



2024 北京顺义高一（上）期末

物 理

考生须知

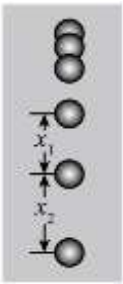
1. 本试卷总分 100 分，考试用时 90 分钟。
2. 本试卷共 6 页，分为选择题（60 分）和非选择题（40 分）两部分。
3. 试卷所有答案必须填涂或书写在答题卡上，在试卷上作答无效。第一部分必须用 2B 铅笔作答；第二部分必须用黑色字迹的签字笔作答。
4. 考试结束后，请将答题卡交回，试卷自己保留。

第一部分 选择题（共 60 分）

一、选择题（本题共 20 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 60 分）

请阅读下述文字，完成下列小题。

频闪仪是研究变速运动常用的实验器材。在暗室中，频闪仪的快门处于常开状态，频闪仪每隔时间 T 发出一次短暂的强烈闪光，照亮运动的物体，于是胶片上记录下物体在几个闪光时刻的位置。图是小球自由下落时的频闪照片示意图。



1. 描述小球运动的下列物理量中，属于标量的是（ ）

A. 位移	B. 时间	C. 速度	D. 加速度
-------	-------	-------	--------
2. 通过图可以判定出小球下落的速度（ ）

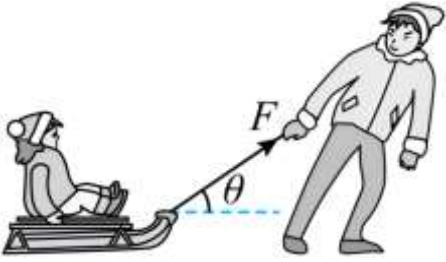
A. 越来越大	B. 保持不变	C. 越来越小	D. 先变大后变小
---------	---------	---------	-----------
3. 小球所受的合力（ ）

A. 越来越小	B. 越来越大	C. 保持不变	D. 先变小后变大
---------	---------	---------	-----------
4. 照片中的 x_1 、 x_2 是连续两次闪光间小球下落的距离。小球在该下落过程中的加速度为（ ）

A. $\frac{x_2}{T}$	B. $\frac{x_2 - x_1}{T}$	C. $\frac{2x_2}{T^2}$	D. $\frac{x_2 - x_1}{T^2}$
--------------------	--------------------------	-----------------------	----------------------------

请阅读下述文字，完成下列小题。

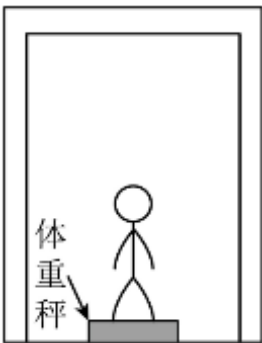
如图所示，一个大人拉着载有小孩的雪橇在水平冰面上玩耍，坐在雪橇上的小孩与雪橇的总质量为 m ，大人用与水平面成 θ 角的恒定拉力 F 拉着雪橇，沿水平冰面向右匀速移动了一段距离，已知雪橇与冰面间的动摩擦因数为 μ 。



5. 关于小孩的受力情况，下列说法正确的是（ ）
- A. 受重力、支持力和摩擦力
B. 受重力、支持力
C. 只受重力
D. 受重力、支持力、摩擦力和拉力
6. 关于小孩对雪橇的压力和雪橇对小孩的支持力的关系，下列说法正确的是（ ）
- A. 方向相同，大小相等
B. 方向相同，大小不等
C. 方向相反，大小相等
D. 方向相反，大小不等
7. 下列说法正确的是（ ）
- A. 拉力的水平分力等于小孩和雪橇所受的合力
B. 拉力与摩擦力的合力大小等于小孩和雪橇的重力大小
C. 拉力与摩擦力的合力方向竖直向上
D. 小孩和雪橇所受的合力不为零
8. 下列说法正确的是（ ）
- A. 支持力大小为 $mg + F\cos\theta$
B. 支持力大小为 $mg - F\cos\theta$
C. 摩擦力大小为 $F\cos\theta$
D. 摩擦力大小为 $\mu(mg - F\cos\theta)$

请阅读下述文字，完成下列小题。

如图所示，小明为了研究超重与失重现象，将体重计放在电梯的轿厢里，并站在体重计上，乘坐电梯观察体重计的示数变化。



9. 从四层到一层电梯下降的高度约为10m 所用的时间约为10s，则小明乘坐的电梯的平均速度约为（ ）
- A. 1m/s
B. 1.2m/s
C. 5m/s
D. 5.2m/s
10. 小明对体重计压力的反作用力是（ ）
- A. 小明受到的重力
B. 电梯轿厢的重力
C. 电梯轿厢受到的拉力
D. 体重计对小明的支持力



11. 某时刻发现体重计的示数明显大于其体重，下列说法正确的（ ）

- A. 电梯一定处于上升阶段
- B. 电梯一定处于加速上升阶段
- C. 电梯可能处于加速下降阶段
- D. 电梯的加速度一定向上

12. 在小明乘坐电梯向上做减速运动的过程中，下列关于小明所处状态说法正确的是（ ）

- A. 超重状态
- B. 失重状态
- C. 平衡状态
- D. 完全失重状态

请阅读下述文字，完成第下列小题。

2019年9月12日，湖北武汉发出首批无人驾驶汽车试运营牌照，这标志着智能网联汽车开始从测试走向商业化运营，将逐渐进入市民的生活。如图所示，无人驾驶汽车车头装有一个激光雷达，就像车辆的“鼻子”，随时“嗅”着前方80m范围内车辆和行人的“气息”，出于安全考虑无人驾驶汽车的最大行驶速度为24m/s。以最大速度行驶并进行了直线刹车测试。



13. 为了不撞上前方的物体，该无人驾驶汽车直线刹车测试时的加速度大小至少为（ ）

- A. 3.3m/s^2
- B. 3.6m/s^2
- C. 7.2m/s^2
- D. 36.7m/s^2

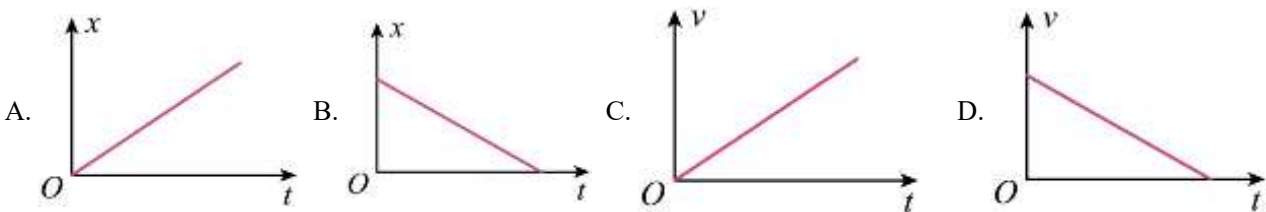
14. 若将该直线刹车过程视为匀减速直线运动，可以分析出该无人驾驶汽车刹车的最长时间约为（ ）

- A. 3.3s
- B. 6.0s
- C. 6.7s
- D. 12s

15. 该无人驾驶汽车刹车过程所受的合力（ ）

- A. 一定越来越大
- B. 方向与运动方向相同
- C. 一定越来越小
- D. 方向与运动方向相反

16. 若将直线刹车过程视为匀减速直线运动，下列描述汽车位置变化 x 随时间 t 变化的图像和汽车速度 v 随时间 t 变化的图像，正确的是（ ）



请阅读下述文字，完成下列小题。

如图 1 所示，某同学用铁架台、弹簧和多个已知质量且质量相等的钩码，探究“在弹性限度内弹簧弹力与弹簧伸长量的关系”实验。重力加速度 g 取 10m/s^2 。

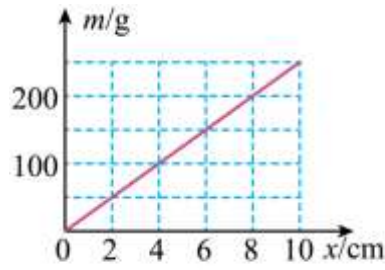
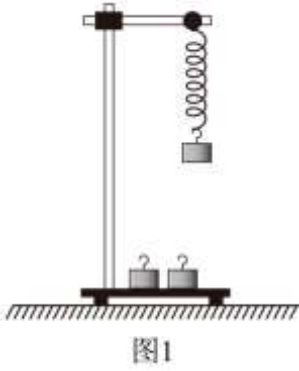


图2

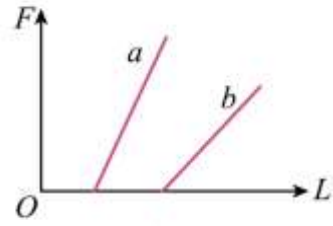


图3

17. 实验中还需要的器材有 ()

- A. 刻度尺
- B. 天平
- C. 弹簧测力计
- D. 打点计时器

18. 以钩码总质量 m 为纵轴，弹簧形变量 x 为横轴，建立坐标系，根据实验数据绘图，如图 2 所示。关于弹簧的弹力与弹簧的伸长量关系，以及弹簧劲度系数 k 的数值，下列说法正确的是 ()

- A. 弹簧的弹力与弹簧的伸长量成正比， $k = 25.0\text{N/m}$
- B. 弹簧的弹力与弹簧的伸长量成反比， $k = 25.0\text{N/m}$
- C. 弹簧的弹力与弹簧的伸长量成正比， $k = 2.5\text{N/m}$
- D. 弹簧的弹力与弹簧的伸长量成反比， $k = 2.5\text{N/m}$

19. 如图 3 所示，实验中用两根不同的弹簧 a 和 b ，作出弹簧弹力 F 与弹簧长度 L 的 $F-L$ 图像，下列说法正确的是 ()

- A. a 的原长比 b 的长
- B. a 的劲度系数比 b 的大
- C. 弹簧弹力与弹簧长度成正比
- D. 根据图像无法比较弹簧 a 和 b 的劲度系数大小

20. 某研究性学习小组利用图 1 所示装置测定滑块加速运动时与平直长木板间的动摩擦因数。将长木板固定在水平桌面上，其右端安装定滑轮，左端固定位移传感器；总质量为 M 的滑块（含拉力传感器）在长木板上紧靠位移传感器放置，拉力传感器通过细绳跨过定滑轮与质量为 m 的重物连接。由静止释放滑块，记录拉力传感器和位移传感器的数据，用计算机拟合得到滑块位移 x 随时间 t 变化的图像如图 2 所示，该图线的函数表达式是 $x = 1.19t^2$ (m)。滑块的加速度为 a ，拉力传感器示数为 F ，滑块加速运动时与平直长木板间的动摩擦因数为 μ_0 下列说法正确的是 ()

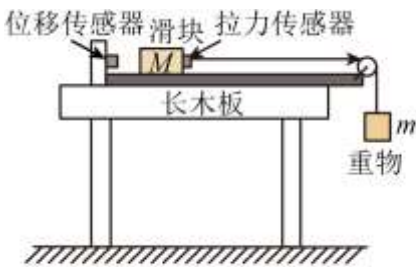


图1

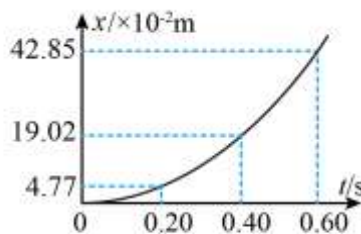


图2

- A. 本实验不需要调节细绳与长木板平行
- B. 滑块加速度 a 的大小为 0.60m/s^2

C. 滑块与长木板间的动摩擦因数 $\mu = \frac{F - Ma}{mg}$

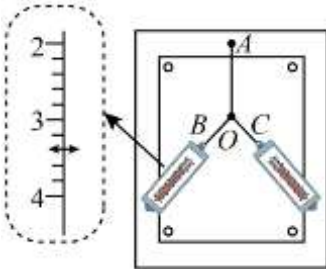


D. 本实验中不需要满足滑块质量远大于重物质量

第二部分 非选择题（共 40 分）

二、填空题（本题共 3 小题，每小题 4 分，共 12 分）

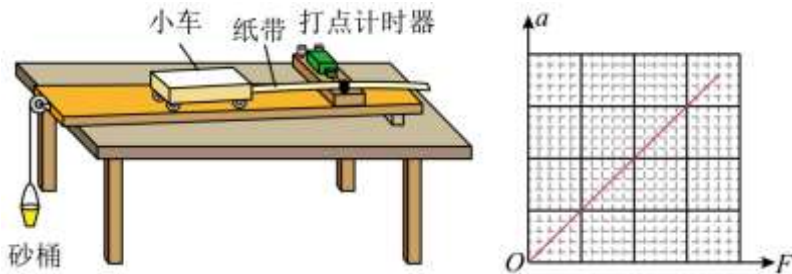
21. (1) 如图所示，在研究共点力合成的实验中，橡皮条的一端固定于 A 点，同时使用两只弹簧测力计通过细绳将橡皮条的另一端拉至 O 点，分别记录两个拉力的大小和方向，其中一只弹簧测力计的示数如图所示，其示数为_____ N。



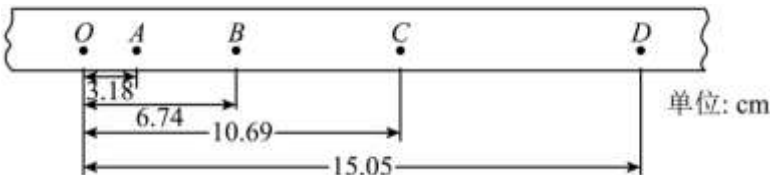
(2) 关于本实验，下列说法正确的是_____。

- A. 两根细绳必须等长
- B. 橡皮条应与两绳夹角的平分线在同一直线上
- C. 在使用弹簧测力计时要注意使弹簧测力计与木板平面平行
- D. 实验中，把橡皮条的另一端拉到 O 点时，两个弹簧测力计之间夹角必须取 90°

22. 某同学利用控制变量法探究加速度与力、质量的关系，实验装置如图所示。在探究加速度与力的关系时，需要保持小车_____（选填“质量”或“所受作用力”）不变。他正确操作实验和处理数据，得到如图所示的 $a-F$ 图像。由图像可知，小车的加速度 a 与它所受作用力 F 成_____（选填“正比”或“反比”）。



23. 某同学实验中获得一条纸带，如图所示，其中两相邻计数点间有四个点未画出。已知所用电源的频率为 50Hz ，则打 B 点时小车运动的速度大小 $v_B =$ _____ m/s ，小车运动的加速度大小 $a =$ _____ m/s^2 。



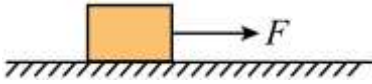
三、计算论述题（本题共 5 小题，第 24 题、第 25 题各 5 分，第 26 题、第 27 题、第 28 题各 6 分，共 28 分） 解题要求：写出必要的文字说明、方程式和结果。有数值计算的题，结果必须明确写出数值和单位。

24. 如图所示，质量为 $m = 2\text{kg}$ 的物块静止在光滑水平地面上， $t = 0$ 时刻在 $F = 8\text{N}$ 的水平拉力作用下由静



止开始做匀加速直线运动。求：

- (1) 物块运动的加速度大小 a ；
- (2) $t = 4.0\text{s}$ 时物块的速度大小 v 。

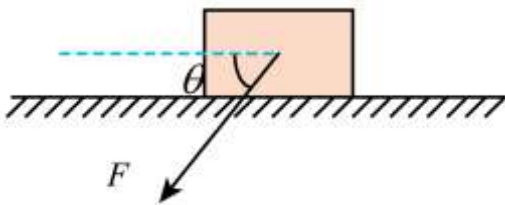


25. 将一小球从距离地面 20m 处由静止释放，不计空气阻力，重力加速度 g 取 10m/s^2 ，求：

- (1) 小球落地前瞬间的速度大小 v ；
- (2) 小球从静止释放到落地所经历的时间 t 。

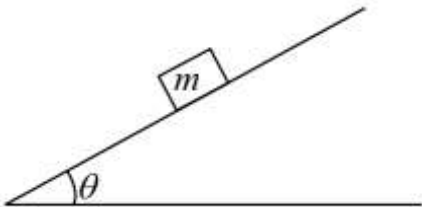
26. 如图所示，质量为 $m = 1\text{kg}$ 的物块在力 $F = 50\text{N}$ 的作用下，沿水平面做匀速直线运动，力 F 与水平面的夹角 $\theta = 53^\circ$ ，重力加速度 g 取 10m/s^2 , $\sin 53^\circ = 0.8$, $\cos 53^\circ = 0.6$ 。求：

- (1) 物块对地面的压力的大小 $F_{\text{压}}$ ；
- (2) 物块与地面间的滑动摩擦因数 μ 。



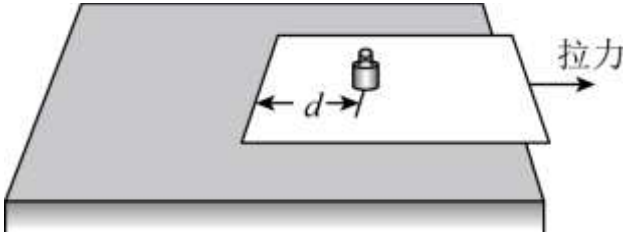
27. 一小滑块以 10m/s 的初速度沿倾角为 $\theta = 37^\circ$ 的固定斜面上滑。已知滑块与斜面间的动摩擦因数为 0.5 ，设斜面足够长。（ $g = 10\text{m/s}^2$, $\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$ ）求：

- (1) 物体上滑的最大位移；
- (2) 物体回到出发点时的速度。



28. 如图所示，将一张长方形纸板放在水平桌面上，纸板一端稍稍伸出桌外，将一物块置于距纸板左边界 d 处。用水平向右的拉力 F 将纸板迅速抽出，如果拉力足够大，物块几乎不动落在桌面上，这就是大家熟悉的惯性演示实验。若物块的质量为 m_1 ，纸板的质量为 m_2 ，物块与纸板、纸板与桌面、物块与桌面之间的动摩擦因数均为 μ ，重力加速度为 g ，假定最大静摩擦力等于滑动摩擦力。求：

- (1) 当纸板相对物块运动时，桌面对纸板摩擦力 f 的大小；
- (2) 要使物块与纸板发生相对滑动，拉力 F 应满足的条件；
- (3) 若物块移动的距离超过 l ，人眼就能感知到物块位置的变化，忽略物块的体积因素影响，为确保实验成功，纸板所需最小拉力的大小 F_1 。





参考答案

第一部分 选择题 (共 60 分)

一、选择题 (本题共 20 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 60 分)

【答案】1. B 2. A 3. C 4. D

【1 题详解】

位移，速度，加速度属于矢量，时间属于标量。

故选 B。

【2 题详解】

由于图中物体位置间隔时间相同，间隔距离越来越大，所以通过图可以判定出小球下落的速度越来越大。

故选 A。

【3 题详解】

小球做自由下落，所以小球只受重力作用，合力不变。

故选 C。

【4 题详解】

根据

$$\Delta x = aT^2$$

其中

$$\Delta x = x_2 - x_1$$

解得

$$a = \frac{x_2 - x_1}{T^2}$$

故选 D。

【答案】5. B 6. C 7. C 8. C

【5 题详解】

因为小孩向右匀速运动，所以小孩只受到重力与支持力。

故选 B。

【6 题详解】

小孩对雪橇的压力和雪橇对小孩的支持力是一对作用力与反作用力，故方向相反，大小相等。

故选 C。

【7 题详解】

A. 拉力的水平分力等于雪橇所受的摩擦力，A 错误；

B. 拉力与摩擦力和支持力的合力大小等于小孩和雪橇的重力大小，B 错误；

C. 因为重力与支持力的合力是竖直向下的，所以拉力与摩擦力的合力方向竖直向上，故 C 正确；

D. 把小孩和雪橇看成一个整体，他们匀速运动，所以所受合力为 0，D 错误。



故选 C。

【8 题详解】

AB.把孩和雪橇看成一个整体，对整体受力分析，竖直方向上

$$N + F \sin \theta = mg$$

解得

$$N = mg - F \sin \theta$$

故 AB 错误；

水平方向上

$$f = F \cos \theta = \mu N = \mu(mg - F \sin \theta)$$

故 C 正确，D 错误。

故选 C。

【答案】 9. A 10. D 11. D 12. B

【9 题详解】

小明乘坐的电梯的平均速度约为

$$\bar{v} = \frac{h}{t} = 1\text{m/s}$$

故选 A；

【10 题详解】

根据牛顿第三定律可知小明对体重计压力的反作用力是体重计对小明的支持力。

故选 D；

【11 题详解】

根据超重的概念可知，某时刻体重计的示数明显大于其体重时，小明处于超重状态，则电梯的加速度向上，电梯有可能加速上升，也有可能减速下降。

故选 D；

【12 题详解】

在小明乘坐电梯向上做减速运动的过程中，小明的加速度方向向下，所以小明处于失重状态。

故选 B。

【答案】 13. B 14. C 15. D 16. D

【13 题详解】

由 $v^2 = 2ax$ ，解得该无人驾驶汽车直线刹车测试时的加速度大小至少为

$$a = \frac{v^2}{2x} = \frac{24^2}{2 \times 80} \text{m/s}^2 = 3.6 \text{m/s}^2$$

故选 B。

【14 题详解】

由 $v = at$ ，解得该无人驾驶汽车刹车的最长时间约为



$$t = \frac{v}{a} = \frac{24}{3.6} \text{s} \approx 6.7 \text{s}$$

故选 C。

【15 题详解】

AC. 将该直线刹车过程视为匀减速直线运动，则加速度大小不变，由牛顿第二定律 $F = ma$ 可知该无人驾驶汽车刹车过程所受的合力不变，故 AC 错误；

BD. 该直线刹车过程视为匀减速直线运动，无人驾驶汽车刹车过程所受的合力方向与运动方向相反，故 B 错误，D 正确。

故选 D。

【16 题详解】

AB. 将直线刹车过程视为匀减速直线运动，由 $x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ 可知汽车位置变化 x 随时间 t 变化的图像是抛物线，故 AB 错误；

CD. 将直线刹车过程视为匀减速直线运动，由 $v = v_0 + at$ 可知汽车速度 v 随时间 t 变化的图像是斜速度减小的倾斜直线，故 C 错误，D 正确。

故选 D。

【答案】17. A 18. A 19. B

【17 题详解】

A. 实验需要测量弹簧伸长的长度，需要刻度尺。故 A 正确；

BC. 由于钩码的质量已知，不需要天平和弹簧测力计，故 BC 错误；

D. 探究“在弹性限度内弹簧弹力与弹簧伸长量的关系”，由本实验原理可知不需要打点计时器，故 D 错误。

故选 A。

【18 题详解】

由 $m-x$ 图像是过原点的倾斜的直线可知弹簧的弹力与弹簧的伸长量成正比，由 $F = mg = kx$ ，可得

$$k = \frac{\Delta F}{\Delta x} = \frac{200 \times 10^{-3} \times 10}{8 \times 10^{-2}} \text{N/m} = 25 \text{N/m}$$

故 A 正确。

【19 题详解】

A. 由胡克定律可知

$$F = kx = k(L - L_0) = kL - kL_0$$

当 $F=0$ 时，弹簧的长度等于原长，由图可知 a 的原长比 b 的短，故 A 错误；

BD. $F-L$ 图像的斜率表示弹簧劲度系数，斜率越大劲度系数越大，弹簧 a 的斜率大，可得 a 的劲度系数比 b 的大，故 B 正确，D 错误；

C. 在弹性限度内，弹簧弹力与弹簧形变量成正比，故 C 错误。

故选 B。



20. 【答案】D

【详解】A. 细绳与长木板不平行会导致绳上拉力 F 不沿小车运动方向，故 A 错误；

B. 由题意可知，小车做初速度为零的匀加速直线运动，位移时间关系满足

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

故

$$a = 2 \times 1.19 \text{m/s}^2 = 2.38 \text{m/s}^2$$

故 B 错误；

C. 对滑块受力分析可知

$$F - \mu Mg = Ma$$

解得

$$\mu = \frac{F - Ma}{Mg}$$

故 C 错误；

D. 滑块质量远大于重物质量是为了使重物重力约为细绳拉力，本实验采用了力传感器测量绳上拉力，故该条件不需要，故 D 正确。

故选 D。

第二部分 非选择题（共 40 分）

二、填空题（本题共 3 小题。每小题 4 分，共 12 分）

21. 【答案】 ①. 3.4 ②. C

【详解】(1) [1] 弹簧测力计的分度值为 0.2N，故读数为 3.4N。

(2) [2] A. 细线的作用是能显示出力的方向，所以不必须等长，故 A 错误；

B. 两细线拉橡皮条时，只要确保拉到同一点即可，不一定橡皮条要在两细线的夹角平分线上。故 B 错误；

C. 在拉弹簧测力计时必须要求弹簧测力计与木板平面平行，否则会影响力的大小。故 C 正确；

D. 实验中，把橡皮条的另一端拉到 O 点时，两个弹簧测力计之间夹角适当，没必要必须取 90° ，故 D 错误。

故选 C。

22. 【答案】 ①. 质量 ②. 正比

【详解】[1] 在探究加速度与力的关系时，需要保持小车质量不变；

[2] 由图像可知为一条倾斜直线，则小车的加速度 a 与它所受所用力 F 成正比。

23. 【答案】 ①. 0.38 ②. 0.39

【详解】[1] 两相邻计数点间的时间

$$t = 5 \times \frac{1}{f} = 0.1 \text{s}$$

打 B 点时小车运动的速度大小



$$v_B = \frac{OC - OA}{2t} = \frac{(10.69 - 3.18) \times 10^{-2}}{2 \times 0.1} \text{ m/s} = 0.38 \text{ m/s}$$

[2] 小车运动的加速度大小

$$a = \frac{\Delta x}{T^2} = \frac{15.05 - 6.74 - 6.74}{4 \times 0.1^2} \times 10^{-2} \text{ m/s}^2 = 0.39 \text{ m/s}^2$$

三、计算论述题（本题共 5 小题，第 24 题、第 25 题各 5 分，第 26 题、第 27 题、第 28 题各 6 分，共 28 分）解题要求：写出必要的文字说明、方程式和结果。有数值计算的题，结果必须明确写出数值和单位。

24. 【答案】(1) 4 m/s^2 ；(2) 16 m/s

【详解】(1) 由牛顿第二定律 $F = ma$ 得物块运动的加速度大小

$$a = \frac{F}{m} = \frac{8}{2} \text{ m/s}^2 = 4 \text{ m/s}^2$$

(2) $t = 4.0 \text{ s}$ 时物块的速度大小

$$v = at = 4 \times 4.0 \text{ m/s} = 16 \text{ m/s}$$

25. 【答案】(1) 20 m/s ；(2) 2 s

【详解】(1) 小球做自由落体运动，由 $v^2 = 2gh$ ，解得小球落地前瞬间的速度大小

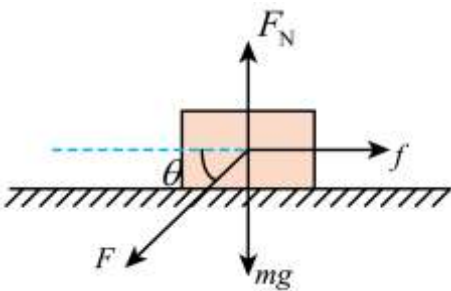
$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 20} \text{ m/s} = 20 \text{ m/s}$$

(2) 由 $h = \frac{1}{2}gt^2$ ，解得小球从静止释放到落地所经历的时间

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 20}{10}} \text{ s} = 2 \text{ s}$$

26. 【答案】(1) $F_{\text{压}} = 50 \text{ N}$ ；(2) $\mu = 0.6$

【详解】(1) 如图进行受力分析



根据平衡可知，竖直方向

$$F_N = mg + F \sin \theta$$

解得

$$F_N = 50 \text{ N}$$

根据牛顿第三定律

$$F_{\text{压}} = F_N = 50 \text{ N}$$



(2) 由水平方向平衡可知

$$F \cos \theta = f = \mu F_N$$

解得

$$\mu = 0.6$$

27. 【答案】(1)5m (2) $2\sqrt{5}$ m/s

【详解】(1)根据牛顿第二定律得

$$mg \sin \theta + \mu mg \cos \theta = ma_1$$

解得

$$a_1 = g \sin \theta + \mu g \cos \theta$$

代入数据得

$$a_1 = 10 \text{ m/s}^2$$

根据速度位移公式

$$v_0^2 = 2as$$

代入数据得

$$s = 5 \text{ m}$$

(2)根据牛顿第二定律，下滑的加速度

$$mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta = ma_2$$

解得

$$a_2 = g \sin \theta - \mu g \cos \theta$$

代入数据得

$$a_2 = 2 \text{ m/s}^2$$

根据速度位移公式

$$v^2 = 2a_2 s$$

代入数据得

$$v = 2\sqrt{5} \text{ m/s}$$

28. 【答案】(1) $\mu(m_1 + m_2)g$; (2) $F > 2\mu(m_1 + m_2)g$; (3) $2\mu(m_1 + m_2)g + \frac{2d\mu}{l}m_2g$

【详解】(1)当纸板相对物块运动时，桌面对纸板摩擦力的大小

$$f = \mu(m_1 + m_2)g$$

(2)物块与纸板发生相对滑动时，物块与纸板间摩擦力

$$f_1 = \mu m_1 g$$

纸板与桌面之间的摩擦力

$$f_2 = \mu(m_1 + m_2)g$$

设物块的加速度为 a_1 ，纸板的加速度为 a_2 ，则



$$f_1 = m_1 a_1, \quad F - f_1 - f_2 = m_2 a_2$$

物块与纸板发生相对滑动，则

$$a_2 > a_1$$

解得

$$F > 2\mu(m_1 + m_2)g$$

(3) 对物块由牛顿第二定律得

$$\mu m_1 g = m_1 a_3$$

对纸板由牛顿第二定律得

$$F_1 - \mu m_1 g - \mu(m_1 + m_2)g = m_2 a_4$$

物块的位移大小

$$x_1 = \frac{1}{2} a_3 t_1^2$$

纸板的位移的大小

$$x_1 + d = \frac{1}{2} a_4 t_1^2$$

纸板抽出后物块运动的距离

$$x_2 = \frac{1}{2} a_5 t_2^2$$

$$a_5 = a_3 = \mu g$$

由题意知

$$a_3 t_1 = a_5 t_2, \quad l = x_1 + x_2$$

解得

$$F_1 = 2\mu(m_1 + m_2)g + \frac{2d\mu}{l} m_2 g$$