

高一物理试卷

考生注意:

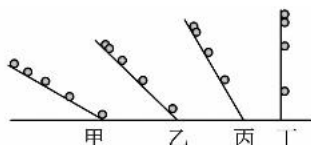
1. 满分 100 分,考试时间 75 分钟。
2. 考生作答时,请将答案答在答题卡上。选择题每小题选出答案后,用 2B 铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑;非选择题请用直径 0.5 毫米黑色墨水签字笔在答题卡上各题的答题区域内作答,超出答题区域书写的答案无效,在试题卷、草稿纸上作答无效。
3. 本卷命题范围:人教版必修一第一章~第三章。

一、选择题:本大题共 10 小题,共 46 分。第 1~7 题,每小题 4 分,只有一项符合题目要求,错选、多选或未选均不得分,第 8~10 题,每小题 6 分,有多项符合题目要求,全部选对的得 6 分,选对但不全的得 3 分,有选错或不选的得 0 分。

1. 中国传统古诗词文化具有强大的文化生命力和影响力,部分古诗词描述的自然图景隐含着一些物理原理,下列古诗词中对物体运动的描述,可以以地面为参考系的是
A. 巍巍青山两岸走
B. 一江春水向东流
C. 两岸青山相对出
D. 坐地日行八万里
2. 当月亮、地球、太阳完全在一条直线上的时候,地球在中间,整个月亮全部走进地球的影子,月亮表面变成暗红色,形成月全食。2025 年 9 月 7 日午夜至 8 日凌晨,中国迎来全国可见的震撼月全食天象,月食从北京时间 9 月 7 日 23:28 开始,至次日凌晨 04:55 结束,总时长达到 5 小时 27 分钟,下列说法正确的是
A. 在观测月全食时不能将月球看成质点
B. 月球绕地球转动,这是以月球为参考系来描述的
C. “2025 年 9 月 7 日”是时间间隔
D. “5 小时 27 分”是时刻
3. 爱因斯坦对于伽利略的工作给予了高度的评价:伽利略的发现以及他所应用的科学推理方法是人类思想史上最伟大的成就之一,而且标志着物理学的真正开始。伽利略对自由落体运动的研究,是科学实验和逻辑思维的完美结合,如图所示,可大致表示其实验和思维的过程,对这一过程的分析,下列步骤排序正确的是



伽利略对自由落体运动的研究（油画）



伽利略对自由落体运动的研究（示意图）

①数学推理：如果 $v \propto t$ ，初速度为零的匀变速直线运动应符合 $x \propto t^2$

②合理外推：当倾角等于 90° 时，斜面运动变为自由落体运动

③实验验证：小球在斜面上运动符合 $x \propto t^2$ ，是匀加速直线运动

④猜想假设：自由落体运动是最简单的变速运动，即 $v \propto t$

A. ④③①②

B. ④①③②

C. ①④③②

D. ④①②③

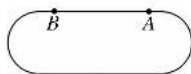
4. 某学校田径运动场 400 m 标准跑道的示意图如图所示，100 m 赛跑的起跑点在 A 点，终点在 B 点，400 m 赛跑的起跑点和终点都在 A 点。在校运动会中，甲、乙两位同学分别参加了 100 m、400 m 项目的比赛，关于甲、乙两位同学运动的位移大小和路程的说法正确的是

A. 甲、乙两位同学的位移大小相等

B. 甲、乙两位同学的路程相等

C. 甲的位移较大

D. 甲的路程较大



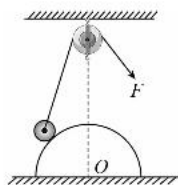
5. 如图所示，光滑半球面上的小球（可视为质点）被一绕过光滑小定滑轮的轻绳在力 F 的作用下由底端缓慢拉到顶端的过程中，绳的拉力 F 及半球面对小球的支持力 F_N 的变化情况为

A. F 变小， F_N 不变

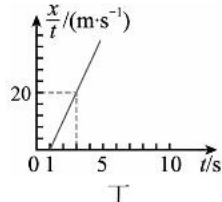
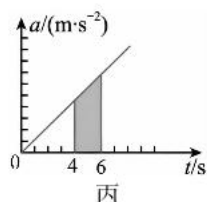
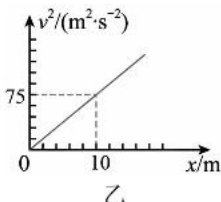
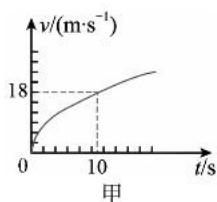
B. F 不变， F_N 减小

C. F 变小， F_N 变小

D. F 变小， F_N 增大



6. 如图所示，四幅图均为物体做直线运动的图像，下列说法正确的是



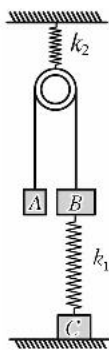
A. 甲图中，物体在 $0 \sim 10$ s 这段时间内的平均速度小于 9 m/s

B. 乙图中，物体的加速度大小为 3.5 m/s²

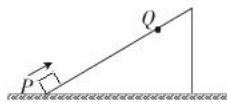
C. 丙图中，阴影面积表示 $4 \sim 6$ s 时间内物体的加速度变化量

D. 丁图中，物体从 $t=0$ 时刻开始运动， $t=3$ s 时物体的速度为 50 m/s

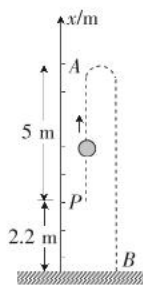
7. 如图所示, A、B、C 三个物体的质量满足 $m_A = \frac{1}{3}m_B = \frac{1}{2}m_C = m$, A、B 两物体通过绳子绕过定滑轮相连, B、C 用劲度系数为 k_1 的弹簧相连, 劲度系数为 k_2 的弹簧一端固定在天花板上, 另一端与滑轮相连. 开始时系统静止, A、B 两物体在同一水平面上, 不计滑轮、绳子、弹簧的重力和一切摩擦, 重力加速度为 g . 现用竖直向下的力缓慢拉动 A 物体, 在拉动过程中, 弹簧及与 A、B 相连的绳子都始终竖直, 到 C 物体刚要离开地面(A 没落地, B 没有与滑轮相碰), 则此时 A、B 两物体的高度差为



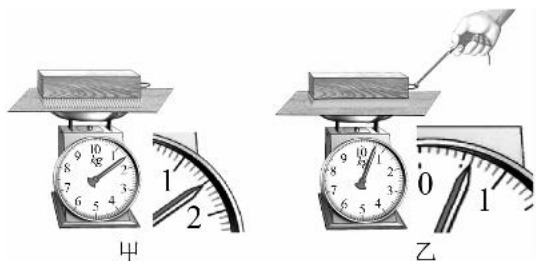
- A. $\frac{8mg}{k_2} + \frac{16mg}{k_1}$ B. $\frac{6mg}{k_2} + \frac{12mg}{k_1}$ C. $\frac{6mg}{k_2} + \frac{6mg}{k_1}$ D. $\frac{8mg}{k_1} + \frac{16mg}{k_2}$
8. 一滑块冲上固定斜面后做匀减速直线运动, 最终静止在斜面上的 Q 点, 如图所示. 从滑块通过斜面的底端 P 开始计时, 已知滑块在第 1 s 内通过的距离为 6 m, 停止运动前的最后 1 s 内通过的距离为 2 m, 则



- A. 滑块运动的加速度大小为 4 m/s^2
 B. 滑块通过 P 点时的速度大小为 16 m/s
 C. P、Q 两点间的距离为 8 m
 D. 滑块从 P 点运动到 Q 点的时间为 2 s
9. 如图所示, 将一小球从 2.2 m 高的 P 点竖直向上抛出, 经 $t_1 = 1 \text{ s}$ 减速运动了 5 m 到达最高点 A, 又经 $t_2 = 1.2 \text{ s}$ 落至地面 B 点, 取竖直向上为正方向, 下列说法正确的是



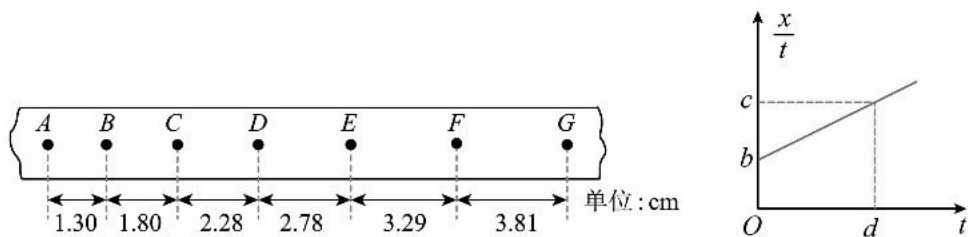
- A. 小球从 P 点运动到 A 点的平均速度为 -5 m/s
 B. 小球从 P 点运动到 A 点平均速度为 5 m/s
 C. 小球在 AB 段的平均速度为 -11 m/s
 D. 小球抛出时的初速度大于 5 m/s
10. 如图甲所示, 把固定有薄木板的台秤校零后静止放在水平面上, 将一个带有毛刷的木块放在台秤的木板上, 台秤示数如图甲所示. 若用一条与水平方向成 76° 斜向上的绳子拉木块, 木块相对于木板仍保持静止, 台秤示数如图乙所示. 已知毛刷与木板间的动摩擦因数为 0.5 , 取重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$, $\sin 76^\circ = 0.96$, $\cos 76^\circ = 0.24$. 下列说法正确的是



- A. 木块受到的重力是 15 N
 B. 在拉力的作用下, 木块受到的重力变为 6 N
 C. 木块受到的摩擦力为 2.25 N , 方向水平向左
 D. 乙图中若绳子的拉力大小不变, 绳子与水平方向的夹角变小, 则台秤的示数变小

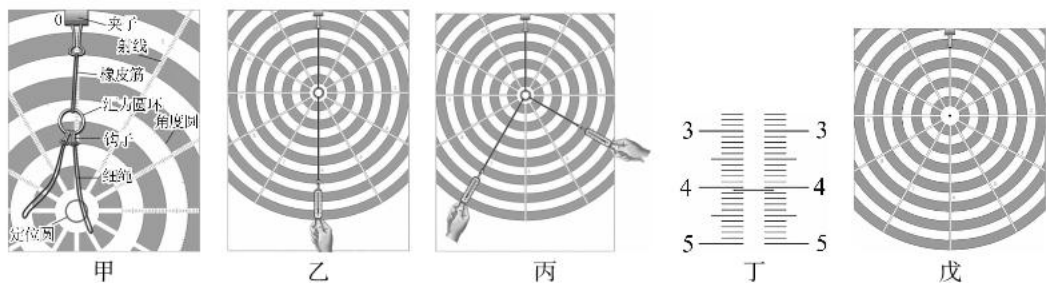
二、非选择题:本大题共 5 小题,共 54 分。

11. (5 分)某同学利用打点计时器进行“探究匀变速直线运动规律”的实验,某次测量的纸带如图所示.如图是实验得到纸带的一部分,每相邻两计数点间有四个点未画出,已知交流电频率为 50 Hz.



- (1) 小车经过 F 点时的速度大小为 _____ m/s, 小车的加速度大小为 _____ m/s² (结果均保留 3 位有效数字);
- (2) 另一同学通过多次操作从其中选择了一条比较清晰的纸带, 并选取了第一个比较清晰的点为计数点 O, 并依次计算出到 O 点的距离 x 与所用时间 t 的比值. 作出 $\frac{x}{t} - t$ 的图像, 如图所示, 坐标系中已标出的坐标值为已知量, 则 O 点的速度为 $v_0 =$ _____, 加速度为 $a =$ _____ (均用 b, c, d 表示);
- (3) 如果当时电网中交变电流的频率稍有增大, 从 50 Hz 变成了 60 Hz, 而做实验的同学并不知道, 仍按照 50 Hz 进行数据处理, 那么速度的测量值与实际值相比 _____ (填“偏大”“偏小”或“不变”).

12. (9 分)实验小组采用图甲装置验证“力的平行四边形定则”.



- (1) 如图乙所示, 直接用一个弹簧测力计去拉细绳, 使汇力圆环与平板上的定位圆重合, 记录这个拉力的大小和方向; 此时拉力大小如图丁所示, 则拉力 $F =$ _____ N;
- (2) 分别将弹簧测力计连接在两根细绳的末端, 使汇力圆环与平板上的定位圆重合, 调整两条细绳的方向如图丙所示, 记录两个拉力的方向, 此时左右两弹簧的读数分别为 $F_1 = 3.50$ N、 $F_2 = 2.00$ N;
- (3) 在戊图中用力的图示法验证“力的平行四边形定则”(请在答题卡上作答, 其他地方作答无效);

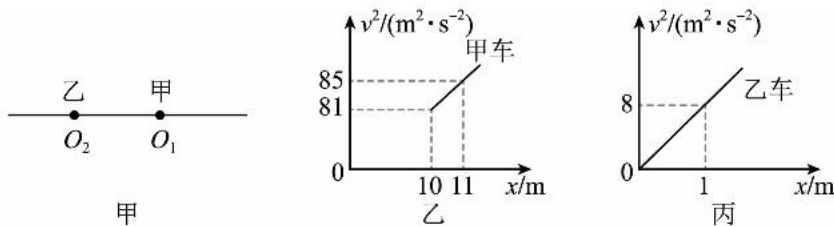
(4)关于本实验中的实验操作及实验结果,以下说法正确的是_____ (多选,填标号).

- A. 拉橡皮条时,为了操作方便,可以稍微斜向上拉弹簧测力计
- B. 用汇力圆环代替细绳结点是为了更便捷、更准确的拉到同一位置,减小误差
- C. 细绳的方向沿着射线方向进行实验是为了减少实验误差和方便操作
- D. 用两弹簧测力计拉橡皮筋时,由于汇力圆环有抖动,此时可用手轻轻按住圆环以便准确读数

13. (10分)某人驾驶一辆汽车以 $v_0 = 10 \text{ m/s}$ 的速度在平直道路上行驶,发现前方有减速带,立刻刹车做匀减速运动, $t = 1 \text{ s}$ 时到达减速带,此时汽车的速度 $v = 5 \text{ m/s}$. 在第 1 s 内,求:

- (1)汽车做匀减速运动的加速度 a 的大小;
- (2)汽车通过的位移 x 的大小.

14. (13分)现有两同学用安装有蓝牙设备的玩具小车甲、乙进行实验:甲、乙两车开始时处于同一直线上相距一定距离的 O_1 、 O_2 两点(如图甲所示),同时向右做匀加速运动,以乙车所在位置为坐标原点,沿运动方向建立坐标轴,从开始运动时计时,甲、乙两车速度的平方 v^2 随 x 的变化图像分别如图乙、丙所示. 已知当两车间距超过 $s_0 = 28 \text{ m}$ 时,两车无法实现通信,忽略信号传递的时间. 求:



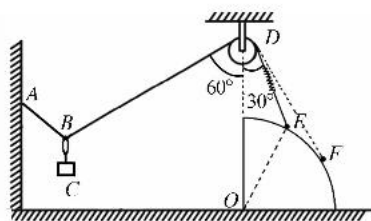
- (1)甲、乙两车运动的加速度大小 a_1 、 a_2 ;
- (2)甲、乙两车在相遇前的最大距离;
- (3)甲、乙两车在相遇前能保持通信的时间.

15. (17分) 如图所示,粗糙水平面上静止放置一圆弧表面光滑的四分之一圆柱体,光滑轻小滑轮 D 在圆心 O 的正上方用轻杆固定. 细线一端固定在 A 点,另一端跨过滑轮 D 连接一劲度系数 $k=100\text{ N/m}$ 的轻质弹簧,弹簧下端与质量为 $m=\sqrt{3}\text{ kg}$ 小球(可视为质点)连接,小球置于四分之一圆柱体表面上 E 处, DE 长度与圆柱体半径相等, DE 与竖直方向成 30° 角,物块 C 通过光滑圆环悬挂在细线上, BD 与竖直方向成 60° 角,整个装置处于静止状态. 已知四分之一圆柱体与地面的动摩擦因数为 0.2 ,最大静摩擦力等于滑动摩擦力,细线、圆环质量不计,重力加速度大小 $g=10\text{ m/s}^2$.

(1) 求轻质弹簧的伸长量和物块 C 的质量;

(2) 求杆对滑轮 D 作用力的大小和方向;

(3) 若调整细线长度使小球从 E 处移至 F 处(DF 与圆柱表面相切),整个装置仍然保持静止,已知 $\sin\angle ODF=\frac{\sqrt{3}}{3}$, $\cos\angle ODF=\frac{\sqrt{6}}{3}$,求四分之一圆柱体的质量 M 的最小值(结果可保留根式).



长春市第二实验中学 2025~2026 学年度上学期期中考试·高一物理

参考答案、提示及评分细则

一、选择题:本大题共 10 小题,共 46 分。第 1~7 题,每小题 4 分,只有一项符合题目要求,错选、多选或未选均不得分,第 8~10 题,每小题 6 分,有多项符合题目要求,全部选对的得 6 分,选对但不全的得 3 分,有选错或不选的得 0 分。

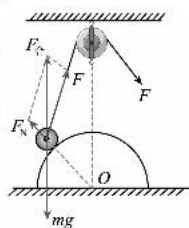
题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	B	A	B	C	A	D	D	ACD	BD	AC

1. B “两岸青山相对出”“巍巍青山两岸走”均是以作者所乘坐的交通工具(船)为参考系的,AC 错误;“一江春水向东流”可以说是水相对地面向东运动,B 正确;“坐地日行八万里”是以地心为参考系的,D 错误。
2. A 在观测月全食时,月食的各个阶段与月球的大小和形状有关,不能将月球看成质点,A 正确;月球绕地球转动,这是以地球为参考系来描述的,B 错误;“2025 年 9 月 7 日”是时刻,“5 小时 27 分”是时间间隔,CD 错误。

3. B 伽利略对自由落体的研究分为:猜想假设→数学推理→实验验证→合理外推几个步骤。

4. C 甲位移和路程均为 100 m,乙位移为 0,路程为 400 m。

5. A 作出小球的受力示意图,如图所示,设半球面半径为 R ,定滑轮到球面最高点的距离为 h ,定滑轮与小球间绳长为 L ,从图中可得到相似三角形,根据三角形相似得 $\frac{F}{L} = \frac{mg}{h+R}$
 $= \frac{F_N}{R}$,解得 $F = \frac{L}{h+R}mg$, $F_N = \frac{R}{h+R}mg$,由于在拉动过程中 h, R 不变, L 变小, F 变小, F_N 不变。



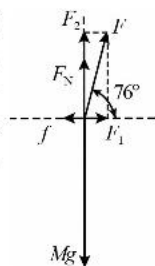
6. D 题图甲中,若 $v-t$ 图像为直线,则 $0\sim 10$ s 时间内的平均速度为 $v = \frac{18}{2} \text{ m/s} = 9 \text{ m/s}$,由图中曲线可知物体在 $0\sim 10$ s 这段时间内平均速度大于 9 m/s ,A 错误;题图乙中,根据运动学公式,则有 $v^2 = 2ax$ 可知 $a = \frac{v^2}{2x} = \frac{75}{2 \times 10} \text{ m/s}^2 = 3.75 \text{ m/s}^2$,即物体的加速度大小为 3.75 m/s^2 ,B 错误;图丙中,根据 $\Delta v = a\Delta t$ 可知,阴影面积表示 $4\sim 6$ s 时间内物体的速度变化量,C 错误;图丁中,根据运动学方程可知 $x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ 即 $\frac{x}{t} = v_0 + \frac{1}{2} a t$,由图像可解得 $a = 20 \text{ m/s}^2$, $v_0 = -10 \text{ m/s}$,则 $t = 3$ s 时物体的速度为 $v_3 = v_0 + at_3 = 50 \text{ m/s}$,D 正确。

7. D 设开始 BC 间弹簧的压缩量为 x_1 ,上面的弹簧伸长量为 x'_1 ,绳子拉力为 T ;对物体 A 根据平衡条件可得 $T = mg$,对 B 物体根据平衡条件可得 $3mg = k_1 x_1 + T$,解得 $x_1 = \frac{2mg}{k_1}$,对滑轮根据平衡条件可得 $2T = k_2 x'_1$,解得 $x'_1 = \frac{2mg}{k_2}$,设 C 物体刚要离开地面时 BC 间弹簧的伸长量为 x_2 ,上面的弹簧伸长量为 x'_2 ,绳子拉力为 T' ;对物体 C 根据平衡条件可得 $2mg = k_1 x_2$,解得 $x_2 = \frac{2mg}{k_1}$,C 物体刚要离地时 $T' = 5mg$,则上端弹簧的伸长量 $x'_2 = \frac{2T'}{k_2} = \frac{10mg}{k_2}$,所以此过程中 A 下降的高度为 $h_A = x_1 + x_2 + 2(x'_2 - x'_1) = \frac{4mg}{k_1} + \frac{16mg}{k_2}$,此过程中 B 物体上升的高度 $h_B = x_1 + x_2 = \frac{4mg}{k_1}$,此时 A、B 两物体的高度差为 $\Delta h = h_A + h_B = \frac{8mg}{k_1} + \frac{16mg}{k_2}$,故选 D。

8. ACD

9. BD 小球从 P 点运动到 A 点的位移为正值,平均速度 $\bar{v}_1 = \frac{5}{1} \text{ m/s} = 5 \text{ m/s}$,B 项正确,A 项错误;小球在 AB 段的位移为 -7.2 m ,下落时间为 1.2 s ,平均速度 $\bar{v} = -\frac{7.2}{1.2} \text{ m/s} = -6 \text{ m/s}$,C 项错误;小球抛出时的速度一定大于在 PA 段的平均速度 5 m/s ,D 项正确。

10. AC 由甲图可知,图中显示木块的质量为 1.5 kg,则重力 $G=Mg=15\text{ N}$,A 正确;物体在拉力的作用下,质量没有发生改变,故重力不变,B 错误;对图乙中木块受力分析如图所示,由台秤读数可知,台秤对木块的支持力 $F_N=0.6\times 10\text{ N}$,由共点力平衡条件可知: $F_2=Mg-F_N$, $f=F_1$, $F_2=F_1\tan 76^\circ$,代入数据解得木块受到的静摩擦力 $f=2.25\text{ N}$,C 正确;由共点力平衡条件可知,台秤受到的压力大小等于支持力 $F_N=Mg-F\sin\theta$,所以当角度变小时,压力变大,即台秤的读数增大,D 错误.



二、非选择题:本大题共 5 小题,共 54 分。

11. (1)0.355 0.500 (2) $b \frac{2(c-b)}{d}$ (3)偏小(每空 1 分)

解析:(1)每相邻两计数点间有四个点未画出,故计数周期为 $T=5\times 0.02\text{ s}=0.1\text{ s}$, F 点的瞬时速度等于 EG 段的平均速度 $v_F=\frac{x_{EG}+x_{FG}}{2T}=\frac{(3.29+3.81)\times 10^{-2}}{2\times 0.1}\text{ m/s}=0.355\text{ m/s}$;由逐差法可知加速度为 $a=$

$$\frac{x_{DG}-x_{AD}}{(3T)^2}=0.500\text{ m/s}^2;$$

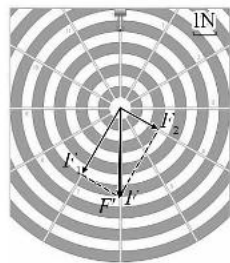
(2)由位移时间公式 $x=v_0t+\frac{1}{2}at^2$,可得 $\frac{x}{t}=v_0+\frac{1}{2}at$,则截距为 $v_0=b$,斜率为 $\frac{1}{2}a=\frac{c-b}{d}$,解得 $a=\frac{2(c-b)}{d}$;

(3)如果当时电网中交变电流的频率稍有增大,从 50 Hz 变成了 60 Hz,而做实验的同学并不知道,仍按照 50 Hz 进行数据处理,则实验计算采用的频率值偏小,得到的计数点间的时间间隔偏大,则速度的测量值偏小,即速度的测量值小于真实值.

12. (1)4.05(4.03~4.07)(2 分) (3)如图所示(3 分) (4)BC(4 分)

解析:(1)弹簧测力计的最小分度值为 0.1 N,由丁图可知其指针略超过 4.0 N 处,再估读一位,即 4.05 N(4.03 N~4.07 N);

(3)如图所示;



(4)拉橡皮条时,弹簧测力计、橡皮条、细绳应贴近木板且与木板平面平行,故 A 错误;图甲装置中,在印有定位圆、角度圆、射线的纸张上实验时,汇力圆环拉到定位圆位置,可以从不同角度观察是否对齐更加精确有利于减少实验误差且无需标记点更加的方便,故 B 正确;细绳的方向沿着射线方向进行实验时可以减少由于标记细线位置的点不准确带来的实验误差,同时由于无需标记细线方向的点使得操作更方便,故 C 正确;用弹簧测力计拉橡皮筋时,用手轻轻按住抖动的汇力圆环导致圆环受力增加,使得弹簧测力计的示数不正确,故 D 错误.

13. 解:(1)根据匀变速直线运动速度时间关系可得汽车做匀减速运动的加速度大小为

$$a=\frac{v_0-v}{t}=\frac{10-5}{1}\text{ m/s}^2=5\text{ m/s}^2\text{ (5 分)}$$

(2)在第 1 s 内汽车通过的位移大小为

$$x=\frac{v_0+v}{2}t=\frac{10+5}{2}\times 1\text{ m}=7.5\text{ m}\text{ (5 分)}$$

14. 解:(1)由图可知 v^2 随 x 的变化关系成一次函数变化,故甲、乙两车均做匀变速直线运动.

根据 $v_1^2-v_0^2=2ax$ (1 分)

分别代入数据可得,甲车在 O_1 点的初速度为 $v_0=9\text{ m/s}$ (1 分)

甲车的加速度为 $a_1=2\text{ m/s}^2$

乙车从 O_2 点由静止开始运动,其加速度为 $a_2=4\text{ m/s}^2$ (1 分)

(2)当两车速度相等时相距最大,设经过 t_1 时间两车速度相等,则有 $v_0 + a_1 t_1 = a_2 t_1$ (1分)

由运动学规律有 $x_{甲} = v_0 t_1 + \frac{1}{2} a_1 t_1^2$

$$x_{乙} = \frac{1}{2} a_2 t_1^2 \text{ (1分)}$$

最大距离为 $x_1 = x_{甲} + d - x_{乙}$ (1分)

由图可知,甲、乙两车开始时相距 $d = 10 \text{ m}$

联立以上各式解得 $x_1 = 30.25 \text{ m}$ (1分)

(3)设经过时间 t_2 乙车追上甲车,由运动学规律有 $x_{甲}' = v_0 t_2 + \frac{1}{2} a_1 t_2^2$

$$x_{乙}' = \frac{1}{2} a_2 t_2^2 \text{ (1分)}$$

相遇时满足 $x_{甲}' + d = x_{乙}'$ (1分)

解得 $t_2 = 10 \text{ s}$ (1分)

设经过时间 t 两车间距等于 s_0 ,则有 $x_{甲} + d - x_{乙} = s_0$

$$\text{即 } v_0 t + \frac{1}{2} a_1 t^2 + d - \frac{1}{2} a_2 t^2 = s_0 \text{ (1分)}$$

解得 $t_3 = 3 \text{ s}, t_4 = 6 \text{ s}$

即中间无法通信的时间为 $\Delta t = t_4 - t_3 = 3 \text{ s}$ (1分)

所以两车相遇前能保持通信的时间为 $t' = t_2 - \Delta t = 7 \text{ s}$ (1分)

15. 解:(1)对小球分析,受拉力、重力、支持力处于平衡状态,根据几何关系和平衡条件可得

$$F_T = \frac{mg}{2\cos 30^\circ} = 10 \text{ N} \text{ (2分)}$$

根据胡克定律 $F_T = k\Delta x$ (1分)

$$\text{轻质弹簧的伸长量 } \Delta x = \frac{F_T}{k} = 0.1 \text{ m} \text{ (1分)}$$

对物块 C 分析,根据竖直方向平衡条件可得 $2F_T \cos 60^\circ = m_C g$ (1分)

解得物块 C 质量 $m_C = 1 \text{ kg}$ (1分)

(2)对滑轮 D 分析,两绳对滑轮的作用力大小相等且垂直,则合力

$$F_{合} = \sqrt{2} F_T = 10\sqrt{2} \text{ N} \text{ (2分)}$$

根据平衡条件,两绳对滑轮作用力的合力与杆对滑轮作用力大小相等方向相反,即

$$F = F_{合} = 10\sqrt{2} \text{ N} \text{ (1分)}$$

方向斜向上与竖直方向成 15° 角 (1分,未答出角度,答出“斜向上”即给分)

(3)对小球分析,绳对小球的拉力为 F_T' ,圆柱体对小球的弹力为 F_{N1} ,在水平方向上受力平衡

$$F_T' \sin \angle ODF = F_{N1} \cos \angle ODF \text{ (1分)}$$

在竖直方向上受力平衡

$$F_T' \cos \angle ODF + F_{N1} \sin \angle ODF = mg \text{ (1分)}$$

解得

$$F_T' = 10\sqrt{2} \text{ N} \text{ (1分)}$$

对小球和四分之一圆柱体整体分析,水平方向上,地面对其的摩擦力

$$F_f' = F_T' \sin \angle ODF = \frac{10\sqrt{6}}{3} \text{ N} \text{ (1分)}$$

竖直方向上,地面对其的支持力

$$F_{N2} = Mg + m_C g - F_T' \cos \angle ODF = 10M + 10\sqrt{3} - \frac{20\sqrt{3}}{3} \text{ (1分)}$$

圆柱体不滑动,需满足

$$\mu F_{N2} \geq F_f' \text{ (1分)}$$

代入解得

$$M \geq \frac{5\sqrt{6} - \sqrt{3}}{3} \text{ (1分)}$$