m/s 的速度冲过终点线,这里的速度是指平均速度

2. 磁吸式手机支架可通过磁力将手机吸附在磁吸平面上。如图所示,质量为 m 的手机静置在倾角为 θ 的磁吸平面上时,手机受到磁吸平面的磁力方向垂直于平面向下,大小为 F ,重力加速度大小为 g 。下列说法正确的是

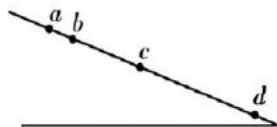


- A. 磁吸平面对手机的作用力方向竖直向上
 - B. 手机受到的摩擦力大小为 F
 - C. 手机受到的力只有磁力、摩擦力、重力
 - D. 磁吸平面对手机的支持力大小为 $mg\cos\theta$
3. 仅受到恒力 F_1 时物体的加速度大小为 a_1 ,仅受到恒力 F_2 时物体的加速度大小为 a_2 ,这两个恒力同时作用在物体上时,物体的加速度大小为 a_3 ,已知 a_1 不等于 a_2 ,下列说法正确的是
- A. a_3 一定等于 $a_1 + a_2$
 - B. a_3 一定比 a_1 、 a_2 都大
 - C. a_3 可能为 $\sqrt{a_1^2 + a_2^2}$
 - D. a_3 可能为 0

号
学
名
姓
内
线
封
密
班
级
校
学

题
答
不
要
内
线
封
密

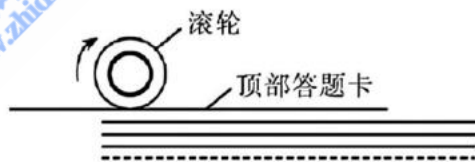
4. (★) 如图所示, a, b, c, d 为光滑斜面上的四个点。一小滑块自 a 点由静止开始下滑, 通过 ab, bc, cd 各段所用时间均为 T 。现让该滑块自 b 点由静止开始下滑, 则该滑块



- A. 通过 bc, cd 段的长度之比为 $1:3$
 B. 通过 bc, cd 段的时间均等于 T
 C. 通过 c 点的速度大于通过 bd 段的平均速度
 D. 通过 c, d 点的速度之比为 $\sqrt{3}:\sqrt{5}$
5. 图(a)为答题卡扫描仪, 其内部结构如图(b)所示。扫描仪内部有一个摩擦滚轮放置在水平答题卡上方。正常工作时滚轮对顶部答题卡的正压力为 F , 摩擦滚轮顺时针转动, 摩擦力只带动与之接触的顶部答题卡进入扫描仪内部进行逐张扫描, 直至所有答题卡扫描完毕。已知每张答题卡的质量均为 m , 摩擦滚轮与答题卡间的动摩擦因数恒为 $\mu=0.8$, 各答题卡间的动摩擦因数 $\mu'=0.4$, 最大静摩擦力等于滑动摩擦力, 重力加速度大小为 g 。要使滚轮能带动顶部答题卡进入扫描仪, 正压力 F 应满足

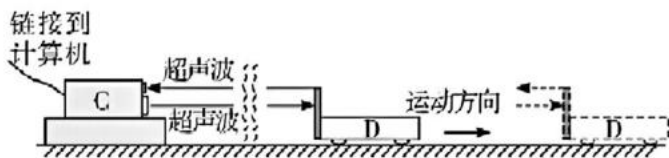


图(a)



图(b)

- A. $F < mg$
 B. $F > mg$
 C. $F < 2mg$
 D. $F > 2mg$
6. 实验室用位移传感器测速度, 如图所示。不动的小盒 C 间隔 Δt 时间向被测物体 D (向右运动) 发出两束超声波脉冲, 被 D 反射后又被 C 接收, 第一次发射与接收超声波脉冲的时间差为 t_1 , 第二次发射与接收超声波脉冲的时间差为 t_2 , 空气中的声速为 v 。则物体 D 的速度为

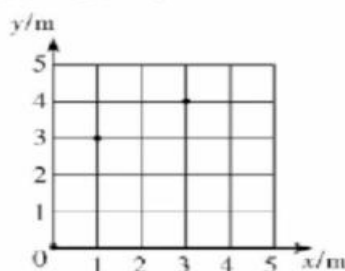


- A. $\frac{2v\Delta t}{t_2 - t_1}$
 B. $\frac{2v(t_2 - t_1)}{2\Delta t + t_2 - t_1}$
 C. $\frac{v\Delta t}{2(t_2 - t_1)}$
 D. $\frac{v(t_2 - t_1)}{2\Delta t + t_2 - t_1}$

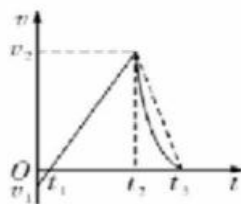
二、选择题(本题共4小题,每小题5分,共20分。在每小题给出的四个选项中,有多项符合题目要求。全部选对的得5分,选对但不全的得3分,有选错的得0分)

7. 不少人在乘坐电动汽车时都有晕车情况出现,小虎周末通过查阅资料发现,晕车现象主要是由于电动车加速变化太快造成的,专业的说法是急动度(*Jerk*)太大,造成了乘客的晕车现象。急动度是运动学中继位移 x 、速度 v 、加速度 a 之后的第四阶运动状态量,一般用字母 j 表示,其计算公式为 $j = \frac{\Delta a}{\Delta t}$ 。关于急动度 j ,下列说法正确的是

- A. j 是矢量,其单位应为 m/s^3 ,主要是用来反映加速度 a 的大小
 - B. j 是矢量, j 很大,则物体的速度也一定很大
 - C. j 和加速度 a 的大小没有关系, j 很大,则加速度 a 的变化率也一定很大
 - D. j 的方向和 a 的方向可以相同,也可以相反,也可以成任意角度
8. 机器人大赛中,为研究机器人的运动建立平面直角坐标系。某机器人在平面内由点(0,0)出发,沿直线运动到点(1,3),紧接着又由点(1,3)沿直线运动到点(3,4),所用总时间是 10 s。平面直角坐标系横、纵坐标轴的单位长度为 1 m。则在整个过程中

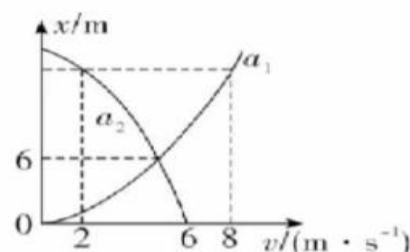


- A. 机器人的路程为 5 m
 - B. 机器人的位移大小为 5 m
 - C. 机器人的平均速率大小为 0.5 m/s
 - D. 机器人的平均速度大小为 0.5 m/s
9. 在 2022 年 10 月 22 日国际泳联跳水世界杯女子单人 10 米台决赛中,中国选手陈芋汐赢得冠军。自运动员离开跳台开始计时到完全落入水中,其速度随时间变化的图像如图所示,运动员离开跳台的速度大小为 v_1 ,在 t_2 时刻运动员以速度大小 v_2 落水,选向下为正方向,忽略空气阻力,下列结论正确的是



- A. $0 \sim t_2$ 时间运动员做匀加速运动
- B. $t_2 \sim t_3$ 时间内运动员的加速度逐渐减小
- C. 在 $t_1 \sim t_2$ 时间内,运动员的平均速度 $\bar{v}_1 = \frac{v_2}{2}$
- D. 在 $t_1 \sim t_3$ 时间内,运动员的平均速度 $\bar{v}_2 > \frac{v_2}{2}$

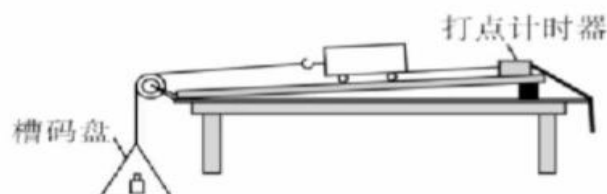
10. 客车和货车在同一时刻同一地点沿同一方向做直线运动。客车做初速度为零, 加速度大小为 a_1 的匀加速直线运动; 货车做初速度为 v_0 , 加速度大小为 a_2 的匀减速直线运动至速度减为零后保持静止, 客、货两车在运动过程中的 $x-v$ (位移—速度) 图像如图所示。其中虚线与对应的坐标轴垂直, 在两车从开始运动到货车停止运动过程中, 下列说法正确的是



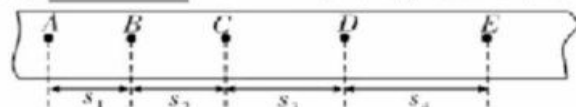
- A. 货车运动的时间为 6 s B. 两车不会同时到达 6 m 处
C. 两车最大间距为 18 m D. 两车最小间距为 6 m

三、实验题(本题共 2 小题, 共 16 分)

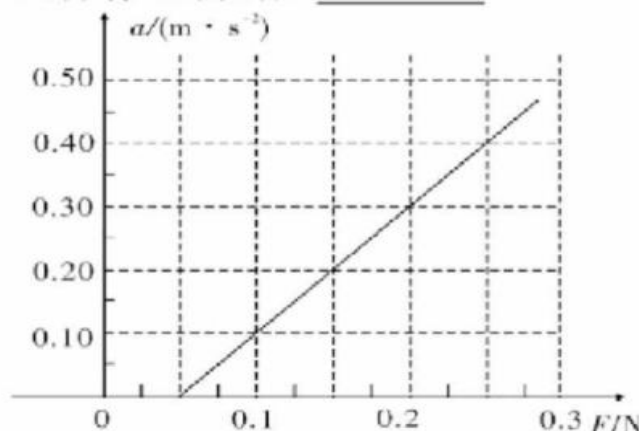
11. (8 分) 某实验小组利用下图装置进行实验, 探究加速度与力、质量的关系。



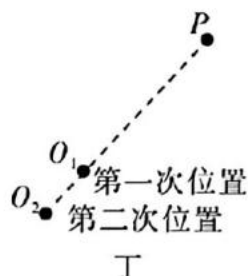
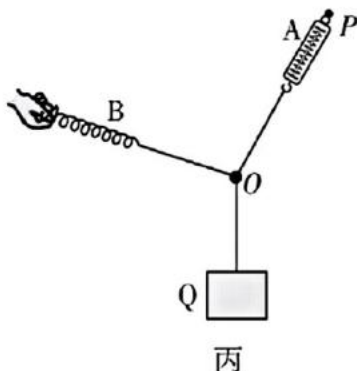
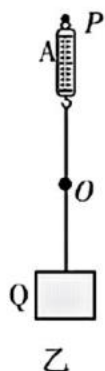
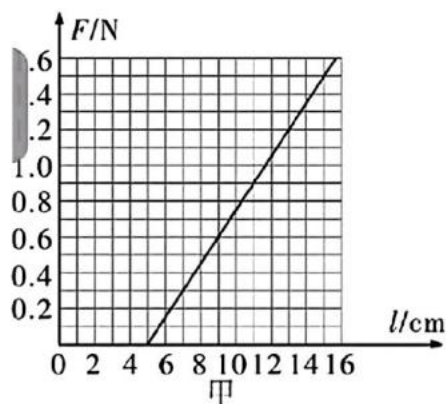
- (1) 下列说法中正确的是_____。
- A. 拉小车的细线应与带滑轮的长木板平行
B. 实验开始时, 先释放小车, 再接通电源, 打出一条纸带
C. 把木板右端垫高, 小车在槽码盘作用下拖动纸带匀速运动, 以平衡小车受到的阻力
- (2) 某次实验得到一条纸带, 部分计数点如图所示(每相邻两个计数点间还有 4 个点未画出), 测得 $s_1 = 6.20$ cm, $s_2 = 6.61$ cm, $s_3 = 7.00$ cm, $s_4 = 7.43$ cm, 打点计时器所接交流电源频率为 50 Hz。则小车的加速度为_____ m/s^2 (结果保留两位有效数字)。



- (3) 将槽码及槽码盘的重力视为小车的合力, 改变槽码个数多次实验, 根据实验数据拟合出如图所示的 $a-F$ 图像。要想得到一条过原点的直线, 下列操作正确的是_____。



12. (8分)某同学想做“验证力的平行四边形定则”的实验,现有如下实验器材:一重物、木板、白纸、图钉、刻度尺、细绳套和一只弹簧测力计 A。



(1)为了完成实验,他找来一根轻弹簧 B,用刻度尺和弹簧秤测量轻弹簧的长度 l 和弹力 F ,作出如图甲所示图像,根据图像,求得该弹簧的劲度系数 $k = \underline{\hspace{2cm}}$ N/m(计算结果保留两位有效数字)。

(2)为“验证力的平行四边形定则”,又进行了如下实验:

①将贴有白纸的木板竖直固定,弹簧测力计 A 上端悬挂于固定点 P,下端用细线挂重物 Q,测出重物 Q 的重力 G ,如图乙所示;

②将轻弹簧 B 的右端用细线系于 O 点,手拉轻弹簧的左端,使结点 O 静止在某位置,如图丙所示。测量轻弹簧 B 的 和读出弹簧测力计 A 的示数,并在白纸上记录 O 点的位置和三条细线的方向;

③根据图甲求出轻弹簧 B 的弹力,在白纸上作出各力的图示,验证力的平行四边形定则是否成立;

④改变弹簧的拉力,进行多次实验。

下列操作正确的是 。

A. 细线方向应与木板平面平行

B. 弹簧可以贴在木板上

C. 改变拉力进行多次实验时,每次都要使 O 点静止在同一位置

⑤改变弹簧的拉力时,发现两次结点 O 的位置与 P 刚好在同一直线上,如图丁所示,则相比第一次,弹簧 B 的长度变化情况是 。(选填“变长”“变短”“不变”或“都有可能”)

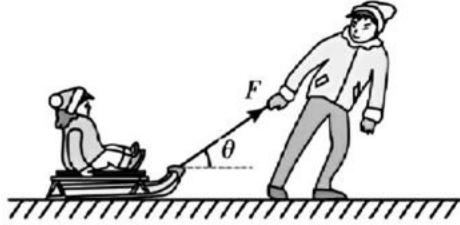
四、解答题(13题 12分,14题 14分,15题 14分)

13. 小明在平直跑道上设置 A、B、C 三个测试点测试新型赛车模型的性能。

在一次测试中,赛车模型从 A 点由静止开始做匀加速直线运动,到达 B 点后马上开始刹车(可视为匀减速直线运动)并恰好停在 C 处,已知赛车模型加速时的加速度是 2 m/s^2 ,在 8 s 时经过 B 点,BC 距离为 16 m 。求赛车:

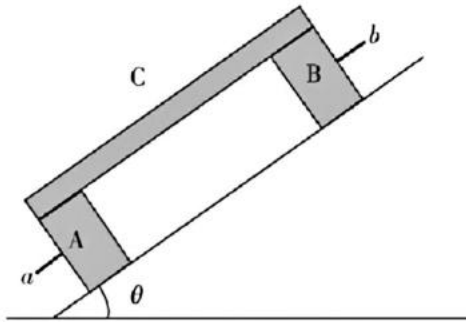
- (1) 经过 B 点时的速度大小;
- (2) 从 A 点到 B 点的位移大小;
- (3) 全程的平均速度大小。

14. (★) 如图所示,小孩与冰车的总质量为 30 kg ,静止在冰面上。大人用与水平方向夹角为 $\theta=37^\circ$ 、大小为 60 N 的恒定拉力 F 使其沿水平冰面由静止开始移动。已知冰车与冰面间的动摩擦因数 $\mu=0.05$,重力加速度 $g=10\text{ m/s}^2$, $\sin 37^\circ=0.6$, $\cos 37^\circ=0.8$ 。求:



- (1) 小孩与冰车的加速度大小;
- (2) 冰车运动 3 s 时的速度大小;
- (3) 冰车运动 5 s 时的位移大小。

15. 如图,在倾角为 θ 的固定斜面上有 A、B 两个带柄(a 和 b ,柄的质量可忽略)的完全相同的质量为 $2m$ 的长方体,C 是另一质量分布均匀的长方体,其厚度可以忽略,质量为 m ,C 的上端与 B 的上端对齐,下端与 A 的下端对齐。若 C 与 A、B 的动摩擦因数均为 μ ,A、B 与斜面的动摩擦因数为 2μ ,最大静摩擦力等于滑动摩擦力,重力加速度为 g 。



- (1) 若 A、B、C 均静止,求 μ 应满足的条件;
- (2) 在第(1)问条件下,若一手握住 a ,使 A 不动,另一手握住 b ,逐渐用力将 B 沿斜面向上拉。当力增大到能使 B 刚刚开始向上移动时,C 动不动? 此时 A 与 C 之间的摩擦力为多大?
- (3) 若 A 与斜面间光滑无摩擦,其他条件不变,要使 A、B、C 均静止,求 μ 应满足的条件。

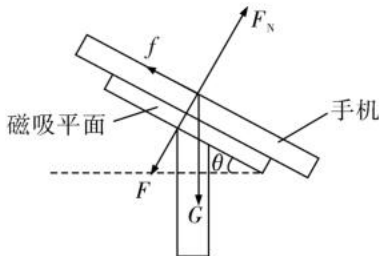
物理参考答案

一二、选择题

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	C	A	C	C	B	D	CD	BD	BC	ABC

1. C 【解析】A. 广播通知中的“9:30”是检录开始的时刻,而非时间间隔,故 A 错误;B. 运动员感觉自己“后退”是因为选择了比自己快的运动员为参考系,而非大地,故 B 错误;C. 1000 m 比赛的总长度是运动员实际运动轨迹的长度,属于路程,故 C 正确;D. 冲过终点时的速度对应瞬时速度,而非平均速度(平均速度为总位移除以总时间),故 D 错误。故选 C。

2. A 【解析】AC. 对手机进行受力分析,如图所示



手机受到的力有重力、磁力、摩擦力和磁吸平面对手机的支持力,磁吸平面对手机的作用力为支持力、磁力、摩擦力这三个力的合力,根据平衡条件可知,这个合力与手机受到的重力大小相等、方向相反,即方向竖直向上,故 A 正确,C 错误;B. 手机处于平衡状态,在沿平面方向上,由平衡条件可知,手机受到的摩擦力大小 $f = mg \sin \theta$,故 B 错误;D. 在垂直平面方向,由平衡条件可得,磁吸平面对手机的支持力大小 $F_N = mg \cos \theta + F$,故 D 错误。故选 A。

3. C 【解析】根据牛顿第二定律,加速度 $a = \frac{F}{m}$

A. 当两力同方向时 $a_3 = a_1 + a_2$

但若方向不同(如垂直或反向), a_3 不等于 $a_1 + a_2$,故 A 错误;BC. 两合力的大小,随着夹角 θ 的变化,合力的大小可能小于任何一个分力大小,对应加速度也可能小于任何一个分加速度,当两分力相互垂直时,即 $\theta = 90^\circ$ 时, $a_3 = \sqrt{a_1^2 + a_2^2}$,故 B 错误,C 正确;D. 若 F_1 与 F_2 大小相等、方向相反,则合力为零。但题目中 a_1 不等于 a_2 ,说明两力大小不等,因此合力不可能为零,故 D 错误。故选 C。

4. C 【解析】A. 滑块自 a 点由静止开始下滑,通过 ab 、 bc 、 cd 各段所用时间均为 T ,根据初速度为零的匀变速运动相等时间的位移之比为 $1:3:5:\dots$ 可知,通过 bc 、 cd 段的长度之比为 $3:5$,故 A 错误;B. 让该滑块自 b 点由静止开始下滑,滑块经过 bc 、 cd 段的平均速度小于滑块自 a 点由静止开始下滑时经过 bc 、 cd 段的平均速度,则滑块通过 bc 、 cd 段的时间均大于 T ,故 B 错误;CD. 由于 bc 、 cd 段的长度之比为 $3:5$,设 bc 、 cd 段的长度分别为 $3x_0$ 、 $5x_0$;让该滑块自 b 点由静止开始下滑,根据匀变速直线运动位移速度公式 $2a \cdot 3x_0 = v_c^2$, $2a \cdot (3x_0 + 5x_0) = v_d^2$

可得滑块通过 c 、 d 点的速度之比为 $v_c : v_d = \sqrt{3x_0} : \sqrt{8x_0} = \sqrt{3} : 2\sqrt{2}$

滑块通过 bd 段的平均速度为 $\bar{v} = \frac{0 + v_d}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2} v_c = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} v_c < v_c$

可知滑块通过 c 点的速度大于通过 bd 段的平均速度,故 C 正确,D 错误。故选 C。

5. B 【解析】要使扫描仪正常工作,需满足:滚轮对顶部答题卡的摩擦力大于顶部与下方答题卡间的最大静摩擦力,则由平衡条件及摩擦力的计算公式可得 $\mu F > \mu' (F + mg)$

解得 $F > mg$, 故选 B。

6. D 【解析】第一束超声波脉冲到达 D 时,D、C 间距离为 $x_1 = v \frac{t_1}{2}$

第一束超声波脉冲到达 D,至被 D 反射后又被 C 接收,所需时间为 $\frac{t_1}{2}$,在此时间内,D 向右的位移为 $x_2 = v_0 \frac{t_1}{2}$

第一束超声波脉冲被 C 接收,至第二束超声波脉冲发射,所需时间为 $\Delta t - t_1$,在此时间内,D 向右的位移为 x_3

$$=v_0(\Delta t-t_1)$$

第二束超声波脉冲发射,至第二束超声波脉冲到达 D,所需时间为 $\frac{t_2}{2}$,在此时间内,D 向右的位移为 $x_4=v_0\frac{t_2}{2}$

第二束超声波脉冲到达 D 时,D、C 间距离为 $x_5=v\frac{t_2}{2}$

所以有 $x_5-x_1=x_2+x_3+x_4$

$$\text{解得 } v_0=\frac{v(t_2-t_1)}{2\Delta t+t_2-t_1}$$

故选 D。

7. CD 【解析】AB. 根据 $j=\frac{\Delta a}{\Delta t}$ 可知急动度 j 是矢量,单位为 m/s^3 ,反映的是加速度的变化率($\frac{\Delta a}{\Delta t}$),而非加速度的大小,

急动度 j 大仅表示加速度变化快,与速度大小无直接关系,故 AB 错误;C. 根据 $j=\frac{\Delta a}{\Delta t}$ 可知急动度反映的是加速度的变化率,用的是比值定义法, j 和加速度 a 的大小没有关系, j 很大,则加速度 a 的变化率也一定很大,故 C 正确;D. 急动度 j 的方向由 Δa 的方向决定。当加速度大小变化时, Δa 与 a 同向或反向;当加速度方向变化时(如圆周运动), Δa 方向与原 a 方向成任意角度。因此, j 的方向与 a 的方向可相同、相反或成任意角度,故 D 正确。故选 CD。

8. BD 【解析】AC. 机器人的轨迹为两段直线,前一段长度 $s_1=\sqrt{3^2+1^2}\text{ m}=\sqrt{10}\text{ m}$

后一段的长度 $s_2=\sqrt{2^2+1^2}\text{ m}=\sqrt{5}\text{ m}$

总路程 $s=s_1+s_2=(\sqrt{10}+\sqrt{5})\text{ m}$

机器人的平均速率 $v=\frac{s}{t}=\frac{\sqrt{10}+\sqrt{5}}{10}\text{ m/s}$

故 AC 错误;BD. 机器人的位移 $x=\sqrt{3^2+4^2}\text{ m}=5\text{ m}$

平均速度 $\bar{v}=\frac{x}{t}=\frac{5}{10}\text{ m/s}=0.5\text{ m/s}$

故 BD 正确。故选 BD。

9. BC 【解析】A. $0\sim t_2$ 时间内,运动员先向上匀减速,再向下匀加速,并非全程匀加速,A 错误;B. $t_2\sim t_3$ 时间内,速度-时间图像的斜率逐渐减小,而斜率表示加速度,因此加速度逐渐减小,B 正确;C. $t_1\sim t_2$ 时间内,运动员做匀加速直线运动,初速度为 0,末速度为 v_2 。根据匀变速直线运动平均速度公式,平均速度 $\bar{v}_1=\frac{0+v_2}{2}=\frac{v_2}{2}$,C 正确;D. $t_1\sim t_3$ 时间内,将实际速度时间图像与“初速度 0、末速度 0、中间最大速度 v_2 的匀变速直线运动(三角形面积)”比较,实际 $t_2\sim t_3$ 位移(图像面积)更小。由于时间相同,平均速度 $\bar{v}_2<\frac{v_2}{2}$,D 错误;故选 BC。

10. ABC 【解析】A. 根据图像可知,客车的速度随位移增大而增大,货车的速度随位移增大而减小,当 $x=0$ 时,货车的速度为 6 m/s ,即货车的初速度 $v_0=6\text{ m/s}$

对客车有 $v^2=2a_1x$

对货车有 $v^2-v_0^2=-2a_2x$

当速度相等时 $x=6\text{ m}$

联立解得 $a_1+a_2=3\text{ m/s}^2$

当客车的速度 $v_1=8\text{ m/s}$,货车的速度 $v_2=2\text{ m/s}$ 时,两车通过的位移均为 x' ,对客车有 $v_1^2=2a_1x'$

对货车有 $v_2^2=v_0^2-2a_2x'$

联立解得 $a_1=2a_2$

则 $a_1=2\text{ m/s}^2, a_2=1\text{ m/s}^2$

货车运动的时间为 $t_0=\frac{v_0}{a_2}=6\text{ s}$,故 A 正确;

B. 货车运动的位移为 $x_2=\frac{v_0^2}{2a_2}=\frac{6^2}{2\times 1}\text{ m}=18\text{ m}$

客车到达 $x=6\text{ m}$ 的位置所用的时间为 $t_1=\sqrt{\frac{2x}{a_1}}=\sqrt{\frac{2\times 6}{2}}\text{ s}=\sqrt{6}\text{ s}$

此时两车速度相等,速度为 $v=a_1t_1=2\sqrt{6}\text{ m/s}$

货车所用时间为 $t_2 = \frac{v_0 - v}{a_2} = (6 - 2\sqrt{6}) \text{ s}$

即两车不是同时达到 $x=6 \text{ m}$ 的位置,故 B 正确;

CD. 当两车速度相等时,即 $v_0 - a_2 t = a_1 t$

代入数据解得 $t=2 \text{ s}$

此时两车的间距为 $\Delta x = \left(\frac{v_0 + v}{2} - \frac{v}{2} \right) t = 6 \text{ m}$

而当货车停止运动时所用的时间为 $t_0 = \frac{v_0}{a_2} = 6 \text{ s}$

此时两车间距为 $\Delta x' = \frac{1}{2} a_1 t_0^2 - \frac{v_0}{2} t_0$

解得 $\Delta x' = 18 \text{ m} > \Delta x = 6 \text{ m}$

则从开始运动到货车停止运动过程中两车最大间距为 18 m ,最小间距为零,故 C 正确,D 错误。故选 ABC。

三、实验题(本题共 2 小题,共 16 分)

11. (8 分,每空 2 分)

- (1) A
- (2) 0.41
- (3) C
- (4) $a - \frac{1}{m}$

【解析】(1) A. 为了保证小车运动过程细线拉力恒定不变,拉小车的细线应与带滑轮的长木板平行,故 A 正确;

B. 为了充分利用纸带,实验开始时,先接通电源,再释放小车,打出一条纸带,故 B 错误;

C. 先撤去槽码盘,把木板右端垫高,小车在自身重力沿木板向下的分力作用下拖动纸带匀速运动,以平衡小车受到的阻力,故 C 错误。故选 A。

(2) 每相邻两个计数点间还有 4 个点未画出,则相邻计数点的时间间隔为 $T = 5 \times 0.02 \text{ s} = 0.1 \text{ s}$

根据逐差法可得加速度为 $a = \frac{s_3 + s_4 - s_1 - s_2}{4T^2} = \frac{(7.00 + 7.43 - 6.20 - 6.61) \times 10^{-2}}{4 \times 0.1^2} \text{ m/s}^2 \approx 0.41 \text{ m/s}^2$

(3) 由 $a-F$ 图像可知,当 F 达到一定数值时,小车才开始有加速度,可知平衡摩擦力不够,所以要想得到一条过原点的直线,应增大木板的倾斜角度。故选 C。

(4) 略。

12. (8 分,每空 2 分)

- (1) 15
- (2) 长度(或伸长量) A 都有可能

【解析】(1) 根据胡克定律可知图像 $F-l$ 的斜率表示劲度系数,则有 $k = \frac{\Delta F}{\Delta l} = \frac{1.5}{(15-5) \times 10^{-2}} \text{ N/m} = 15 \text{ N/m}$

(2) 步骤②中为了获得轻弹簧 B 的拉力,则需要测量其长度(或伸长量);

A. 弹簧秤、细绳、橡皮条都应和木板平行,故 A 正确;

B. 弹簧如果贴在木板上,弹簧和木板之间存在摩擦等因素的干扰,影响弹簧弹力的测量结果,故 B 错误;

C. 改变拉力,进行多次实验时,两弹簧测力计的拉力合成后的合力,其大小和方向总是与重物的重力等大反向,则不需要使 O 点静止在同一位置,故 C 错误。故选 A。

对两次平衡时的结点 O 受力分析,重物的重力恒定,弹簧测力计 A 的方向不变,力的大小变大,由动态平衡的特点可知,弹簧测力计 B 的大小和方向均不能确定,则第二次弹簧 B 的拉力可以变大,变小或不变,即长度可能更长、更短或不变。

四、解答题(13 题 12 分,14 题 14 分,15 题 14 分)

13. (1) 16 m/s

(2) 64 m

(3) $\bar{v} = 8 \text{ m/s}$

【解析】(1) 赛车模型从 A 点由静止开始做匀加速直线运动,加速度是 2 m/s^2 ,在 8 s 时经过 B 点。

由运动学公式 $v=at$ (2 分)

经过 B 点时的速度大小 $v=16 \text{ m/s}$ (2 分)

(2) 由运动学公式 $x=\frac{1}{2}at^2$ (2 分)

从 A 点到 B 点的位移 $x=64 \text{ m}$ (2 分)

(3) 从 A 点到 C 点的位移为 $x_{AC}=x+16 \text{ m}=80 \text{ m}$

由运动学公式 $x_{BC}=\frac{v}{2}t_{BC}$

解得从 B 点到 C 点的时间 $t_{BC}=2 \text{ s}$

由运动学公式 $\bar{v}=\frac{x_{AC}}{t+t_{BC}}$ (2 分)

全过程的平均速度大小为 $\bar{v}=8 \text{ m/s}$ (2 分)

14. (1) 1.16 m/s^2

(2) 3.48 m/s

(3) 14.5 m

【解析】(1) 以小孩与冰车为对象, 水平方向根据牛顿第二定律可得 $F\cos\theta - f = ma$ (2 分)

又 $f = \mu N = \mu(mg - F\sin\theta)$ (2 分)

联立解得小孩与冰车的加速度大小为 $a = 1.16 \text{ m/s}^2$ (2 分)

(2) 根据匀变速直线运动速度时间关系可知, 冰车运动 3 s 时的速度大小 $v_3 = at_3 = 3.48 \text{ m/s}$ (4 分)

(3) 根据匀变速直线运动位移时间关系可知, 冰车运动 5 s 时的位移大小 $x_5 = \frac{1}{2}at_5^2 = 14.5 \text{ m}$ (4 分)

15. (1) $\mu \geq \tan\theta$ (2) 不动, $f = \left| \frac{1}{2}\mu mg\cos\theta - mg\sin\theta \right|$ (3) $\mu \geq 6\tan\theta$

【解析】(1) 对 C 受力分析, 有 $mg\sin\theta \leq \mu mg\cos\theta$, 则 $\mu \geq \tan\theta$ (1 分)

对 ABC 受力分析, 有 $5mg\sin\theta \leq 10\mu mg\cos\theta$, 则 $\mu \geq \frac{1}{2}\tan\theta$ (1 分)

综合可得 μ 应满足的条件为 $\mu \geq \tan\theta$ (2 分)

(2) C 原来不动, 说明 $mg\sin\theta$ 小于 A、B 对 C 的最大静摩擦力 $\mu mg\cos\theta$ 。当 B 刚能向上移动时, 不等式 $mg\sin\theta < \mu mg\cos\theta$ 仍成立, 所以 C 不可能向下移动。另外, C 也不可能向上移动, 因为要向上移动, 则 B 对 C 的摩擦力(其可能的最大值为 $\frac{1}{2}\mu mg\cos\theta$) 必须大于或等于 C 所受重力沿斜面方向的分力与 A 对 C 的最大静摩擦力之和, 即

$$\frac{1}{2}\mu mg\cos\theta \geq mg\sin\theta + \frac{1}{2}\mu mg\cos\theta$$

这是不可能的。所以结论是 C 不动 (2 分)

因为 B 刚开始向上移动而 C 不动, 对 C 受力分析有 $\frac{1}{2}\mu mg\cos\theta = mg\sin\theta + f$ (其中 f 因方向不确定可能为正可能为负)

所以 A 对 C 的摩擦力的大小是 $f = \left| \frac{1}{2}\mu mg\cos\theta - mg\sin\theta \right|$ (2 分)

(3) 对整体, $5mg\sin\theta \leq 2\mu \times 2.5mg\cos\theta$ 则 $\mu \geq \tan\theta$ (1 分)

对 A 受力分析, 有 $2mg\sin\theta \leq \mu \times 0.5mg\cos\theta$ 则 $\mu \geq 4\tan\theta$ (2 分)

对 AC 受力分析, $3mg\sin\theta \leq \mu \times 0.5mg\cos\theta$ 则 $\mu \geq 6\tan\theta$ (2 分)

综上所述可得 $\mu \geq 6\tan\theta$ (1 分)