

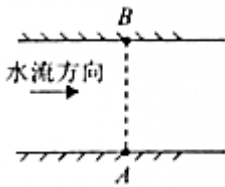
2024-2025 学年上学期长沙高一物理期末模拟卷 2

一. 选择题 (共 11 小题, 满分 49 分)

1. (4 分) (2023 秋·兰州期中) 关于物理学史、物理量、物理研究方法、物理模型等, 下列说法中正确的是 ()

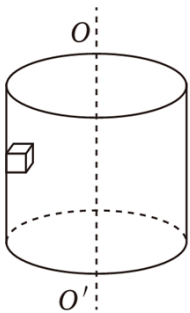
- A. 伽利略猜想自由落体的速度与时间成正比, 并进行了实验验证
- B. 图像可以描述质点的运动, $v-t$ 图像可以反映速度随时间的变化规律, 图像的斜率反映加速度的大小和方向
- C. 选择不同的物体作为参考系来描述同一物体的运动, 其结果一定不同
- D. 原子核很小, 一定能看作质点处理

2. (4 分) (2016 秋·保定期末) 如图所示, 相互平行的河岸上有两个正对 (连线垂直河岸) 的码头, A、B 小船在静水中速度为 v_1 , 河水流速恒为 v_2 , 河宽为 d , 要求小船从 A 沿直线运动到 B, 则 ()



- A. 小船船头正对 B 运行
- B. 小船运行时间为 $\frac{d}{v_1}$
- C. 小船运行时间为 $\frac{d}{\sqrt{v_1^2 - v_2^2}}$
- D. v_2 越大, 过河时间越长

3. (4 分) 如图所示, 半径为 r 的圆筒绕竖直中心轴 OO' 旋转, 小物块靠在圆筒的内壁上, 它与圆筒内壁间的动摩擦因数为 μ , 最大静摩擦力等于滑动摩擦力, 重力加速度为 g 。现要使小物块不下落, 则圆筒转动的角速度 ω 至少为 ()

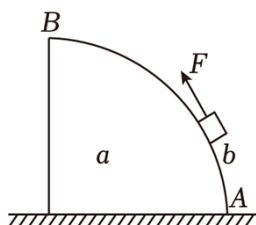


- A. $\sqrt{\mu g r}$
- B. $\sqrt{\mu g}$
- C. $\sqrt{\frac{g}{r}}$
- D. $\sqrt{\frac{g}{\mu r}}$

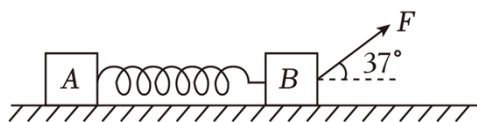
4. (4分) 据报道：曾驾驶汽车飞越黄河的亚洲第一飞人柯受良先生.2003年12月9日突然死亡，令人震惊，下面三幅照片是他飞越黄河时的照片，汽车从最高点开始到着地为止这一过程可以看作平抛运动.记者从侧面用照相机通过多次曝光，拍摄到汽车在经过最高点以后的三幅运动照片如图所示.相邻两次曝光时间间隔相等，已知汽车长度为L，则 ()



- A. 从左边一幅照片可推算出汽车的水平分速度大小
 B. 从左边一幅照片可推算出汽车曾经达到的最大高度
 C. 从中间一幅照片可推算出汽车的水平分速度大小，汽车曾经达到的最大高度
 D. 根据实验测得的数据，从右边一幅照片可推算出汽车的水平分速度大小
5. (4分) (2022秋•灵寿县校级期末) 将四分之一圆柱体a置于粗糙水平面上，其横截面如图所示，B点为a的最高点。现将小物块b(可视为质点)靠紧圆弧，用始终垂直于过接触点半径方向的拉力F拉动物块，使物块由圆弧与水平面的交点A缓慢向B点运动，整个过程中a始终保持静止，不计a与b间的摩擦，则拉动过程中 ()

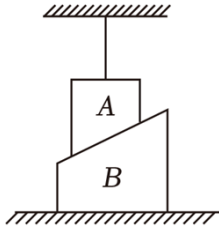


- A. 拉力F先减小后增大
 B. b对a的压力先减小后增大
 C. 地面对a的支持力一直增大
 D. 地面对a的摩擦力先减小后增大
6. (4分) 如图所示，夹在物块A、B之间的轻弹簧劲度系数为 $k=100\text{N/m}$ ，物块A、B的质量分别为 $m_A=2\text{kg}$ 和 $m_B=3\text{kg}$ ，两物块与地面之间的动摩擦因数均为 $\mu=0.1$ ，现用与水平方向成 37° 角的恒定拉力 $F=15\text{N}$ 作用在物块B上，当系统达到稳定状态时A、B间保持相对静止，已知 $\sin 37^\circ=0.6$ ， $\cos 37^\circ=0.8$ ，重力加速度为 $g=10\text{m/s}^2$ ，此时弹簧的伸长量为 ()



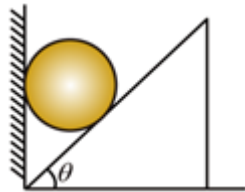
- A. 4.8cm B. 5.16cm C. 6cm D. 7.74cm

(多选) 7. (5分) (2014秋·禅城区月考) 如图所示, 两梯形木块 A、B 叠放静置在水平地面上, A、B 之间的接触面倾斜。连接 A 与天花板之间的细绳沿竖直方向。关于两木块的受力, 下列说法正确的()



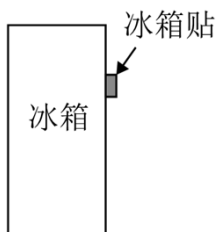
- A. A、B 之间一定存在摩擦力作用
 B. 细绳拉力为零时, 木块 A 受三个力作用
 C. 木块 B 可能受到地面的摩擦力作用
 D. B 受到地面的支持力大小可能等于木块 B 的重力

(多选) 8. (5分) (2022秋·十堰月考) 如图所示, 倾角为 θ 的斜劈劈尖顶着竖直墙壁静止于水平地面上, 现将一小球从图示位置由静止释放, 不计一切摩擦, 在小球从释放到落至地面的过程中, 当斜劈的速度大小为 v_0 时, 则下列对应小球下落的速度大小不正确的是()



- A. $v_0 \sin \theta$ B. $v_0 \cos \theta$ C. $v_0 \tan \theta$ D. $v_0 \cot \theta$

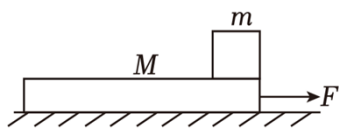
(多选) 9. (5分) (2021秋·北碚区校级期中) 如图所示, 小巧美观的冰箱贴利用磁性可以贴在冰箱的竖直侧壁上, 是一种很别致的装饰。冰箱贴静止不动时, 下列说法正确的是()



- A. 冰箱贴与冰箱间有三对作用力与反作用力
 B. 冰箱贴受到的磁力与冰箱对它的弹力是一对作用力与反作用力
 C. 冰箱对冰箱贴的摩擦力与冰箱贴受到的重力是一对平衡力
 D. 如果冰箱壁是光滑的, 无论冰箱贴的磁性有多强, 它都不能够静止贴在冰箱上

(多选) 10. (5分) (2022秋·兴庆区校级期末) 如图所示, 质量 $M=4\text{kg}$ 的木板的右端放一质量 $m=1\text{kg}$

的物块，两者静止在水平地面上。m、M 之间的动摩擦因数为 $\mu_1=0.4$ ，地面与 M 之间的动摩擦因数为 $\mu_2=0.1$ ，假设最大静摩擦力等于滑动摩擦力，重力加速度 g 取 10m/s^2 。现用一水平向右的力 F 作用在 M 上，则能使 m、M 保持相对静止的一起向右运动的力 F 可能为（ ）



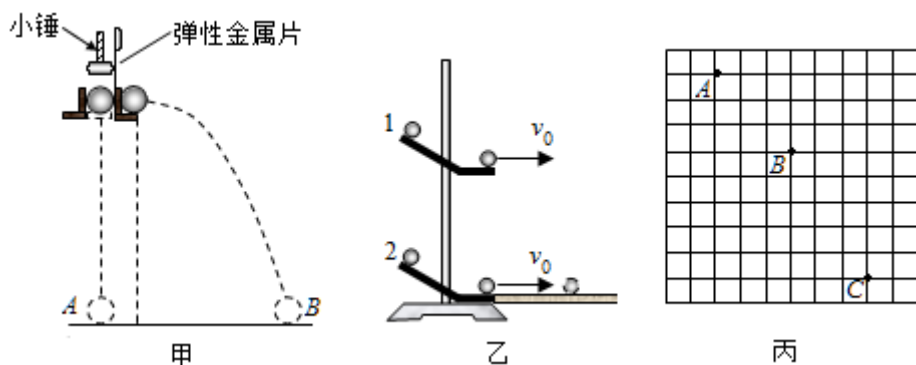
- A. 3N B. 10N C. 25N D. 30N

(多选) 11. (5 分) (2022 秋·山东月考) 我国高铁技术发展迅速，济郑高铁预计将于 2023 年底通车，届时聊城到济南只需 27 分钟。已知一列动车组由动车和拖车组成，动车提供动力，拖车无动力。假设一动车组有 16 节车厢，每节车厢质量均相等，且运动时受到的阻力与重力成正比。若每节动车提供的牵引力大小都相等，其中第 2 节、第 6 节、第 10 节、第 14 节为动车，其余为拖车。则下列表述正确的是（ ）

- A. 动车组匀速直线运动时，第 4、5 节车厢间的作用力为零
 B. 动车组匀速直线运动时，第 2、3 节与第 6、7 节车厢间的作用力之比为 7：5
 C. 动车组匀加速直线运动时，第 2、3 节与第 6、7 节车厢间的作用力之比为 7：5
 D. 动车组匀加速直线运动时，第 6、7 节与第 10、11 节车厢间的作用力之比为 1：1

二. 实验题 (共 2 小题, 满分 14 分)

12. (6 分) (2021 春·黄埔区校级月考) 在“研究小球平抛运动”的实验中：某同学安装了如图甲和乙所示的演示实验。其中图乙的实验：将两个斜滑道固定在同一竖直面内，末端水平，滑道 2 与光滑水平板衔接。



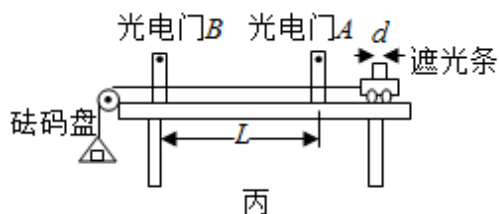
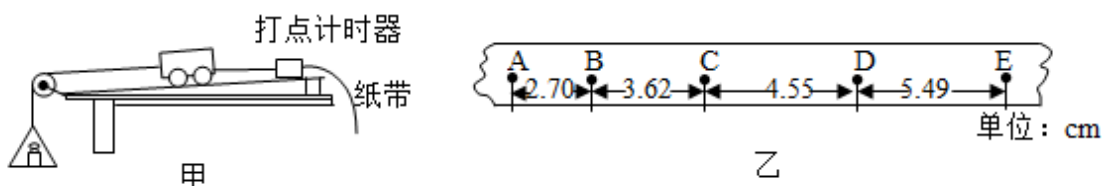
(1) 安装实验装置的过程中，斜槽末端的切线必须水平，目的是 _____。

- A. 保证小球飞出时，速度既不太大，也不太小
 B. 保证小球飞出时，初速度水平
 C. 保证小球在空中运动的时间每次都相等
 D. 保证小球运动的轨迹是一条抛物线

(2) 把两个质量相等的小钢球，从斜面的同一高度由静止同时释放，观察到两球在水平面相遇，这说明 _____。

(3) 该同学采用频闪照相机拍摄到小球做平抛运动的照片如图丙所示，图中背景方格的边长为 $L=5\text{cm}$ ，A、B、C 是小球的三个位置，取 $g=10\text{m/s}^2$ ，照相机拍摄时每隔 _____s 曝光一次；小球做平抛运动的初速度 $v_0=$ _____m/s，小球运动到 B 点的速度 $v_B=$ _____m/s。

13. (8 分) (2020 秋·海东市期末) 某同学利用如图甲所示的实验装置验证牛顿第二定律，打点计时器所接交流电的频率为 50Hz。实验过程中，该同学均采用正确的实验步骤进行操作。



(1) 实验中关于平衡摩擦力，下列做法正确的是 _____。

- A. 每改变一次小车的质量后也要改变木板的倾斜程度
- B. 每次改变小车中砝码的质量后都需要重新平衡摩擦力
- C. 调节长木板的倾角（未悬挂砝码盘），轻推小车，使小车能沿长木板向下匀速运动
- D. 平衡摩擦力后，实验就不需要满足小车及车中砝码总质量远大于砝码盘及盘中砝码总质量的条件

(2) 若在实验中得到一条纸带如图乙所示，A、B、C、D、E 为五个相邻的计数点，相邻的两个计数点之间还有四个点未画出。根据纸带数据，可求出小车的加速度大小 $a=$ _____ m/s^2 （结果保留两位有效数字）。

(3) 若该同学改用图丙装置，测得遮光条的宽度为 d ，A、B 两个光电门的间距为 s ，光电传感装置记录遮光条通过 A、B 两个光电门的时间分别为 t_1 、 t_2 ，则小车经过光电门 A 时的速度大小 $v_A=$ _____，小车运动的加速度大小 $a=$ _____（均用上述物理量字母表示）。

三. 解答题（共 3 小题，满分 37 分）

14. (10 分) (2021 春·开封期中) 如图所示，我军机在钓鱼岛巡航。若军机在距离地面某高度的水平面内做半径为 R 的匀速圆周运动，机翼受到的升力与水平面的夹角为 θ 。重力加速度为 g 。

(1) 求军机做匀速圆周运动时的速率；

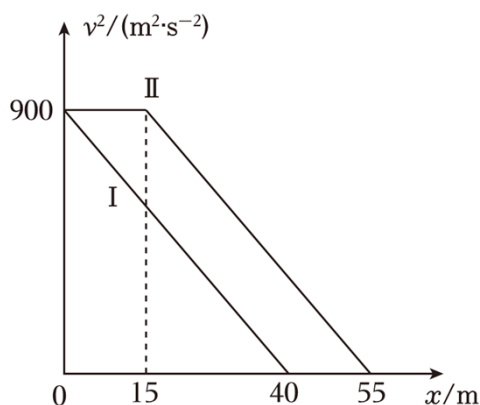
(2) 若军机在匀速圆周运动过程中，机上的一个质点脱落，不计脱落后质点受到的空气阻力。当军机第一次距质点脱落处最远时，质点刚好落地。求质点落地点距军机做圆周运动平面的距离及质点落地点与军机做匀速圆周运动的圆心之间的距离。



15. (12分) (2021·厦门三模) 2021年4月15日，搭载国产ADS自动驾驶系统的汽车实现了在市区1000公里的无干预自动驾驶。在某次刹车测试中，一辆搭载ADS系统的汽车检测到险情后，其速度平方 v^2 与位移 x 图象如图线I所示。若关闭了ADS系统，司机发现险情后汽车的速度平方 v^2 与位移 x 图象如图线II所示，汽车质量为2000kg，求：

(1) 汽车刹车过程中的加速度 a 大小及所受阻力 f 大小；

(2) 关闭ADS系统后，从司机发现险情到汽车停下所用的时间 t (结果保留1位小数)。



16. (15分) (2020秋·宁波月考) 2018年2月7日，美国SpaceX公司的重型猎鹰火箭首次发射成功。火箭主体与三台助推火箭的总质量约为1400吨。其发射主要包括两个阶段，在发射后2分30秒时，火箭到达56250米高度，两台副助推火箭脱离。此前为第一阶段：发射后3分04秒，另一枚主助推火箭也脱离猎鹰火箭，此刻火箭到达88000米高度，副助推火箭脱离到主助推火箭脱离为第二阶段。重力加速度 g 取 10m/s^2 。

(1) 假设在副助推火箭脱离前后两个阶段，猎鹰火箭均在竖直方向上做匀变速直线运动，分别求出两个阶段的竖直方向加速度 (保留两位有效数字)；

(2) 副助推火箭在接近7分55秒顺利垂直着陆回收，标志着火箭回收技术的成功应用，假设副助推火箭一直在竖直方向做直线运动，在脱离后前200秒内仅受重力，之后立即开启发动机进行竖直方向匀减

速直线运动，落地时速度接近为 0，不计一切阻力。已知每台副助推火箭的质量为 200 吨，求这个匀减速过程中副助推火箭的推动力大小（保留两位有效数字）。

2024-2025 学年上学期长沙高一物理期末典型卷 2

参考答案与试题解析

一. 选择题 (共 11 小题, 满分 49 分)

1. (4 分) (2023 秋·兰州期中) 关于物理学史、物理量、物理研究方法、物理模型等, 下列说法中正确的是 ()

A. 伽利略猜想自由落体的速度与时间成正比, 并进行了实验验证

B. 图像可以描述质点的运动, $v-t$ 图像可以反映速度随时间的变化规律, 图像的斜率反映加速度的大小和方向

C. 选择不同的物体作为参考系来描述同一物体的运动, 其结果一定不同

D. 原子核很小, 一定能看作质点处理

【考点】力学物理学史.

【专题】定性思想; 归纳法; 直线运动规律专题; 理解能力.

【答案】B

【分析】本题根据伽利略探究自由落体运动的过程、 $v-t$ 图像的斜率表示加速度、选择不同的物体作为参考系来描述同一物体的运动, 其结果可能不同、以及物体能看成质点的条件: 大小和形状能忽略不计进行解答。

【解答】解: A、伽利略猜想自由落体运动的速度与时间成正比, 并未直接进行验证, 而是在斜面实验的基础上进行外推得到的, 故 A 错误;

B、运动图像可以描述质点的运动, $v-t$ 图像反映速度随时间的变化规律, 图像的斜率表示加速度, 能反映加速度的大小和方向, 故 B 正确;

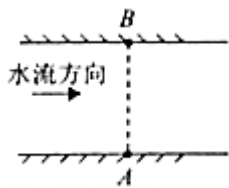
C、选择不同的物体作为参考系来描述同一物体的运动, 其结果不一定不同, 故 C 错误;

D、原子核很小, 但研究其内部结构时, 其大小和形状不能忽略, 就不能看作质点处理, 故 D 错误。

故选: B。

【点评】解决本题的关键要掌握力学基础知识, 掌握伽利略的科学研究方法: 实验和逻辑推理相结合的方法。

2. (4 分) (2016 秋·保定期末) 如图所示, 相互平行的河岸上有两个正对 (连线垂直河岸) 的码头, A、B 小船在静水中速度为 v_1 , 河水流速恒为 v_2 , 河宽为 d , 要求小船从 A 沿直线运动到 B, 则 ()



- A. 小船船头正对 B 运行
- B. 小船运行时间为 $\frac{d}{v_1}$
- C. 小船运行时间为 $\frac{d}{\sqrt{v_1^2 - v_2^2}}$
- D. v_2 越大, 过河时间越长

【考点】小船过河问题.

【专题】定性思想; 推理法; 运动的合成和分解专题.

【答案】C

【分析】小船以最短距离过河时, 则静水中的速度斜着向上游, 合速度垂直河岸, 依据运动学公式, 结合矢量的合成法则, 即可求解.

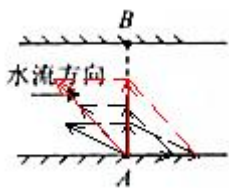
【解答】解: A、小船从 A 沿直线运动到 B, 即以最短距离过河, 则静水中的速度斜着向上游, 合速度垂直河岸, 故 A 错误;

BC、由矢量合成的平行四边形法则解三角形得船过河的合速度为: $v = \sqrt{v_1^2 - v_2^2}$;

船以最短距离过河时的过河时间为: $t = \frac{d}{\sqrt{v_1^2 - v_2^2}}$, 故 C 正确, B 错误;

D、要求小船从 A 沿直线运动到 B, 当 v_2 越大, 而合速度方向仍由 A 到 B,

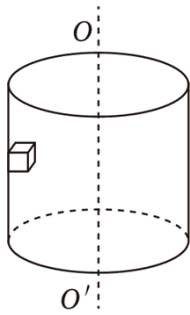
根据矢量的合成法则, 则有, 合速度大小可能变小, 也可能变大, 那么过河时间不确定, 故 D 错误;



故选: C.

【点评】小船过河问题属于运动的合成问题, 要明确分运动的等时性、独立性, 运用分解的思想, 看过河时间只分析垂直河岸的速度, 分析过河位移时, 要分析合速度.

3. (4分) 如图所示, 半径为 r 的圆筒绕竖直中心轴 OO' 旋转, 小物块靠在圆筒的内壁上, 它与圆筒内壁间的动摩擦因数为 μ , 最大静摩擦力等于滑动摩擦力, 重力加速度为 g . 现要使小物块不下落, 则圆筒转动的角速度 ω 至少为 ()



- A. $\sqrt{\mu gr}$ B. $\sqrt{\mu g}$ C. $\sqrt{\frac{g}{r}}$ D. $\sqrt{\frac{g}{\mu r}}$

【考点】牛顿第二定律与向心力结合解决问题；牛顿第二定律的简单应用。

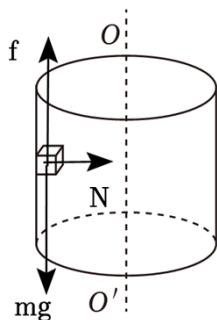
【专题】定量思想；推理法；牛顿运动定律综合专题；推理论证能力。

【答案】D

【分析】要使 A 不下落，筒壁对物体的静摩擦力与重力相平衡，筒壁对物体的支持力提供向心力，A 刚不下落时，静摩擦力达到最大，根据向心力公式即可求出角速度的最小值。

【解答】解：要使 A 不下落，则小物块在竖直方向上受力平衡，静摩擦力为： $f=mg$ ；
当摩擦力正好等于最大静摩擦力时，圆筒转动的角速度 ω 取最小值；

筒壁对物体的支持力提供向心力，受力分析如图所示：



根据牛顿第二定律得： $N=m\omega^2r$ ， $\mu N=mg$

解得圆筒转动的角速度最小值为： $\omega = \sqrt{\frac{g}{\mu r}}$ ，故 ABC 错误，D 正确；

故选：D。

【点评】物体在圆筒内壁做匀速圆周运动，向心力是由筒壁对物体的支持力提供的，而物体放在水平圆盘上随着圆盘做匀速圆周运动时，此时的向心力是由圆盘的静摩擦力提供的。

4. (4分) 据报道：曾驾驶汽车飞越黄河的亚洲第一飞人柯受良先生.2003年12月9日突然死亡，令人震惊，下面三幅照片是他飞越黄河时的照片，汽车从最高点开始到着地为止这一过程可以看作平抛运动. 记者从侧面用照相机通过多次曝光，拍摄到汽车在经过最高点以后的三幅运动照片如图所示. 相邻两次曝光时间间隔相等，已知汽车长度为L，则 ()



- A. 从左边一幅照片可推算出汽车的水平分速度大小
- B. 从左边一幅照片可推算出汽车曾经达到的最大高度
- C. 从中间一幅照片可推算出汽车的水平分速度大小，汽车曾经达到的最大高度
- D. 根据实验测得的数据，从右边一幅照片可推算出汽车的水平分速度大小

【考点】平抛运动速度的计算.

【专题】定性思想；推理法；平抛运动专题.

【答案】A

【分析】平抛运动在水平方向上做匀速直线运动，在竖直方向上做自由落体运动，结合平抛运动的规律和匀变速直线运动的公式和推论进行分析.

【解答】解：A、平抛运动在水平方向上做匀速直线运动，测量出两车间的（如车头到车头之间的）水平距离，通过比例法得出实际的水平位移，根据竖直方向上连续相等时间内的位移之差是一恒量求出相等的时间间隔，结合时间间隔，求出水平分速度的大小。故 A 正确。

B、平抛运动在竖直方向上做自由落体运动，根据竖直方向上，某段时间的内的平均速度等于中间时刻的瞬时速度，求出左图中间时刻的竖直分速度，结合速度—时间公式求出运动的时间，从而根据位移—时间公式求出下降的高度，但是无法求出汽车曾经到达的最大高度。故 B 错误。

C、平抛运动在水平方向上做匀速直线运动，根据水平位移和时间可以求出水平分速度的大小，由于图中最下面的车已经落地，所以不能判定中间位置的车到落地的时间是否与两次曝光时间间隔相等，即中间一辆车不一定处于下降阶段的中间时刻位置，故无法求出中间时刻的速度，也无法得出落地时竖直分速度，从而无法求出汽车曾经到达的最大高度。故 C 错误。

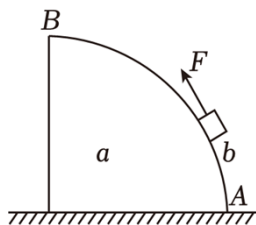
D、水平间距不相等 而曝光时间相等，可知 汽车到达地面后做减速运动，而 第一次曝光时 汽车是否正好到达地面不得而知，这段水平位移差 是否为匀速运动不得而知，所以不可推算出汽车的水平分速度。故 D 错误。

故选：A。

【点评】解决本题的关键知道平抛运动在水平方向和竖直方向上的运动规律，结合运动学公式进行分析求解.

5. (4分) (2022秋•灵寿县校级期末) 将四分之一圆柱体 a 置于粗糙水平面上，其横截面如图所示，B 点

为 a 的最高点。现将小物块 b（可视为质点）靠紧圆弧，用始终垂直于过接触点半径方向的拉力 F 拉动物块，使物块由圆弧与水平面的交点 A 缓慢向 B 点运动，整个过程中 a 始终保持静止，不计 a 与 b 间的摩擦，则拉动过程中（ ）



- A. 拉力 F 先减小后增大
- B. b 对 a 的压力先减小后增大
- C. 地面对 a 的支持力一直增大
- D. 地面对 a 的摩擦力先减小后增大

【考点】 解析法求共点力的平衡；力的合成与分解的应用。

【专题】 定量思想；整体法和隔离法；共点力作用下物体平衡专题；推理论证能力。

【答案】 C

【分析】 对物块受力分析，根据平衡条件求解拉力与支持力的大小，根据夹角变化判断拉力和支持力的变化；对整体受力分析，根据平衡条件判断支持力和摩擦力的变化。

【解答】 解：AB、物块缓慢移动，受力平衡，设物块与圆心的连线与水平方向夹角为 θ ，物块的质量为 m ，对物块受力分析，如图：

由平衡条件得：拉力 $F = mg \cos \theta$

a 对 b 的支持力 $N = mg \sin \theta$

对物块运动， θ 增大， $\cos \theta$ 减小， $\sin \theta$ 增大，则拉力 F 减小，支持力增大，根据牛顿第三定律得，b 对 a 的压力增大，故 AB 错误；

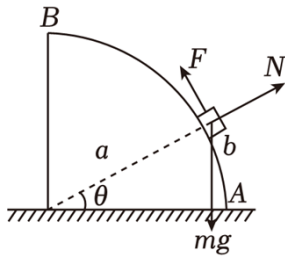
C、设 a 的质量为 M ，对 a 和 b 整体受力分析，竖直方向，根据平衡条件得，地面对 a 的支持力 $N' = (M+m)g - F \cos \theta$

θ 增大， $\cos \theta$ 减小，F 减小，则地面对 a 的支持力 N' 增大，故 C 正确；

D、对 a 和 b 整体受力分析，水平方向，根据平衡条件得，地面对 a 的摩擦力 $f = F \sin \theta = mg \sin \theta \cos \theta = \frac{1}{2} mg \sin 2\theta$

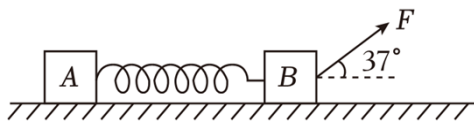
θ 从零增大到 90° ， 2θ 从 0 增大到 180° ， $\sin 2\theta$ 先增大后减小，摩擦力先增大后减小，故 D 错误；

故选：C。



【点评】本题考查动态平衡问题，解题关键是选择合适的研究对象对其受力分析，根据平衡条件列式判断力的变化。

6. (4分) 如图所示，夹在物块 A、B 之间的轻弹簧劲度系数为 $k=100\text{N/m}$ ，物块 A、B 的质量分别为 $m_A=2\text{kg}$ 和 $m_B=3\text{kg}$ ，两物块与地面之间的动摩擦因数均为 $\mu=0.1$ ，现用与水平方向成 37° 角的恒定拉力 $F=15\text{N}$ 作用在物块 B 上，当系统达到稳定状态时 A、B 间保持相对静止，已知 $\sin 37^\circ=0.6$ ， $\cos 37^\circ=0.8$ ，重力加速度为 $g=10\text{m/s}^2$ ，此时弹簧的伸长量为 ()



- A. 4.8cm B. 5.16cm C. 6cm D. 7.74cm

【考点】连接体模型；胡克定律及其应用；牛顿第二定律的简单应用。

【专题】定量思想；整体法和隔离法；牛顿运动定律综合专题；分析综合能力；模型建构能力。

【答案】B

【分析】当系统达到稳定状态时 A、B 间保持相对静止，两者的加速度相同，分别为 A 和 B 为研究对象，根据牛顿第二定律和胡克定律列方程，联立求解弹簧的伸长量。

【解答】解：设此时弹簧的伸长量为 x 。对 A，由牛顿第二定律得： $kx - \mu m_A g = m_A a$

对 B，由牛顿第二定律得

$$\text{水平方向，有 } F \cos 37^\circ - kx - f = m_B a$$

$$\text{竖直方向，有 } F \sin 37^\circ + F_N = m_B g$$

$$\text{又 } f = \mu F_N$$

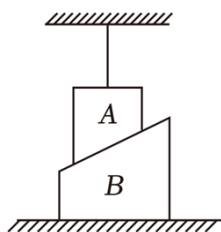
联立以上各式解得： $x=0.0516\text{m}=5.16\text{cm}$ ，故 ACD 错误，B 正确。

故选：B。

【点评】本题是连接体问题，要抓住两个物体的加速度相同，采用隔离法研究，也可以根据整体法求加速度，再用隔离法求解。

- (多选) 7. (5分) (2014 秋•禅城区月考) 如图所示，两梯形木块 A、B 叠放静置在水平地面上，A、B

之间的接触面倾斜。连接 A 与天花板之间的细绳沿竖直方向。关于两木块的受力，下列说法正确的（ ）



- A. A、B 之间一定存在摩擦力作用
- B. 细绳拉力为零时，木块 A 受三个力作用
- C. 木块 B 可能受到地面的摩擦力作用
- D. B 受到地面的支持力大小可能等于木块 B 的重力

【考点】 共点力的平衡问题及求解；弹力的概念及其产生条件；判断是否存在摩擦力。

【专题】 受力分析方法专题。

【答案】 BD

【分析】 分别对 AB 及整体进行分析，由共点力的平衡条件可判断两物体可能的受力情况。

【解答】 解：A、对 A 进行受力分析，则 A 可能受绳子的拉力、重力而处于平衡；此时 AB 间没有相互的挤压，故没有摩擦力；故 A 错误；

B、若木块对绳子没有拉力，则此时 A 受重力、支持力及摩擦力而处于平衡，故 B 正确；

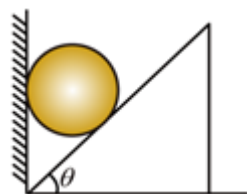
C、对整体受力分析可知，整体不受水平方向的力的作用，故 B 不受地面的摩擦力；故 C 错误；

D、若出现 A 中情况，此时 A 对 B 没有压力，故 B 只受重力和支持力而处于平衡；此时支持力等于 B 的重力，故 D 正确；

故选：BD。

【点评】 本题考查共点力的平衡及受力分析，解题关键在于能明确物体受力的各种可能性，从而全面分析得出结果。

(多选) 8. (5 分) (2022 秋·十堰月考) 如图所示，倾角为 θ 的斜劈劈尖顶着竖直墙壁静止于水平地面上，现将一小球从图示位置由静止释放，不计一切摩擦，在小球从释放到落至地面的过程中，当斜劈的速度大小为 v_0 时，则下列对应小球下落的速度大小不正确的是（ ）



- A. $v_0 \sin \theta$
- B. $v_0 \cos \theta$
- C. $v_0 \tan \theta$
- D. $v_0 \cot \theta$

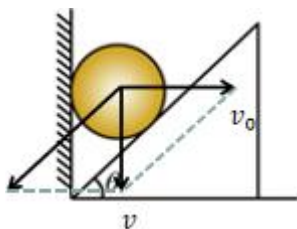
【考点】关联速度问题；合运动与分运动的关系。

【专题】定量思想；合成分解法；运动的合成和分解专题；推理论证能力。

【答案】ABD

【分析】将小球的速度分解到水平方向和沿斜劈方向，小球水平方向的分速度等于斜劈的速度。

【解答】解：将小球的运动分解到水平方向和沿斜劈方向，小球水平方向的分速度等于斜劈的速度，如图所示：



由几何关系得： $v = v_0 \tan \theta$

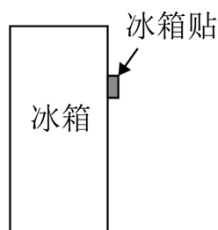
故 C 正确，ABD 错误。

本题要求选不正确的，

故选：ABD。

【点评】本题考查运动的合成与分解，知道合运动为实际发生的运动。

(多选) 9. (5 分) (2021 秋•北碚区校级期中) 如图所示，小巧美观的冰箱贴利用磁性可以贴在冰箱的竖直侧壁上，是一种很别致的装饰。冰箱贴静止不动时，下列说法正确的是 ()



- A. 冰箱贴与冰箱间有三对作用力与反作用力
- B. 冰箱贴受到的磁力与冰箱对它的弹力是一对作用力与反作用力
- C. 冰箱对冰箱贴的摩擦力与冰箱贴受到的重力是一对平衡力
- D. 如果冰箱壁是光滑的，无论冰箱贴的磁性有多强，它都不能够静止贴在冰箱上

【考点】作用力与反作用力；牛顿第三定律的理解与应用；力的合成与分解的应用。

【专题】定性思想；推理法；牛顿运动定律综合专题；推理论证能力。

【答案】ACD

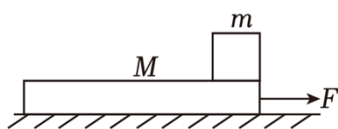
【分析】磁性冰箱贴贴在冰箱的竖直表面上静止不动，受力平衡，根据平衡条件结合牛顿第三定律进行分析即可。

【解答】解：A、冰箱贴与冰箱间存在相互作用的弹力、摩擦力以及磁力三对相互作用力，故 A 正确；
 B、冰箱贴静止不动，受力平衡，它受到的磁力和受到的弹力是一对平衡力，故 B 错误；
 CD、根据平衡条件可知，水平方向冰箱对冰箱贴的磁力与弹力相互平衡，冰箱对冰箱贴的弹力竖直方向上摩擦力与重力平衡，故冰箱贴受到冰箱的作用力一定竖直向上，如果冰箱壁是光滑的，无论冰箱贴的磁性有多强，它都不能够静止贴在冰箱上，故 CD 正确。

故选：ACD。

【点评】本题主要考查了作用力与反作用力和平衡力的区别，知道一磁性冰箱贴贴在冰箱的竖直表面上静止不动，受力平衡，弄清楚冰箱贴的受力情况是关键。

(多选) 10. (5 分) (2022 秋•兴庆区校级期末) 如图所示，质量 $M=4\text{kg}$ 的木板的右端放一质量 $m=1\text{kg}$ 的物块，两者静止在水平地面上. m 、 M 之间的动摩擦因数为 $\mu_1=0.4$ ，地面与 M 之间的动摩擦因数为 $\mu_2=0.1$ ，假设最大静摩擦力等于滑动摩擦力，重力加速度 g 取 10m/s^2 . 现用一水平向右的力 F 作用在 M 上，则能使 m 、 M 保持相对静止的一起向右运动的力 F 可能为 ()



- A. 3N B. 10N C. 25N D. 30N

【考点】无外力的水平板块模型；判断是否存在摩擦力；力的合成与分解的应用；牛顿第二定律的简单应用.

【专题】定量思想；整体法和隔离法；牛顿运动定律综合专题；推理论证能力；模型建构能力.

【答案】BC

【分析】 m 与 M 保持相对静止构成一个整体， m 与 M 之间的摩擦力最大值为最大静摩擦力，应用连接体的分析思路，隔离对小物体分析，求出它的临界加速度，再对整体分析，运用牛顿第二定律求出拉力的极值。

【解答】解：要想使得木板运动，则需要最小拉力为：

$$F_{\min} = \mu_2 (M+m) g$$

解得： $F_{\min} = 5\text{N}$

当 F 最大时，加速度也最大，而 m 的最大加速度由 m 、 M 间的最大静摩擦力决定，即对于 m ，根据牛顿第二定律得：

$$\mu_1 mg = ma_m$$

解得 $a_m = 4\text{m/s}^2$

对于 m 、 M 整体，根据牛顿第二定律得：

$$F_{\max} - \mu_2 (M+m) g = (M+m) a_m$$

解得： $F_{\max} = 25\text{N}$

因此能使 m 、 M 保持相对静止时 F 的范围为：

$$5\text{N} \leq F \leq 25\text{N}$$

则能使 m 、 M 保持相对静止的一起向右运动的力 F 可能为 10N 和 25N ；故 AD 错误，BC 正确。

故选：BC。

【点评】 此题考查了连接体两物体相对静止问题，关键是要会分析小物体和木板保持相对静止的条件，灵活选用整体法与隔离法求解问题。

(多选) 11. (5分) (2022秋·山东月考) 我国高铁技术发展迅速，济郑高铁预计将于2023年底通车，届时聊城到济南只需27分钟。已知一列动车组由动车和拖车组成，动车提供动力，拖车无动力。假设一动车组有16节车厢，每节车厢质量均相等，且运动时受到的阻力与重力成正比。若每节动车提供的牵引力大小都相等，其中第2节、第6节、第10节、第14节为动车，其余为拖车。则下列表述正确的是 ()

- A. 动车组匀速直线运动时，第4、5节车厢间的作用力为零
- B. 动车组匀速直线运动时，第2、3节与第6、7节车厢间的作用力之比为7:5
- C. 动车组匀加速直线运动时，第2、3节与第6、7节车厢间的作用力之比为7:5
- D. 动车组匀加速直线运动时，第6、7节与第10、11节车厢间的作用力之比为1:1

【考点】 牛顿第二定律的简单应用；力的合成与分解的应用。

【专题】 定量思想；推理法；牛顿运动定律综合专题；分析综合能力。

【答案】 AD

【分析】 动车组匀速运动时，根据平衡条件分析第2、3节车厢、4、5节车厢、6、7节车厢间的作用力。结合牛顿第二定律采用整体法和隔离法分析第2、3节车厢、6、7节车厢间、10、11节车厢的作用力大小，然后做比较。

【解答】 解：A. 设每节动车的牵引力为 F ，每节车厢的助力为 kmg ，匀速运动时，有 $4F = 16kmg$

以后12节车厢为研究对象，则有

$$F_{45} + 3F - 12kmg = 0$$

解得 $F_{45} = 0$

动车组匀速直线运动时，第4、5节车厢间的作用力为0，故A正确；

B. 同理匀速直线运动时有

$$4F = 16kmg$$

取后 14 节车厢和后 10 节车厢进行分析可得

$$F_{23} + 3F - 14kmg = 0$$

$$F_{67} + 2F - 10kmg = 0$$

解得 $F_{23} = 2kmg$

$$F_{67} = 2kmg$$

故动车组匀速直线运动时，第 2、3 节与第 6、7 节车厢间的作用力之比为 1:1，故 B 错误；

C. 匀加速启动时，对动车组有

$$4F - 16kmg = 16ma$$

以后 14 节车厢为研究对象，则有

$$F_{23} + 3F - 14kmg = 14ma$$

解得 2、3 车厢之间的作用力为

$$F_{23} = \frac{1}{2}F$$

$$F_{23} + 2F - 10kmg = 10ma$$

$$F_{67} = \frac{1}{2}F$$

同理 6、7 节车厢作用力为

故动车组匀加速直线运动时，第 2、3 节与第 6、7 节车厢间的作用力之比为 1:1。故 C 错误；

D. 同理动车组匀加速直线运动时，第 6、7 节与第 10、11 节车厢间的作用力为

$$4F - 16kmg = 16ma$$

$$F_{67} + 2F - 10kmg = 10ma$$

$$F_{1011} + F - 6kmg = 6ma$$

解得 $F_{67} = \frac{1}{2}F$

$$F_{1011} = \frac{1}{2}F$$

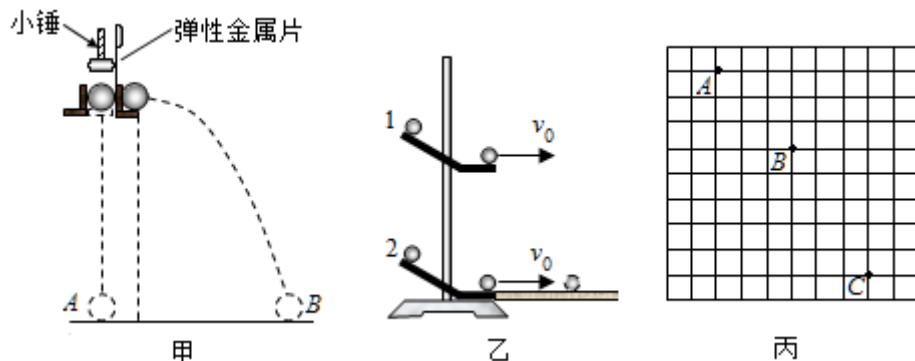
因此，动车组匀加速直线运动时，第 6、7 节与第 10、11 节车厢间的作用力之比为 1:1，故 D 正确。

故选：AD。

【点评】 本题主要是考查牛顿第二定律的综合应用，关键是弄清楚物体的运动过程和受力情况，利用牛顿第二定律求解加速度，知道加速度是联系静力学和运动学的桥梁。

二. 实验题（共 2 小题，满分 14 分）

12. (6分) (2021春·黄埔区校级月考) 在“研究小球平抛运动”的实验中：某同学安装了如图甲和乙所示的演示实验。其中图乙的实验，将两个斜滑道固定在同一竖直面内，末端水平，滑道2与光滑水平板衔接。



(1) 安装实验装置的过程中，斜槽末端的切线必须水平，目的是 B。

- A. 保证小球飞出时，速度既不太大，也不太小
- B. 保证小球飞出时，初速度水平
- C. 保证小球在空中运动的时间每次都相等
- D. 保证小球运动的轨迹是一条抛物线

(2) 把两个质量相等的小钢球，从斜面的同一高度由静止同时释放，观察到两球在水平面相遇，这说明 平抛运动在水平方向上做匀速直线运动。

(3) 该同学采用频闪照相机拍摄到小球做平抛运动的照片如图丙所示，图中背景方格的边长为 $L = 5\text{cm}$ ，A、B、C 是小球的三个位置，取 $g = 10\text{m/s}^2$ ，照相机拍摄时每隔 0.1 s 曝光一次；小球做平抛运动的初速度 $v_0 = \underline{1.5}$ m/s，小球运动到 B 点的速度 $v_B = \underline{2.5}$ m/s。

【考点】 探究平抛运动的特点。

【专题】 实验题；定量思想；实验分析法；平抛运动专题；实验探究能力。

【答案】 (1) B；(2) 平抛运动在水平方向上做匀速直线运动；(3) 0.1, 1.5, 2.5。

【分析】 (1) 为保证小球做平抛运动，斜槽末端需切线水平；

(2) 抓住两球在水平面相遇，抓住球 1 在水平方向上的运动规律与球 2 在水平面上的运动规律相同得出平抛运动水平分运动的特点；

(3) 根据竖直方向上连续相等时间内的位移之差是一恒量求出相等的时间间隔，结合水平位移和时间间隔求出平抛运动的初速度，根据竖直方向上某段时间内的平均速度等于中间时刻的瞬时速度求出 B 点的竖直分速度，结合平行四边形定则求出 B 点的速度。

【解答】 解 (1) 安装实验装置的过程中，斜槽末端的切线必须水平，目的是保证小球飞出做平抛运动，初速度水平，故 B 正确，A、C、D 错误。

故选：B；

(2) 把两个质量相等的小钢球，从斜面的同一高度由静止同时释放，观察到两球在水平面相遇，可知球 1 在水平方向上的运动规律与球 2 在水平面上的运动相同，说明平抛运动在水平方向上做匀速直线运动；

(3) 在竖直方向上，根据 $\Delta y = 2L = gT^2$ 得： $T = \sqrt{\frac{2L}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 0.05}{10}} \text{s} = 0.1 \text{s}$ ；

小球做平抛运动的初速度： $v_0 = \frac{3L}{T} = \frac{3 \times 0.05}{0.1} \text{m/s} = 1.5 \text{m/s}$ ；

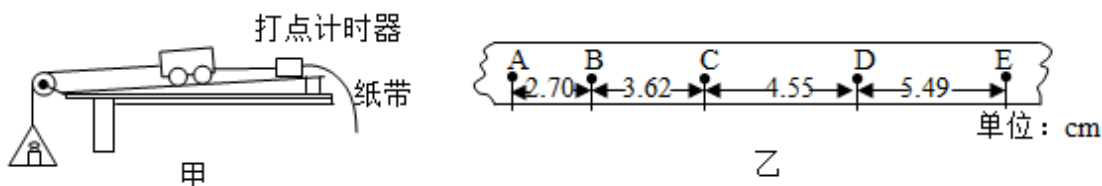
B 点竖直分速度： $v_{yB} = \frac{8L}{2T} = \frac{8 \times 0.05}{2 \times 0.1} \text{m/s} = 2.0 \text{m/s}$ ，根据平行四边形定则得，小球运动到 B 点的速度

$v_B = \sqrt{v_0^2 + v_{yB}^2} = \sqrt{1.5^2 + 2.0^2} \text{m/s} = 2.5 \text{m/s}$ 。

故答案为：(1) B；(2) 平抛运动在水平方向上做匀速直线运动；(3) 0.1, 1.5, 2.5。

【点评】解决本题的关键知道实验的原理和注意事项，知道平抛运动在水平方向和竖直方向上的运动规律，结合运动学公式和推论灵活求解。

13. (8 分) (2020 秋·海东市期末) 某同学利用如图甲所示的实验装置验证牛顿第二定律，打点计时器所接交流电的频率为 50Hz。实验过程中，该同学均采用正确的实验步骤进行操作。



(1) 实验中关于平衡摩擦力，下列做法正确的是 C。

- A. 每改变一次小车的质量后也要改变木板的倾斜程度
- B. 每次改变小车中砝码的质量后都需要重新平衡摩擦力
- C. 调节长木板的倾角（未悬挂砝码盘），轻推小车，使小车能沿长木板向下匀速运动
- D. 平衡摩擦力后，实验就不需要满足小车及车中砝码总质量远大于砝码盘及盘中砝码总质量的条件

(2) 若在实验中得到一条纸带如图乙所示，A、B、C、D、E 为五个相邻的计数点，相邻的两个计数点之间还有四个点未画出。根据纸带数据，可求出小车的加速度大小 $a = \underline{0.93} \text{m/s}^2$ （结果保留两位有效数字）。

(3) 若该同学改用图丙装置, 测得遮光条的宽度为 d , A、B 两个光电门的间距为 s , 光电传感装置记录遮光条通过 A、B 两个光电门的时间分别为 t_1 、 t_2 , 则小车经过光电门 A 时的速度大小 $v_A = \frac{d}{t_1}$,

小车运动的加速度大小 $a = \frac{d^2(t_1^2 - t_2^2)}{2st_1^2t_2^2}$ (均用上述物理量字母表示)。

【考点】 探究加速度与力、质量之间的关系。

【专题】 实验题; 实验探究题; 定量思想; 实验分析法; 牛顿运动定律综合专题; 实验探究能力。

【答案】 (1) C; (2) 0.93; (30) $\frac{d}{t_1}$ 、 $\frac{d^2(t_1^2 - t_2^2)}{2st_1^2t_2^2}$

【分析】 (1) 根据实验目的 - - 验证牛顿第二定律, 用控制变量法分别改变合力及质量验证加速度与质量和合力的关系, 合力就是拉力, 而拉力近似等于钩码的重力;

(2) 根据纸带的数据, 由公式 $a = \frac{\Delta x}{T^2}$ 即可求解;

(3) 求加速度也可以用速度与位移的关系得到。

【解答】 解: (1) 关于平衡摩擦力:

AB、当摩擦阻力一次平衡好之后, 以后每次改变小车的质量或改变拉力等, 均无需重新平衡, 故选项 AB 错误;

CD、调节木板的倾斜程度, 只需在不挂钩码的条件下, 让小车做匀速直线运动即可, 而只有钩码的质量远小于小车的质量才可以近似认为钩码的重力等于拉小车的力, 故选项 C 正确, 选项 D 错误。

故选: C

(2) 用逐差法求加速度, $a = \frac{\Delta x}{T^2} = \frac{x_{CE} - x_{AC}}{(2T)^2} = \frac{(4.55 + 5.49) - (2.70 + 3.62)}{(2 \times 0.1)^2} \times 10^{-2} m/s^2 = 0.93 m/s^2$ 。

(3) 若该同学改用图丙装置, 测得遮光条的宽度为 d , A、B 两个光电门的间距为 s , 光电传感装置记录遮光条通过 A、B 两个光电门的时间分别为 t_1 、 t_2 , 则小车经过光电门 A 时的速度大小 $v_A = \frac{d}{t_1}$, 同理

$v_B = \frac{d}{t_2}$ 。由运动学公式: $v_B^2 - v_A^2 = 2as$ 可得加速为: $a = \frac{d^2(t_1^2 - t_2^2)}{2st_1^2t_2^2}$ 。

故答案为: (1) C; (2) 0.93; (3) $\frac{d}{t_1}$ 、 $\frac{d^2(t_1^2 - t_2^2)}{2st_1^2t_2^2}$

【点评】 考查牛顿第二定律的应用, 掌握如何根据纸带来计算加速度. 理解公式 $a = \frac{\Delta x}{T^2}$ 中的含义以及 $v_B^2 - v_A^2 = 2as$ 的意义。

三. 解答题 (共 3 小题, 满分 37 分)

14. (10 分) (2021 春·开封期中) 如图所示, 我军机在钓鱼岛巡航. 若军机在距离地面某高度的水平面内做半径为 R 的匀速圆周运动, 机翼受到的升力与水平面的夹角为 θ . 重力加速度为 g 。

(1) 求军机做匀速圆周运动时的速率；

(2) 若军机在匀速圆周运动过程中，机上的一个质点脱落，不计脱落后质点受到的空气阻力。当军机第一次距质点脱落处最远时，质点刚好落地。求质点落地点距军机做圆周运动平面的距离及质点落地点与军机做匀速圆周运动的圆心之间的距离。



【考点】 牛顿第二定律与向心力结合解决问题；平抛运动速度的计算。

【专题】 定量思想；推理法；牛顿第二定律在圆周运动中的应用；推理论证能力。

【答案】 (1) 军机做匀速圆周运动时的速率为 $\sqrt{\frac{gR}{\tan\theta}}$ ；

(2) 质点落地点距军机做圆周运动平面的距离为 $\frac{1}{2}\pi^2 R \tan\theta$ ，质点落地点与军机做匀速圆周运动的圆心之间的距离为 $R\sqrt{\pi^2 + \frac{\pi^4 \tan^2\theta}{4} + 1}$ 。

【分析】 (1) 水平面内的匀速圆周运动，首先分析向心力的来源，重力与升力的合力共同提供。再根据向心力的速度表达式求出其速率；

(2) 脱落的炸弹做平抛运动，结合军机圆周运动的周期性。切入点是时间相等；借助几何知识，画出图形，求解。

【解答】 解：(1) 军机做匀速圆周运动，所受合力提供向心力，设军机质量为 m ，如图所示，则

根据牛顿第二定律有：
$$\frac{mg}{\tan\theta} = m\frac{v^2}{R}$$

联立可得：
$$v = \sqrt{\frac{gR}{\tan\theta}}$$

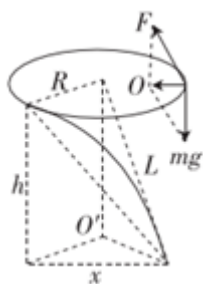
(2) 军机第一次距质点脱落处最远时，所用时间：
$$t = \frac{\pi R}{v}$$

军机上的一个质点脱落后，做初速度为 v 的平抛运动，如图所示，由平抛运动规律得水平位移： $x = vt$

质点落地点距军机做圆周运动平面的距离：
$$h = \frac{1}{2}gt^2$$

质点落地点与军机做匀速圆周运动的圆心之间的距离：
$$L = \sqrt{x^2 + h^2 + R^2}$$

联立得：
$$h = \frac{1}{2}\pi^2 R \tan\theta, \quad L = R\sqrt{\pi^2 + \frac{\pi^4 \tan^2\theta}{4} + 1}$$



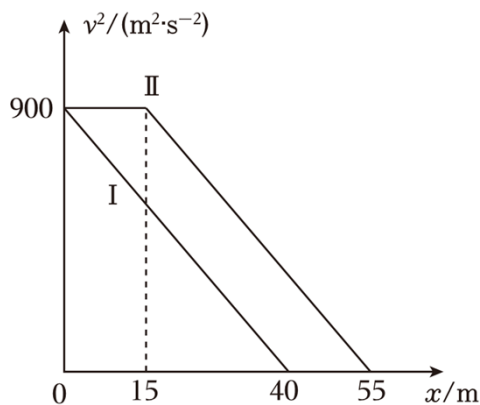
答：(1) 军机做匀速圆周运动时的速率为 $\sqrt{\frac{gR}{\tan\theta}}$ ；

(2) 质点落地点距军机做圆周运动平面的距离为 $\frac{1}{2}\pi^2 R \tan\theta$ ，质点落地点与军机做匀速圆周运动的圆心之间的距离为 $R\sqrt{\pi^2 + \frac{\pi^4 \tan^2\theta}{4} + 1}$ 。

【点评】 本题考查圆周运动和平抛运动的结合，涉及到空间几何关系。对学生的数学能力要求较高。属中档题。

15. (12分) (2021·厦门三模) 2021年4月15日，搭载国产ADS自动驾驶系统的汽车实现了在市区1000公里的无干预自动驾驶。在某次刹车测试中，一辆搭载ADS系统的汽车检测到险情后，其速度平方 v^2 与位移 x 图象如图线 I 所示。若关闭了ADS系统，司机发现险情后汽车的速度平方 v^2 与位移 x 图象如图线 II 所示，汽车质量为 2000kg，求：

- (1) 汽车刹车过程中的加速度 a 大小及所受阻力 f 大小；
- (2) 关闭 ADS 系统后，从司机发现险情到汽车停下所用的时间 t (结果保留 1 位小数)。



【考点】 牛顿第二定律的简单应用；复杂的运动学图像问题。

【专题】 计算题；定量思想；推理法；牛顿运动定律综合专题；推理论证能力。

【答案】 (1) 汽车刹车过程中的加速度 a 大小及所受阻力 f 大小分别为 11.25m/s^2 和 $2.25 \times 10^4\text{N}$ ；

(2) 关闭 ADS 系统后，从司机发现险情到汽车停下所用的时间 t 为 3.2s。

【分析】 (1) 汽车刹车做匀减速运动根据速度—位移时间公式结合图像即可求得减速时的加速度大小，根据牛顿第二定律气的受到的阻力；

(2) 根据图像求得刹车前的速度，根据反应时间内通过的位移求得反应时间，此后开始做减速运动，根据速度 - 时间公式求得刹车时间，即可求得总时间。

【解答】解 (1) 根据 $v^2 - v_0^2 = 2ax$ 可知，在 $v^2 - x$ 图像中，图像的斜率为加速度的 2 倍，故 $2a = \frac{900}{40} \text{m/s}^2$ ，解得 $a = 11.25 \text{m/s}^2$

根据牛顿第二定律可得 $f = ma = 2000 \times 11.25 \text{N} = 2.25 \times 10^4 \text{N}$

(2) 根据图像可知 $v_0^2 = 900 \text{m}^2/\text{s}^2$ ，解得 $v_0 = 30 \text{m/s}$

反应时减为 $t_1 = \frac{x_1}{v_0} = \frac{15}{30} \text{s} = 0.5 \text{s}$

反应后做匀减速直线运动，由于加速度大小为 $a = 11.25 \text{m/s}^2$ ，故减速所需时间 $t_2 = \frac{v_0}{a} = \frac{30}{11.25} \text{s} = 2.7 \text{s}$

故经历的总时间 $t = t_1 + t_2 = 0.5 \text{s} + 2.7 \text{s} = 3.2 \text{s}$

答：(1) 汽车刹车过程中的加速度 a 大小及所受阻力 f 大小分别为 11.25m/s^2 和 $2.25 \times 10^4 \text{N}$ ；

(2) 关闭 ADS 系统后，从司机发现险情到汽车停下所用的时间 t 为 3.2s 。

【点评】本题主要考查了刹车运动，明确反应时间内做匀速直线运动，抓住加速度是解决此类问题的中间桥梁。

16. (15 分) (2020 秋·宁波月考) 2018 年 2 月 7 日，美国 SpaceX 公司的重型猎鹰火箭首次发射成功。火箭主体与三台助推火箭的总质量约为 1400 吨。其发射主要包括两个阶段，在发射后 2 分 30 秒时，火箭到达 56250 米高度，两台副助推火箭脱离。此前为第一阶段：发射后 3 分 04 秒，另一枚主助推火箭也脱离猎鹰火箭，此刻火箭到达 88000 米高度，副助推火箭脱离到主助推火箭脱离为第二阶段。重力加速度 g 取 10m/s^2 。

(1) 假设在副助推火箭脱离前后两个阶段，猎鹰火箭均在竖直方向上做匀变速直线运动，分别求出两个阶段的竖直方向加速度（保留两位有效数字）；

(2) 副助推火箭在接近 7 分 55 秒顺利垂直着陆回收，标志着火箭回收技术的成功应用，假设副助推火箭一直在竖直方向做直线运动，在脱离后前 200 秒内仅受重力，之后立即开启发动机进行竖直方向匀减速直线运动，落地时速度接近为 0，不计一切阻力。已知每台副助推火箭的质量为 200 吨，求这个匀减速过程中副助推火箭的推动力大小（保留两位有效数字）。

【考点】牛顿第二定律的简单应用；匀变速直线运动位移与时间的关系。

【专题】计算题；信息给予题；定量思想；推理法；直线运动规律专题；牛顿运动定律综合专题；分析综合能力。

【答案】(1) 副助推火箭脱离前后两个阶段，的竖直方向加速度分别为 5.0m/s^2 ，方向竖直向上和 11m/s^2 ，方向竖直向上；

(2) 这个匀减速过程中副助推火箭的推动力大小为 $2.7 \times 10^7 \text{N}$ 。

【分析】(1) 分别找到火箭在第一阶段和第二阶段运动的时间和位移，根据运动学公式求解，第一阶段的末速度时第二阶段的初速度；

(2) 副助推火箭在脱离后分为两个阶段运动，分别求出两个阶段的运动时间和运动位移，然后根据运动学公式求加速度，最后根据牛顿第二定律求副助推火箭的推动力。

【解答】解：(1) 设第一阶段的运动时间为 t_1 ，第二阶段的运动时间为 t_2 ，则

$$t_1 = 150\text{s}$$

$$t_2 = 34\text{s}$$

$$x_1 = 56250\text{m}$$

$$x_2 = 88000\text{m} - 56250\text{m} = 31750\text{m}$$

火箭在第一阶段做初速度为零的匀加速运动，设加速度大小为 a_1 ，则 $x_1 = \frac{1}{2}a_1t_1^2$

解得： $a_1 = 5.0\text{m/s}^2$ ，方向竖直向上

设第一阶段结束时火箭的速度为 v_1 ，第二阶段的位移为 x_2 ，则 $x_2 = v_1t_2 + \frac{1}{2}a_2t_2^2$

$$v_1 = a_1t_1 = 5.0 \times 150\text{m/s} = 750\text{m/s}$$

解得： $a_2 = 11\text{m/s}^2$ ，方向竖直向上

(2) 设副助推火箭在脱离后只受重力的时间为 t_3 ，匀减速运动的时间为 t_4 ，则

$$t_3 = 200\text{s}$$

$$t_4 = 125\text{s}$$

副助推火箭在 t_3 时间内发生的位移为 $x_3 = v_1t_3 - \frac{1}{2}gt_3^2$ 解得 $x_3 = -50000\text{m}$

对应的速度为 $v = v_1 - gt_3$ ，解得 $v = -1250\text{m/s}$

副助推火箭在最后阶段位移为

$$x_4 = -x_1 - x_3 \text{ 解得 } x_4 = -6250\text{m}$$

设最后阶段的加速度为 a ： $0 - v^2 = 2ax_4$

$$a = 125\text{m/s}^2$$

根据牛顿第二定律可知 $F - mg = ma$

$$\text{解得 } F = 2.7 \times 10^7 \text{N}$$

答：(1) 副助推火箭脱离前后两个阶段，的竖直方向加速度分别为 5.0m/s^2 ，方向竖直向上和 11m/s^2 ，方向竖直向上；

(2) 这个匀减速过程中副助推火箭的推动力大小为 $2.7 \times 10^7 \text{N}$ 。

【点评】 本题是牛顿第二定律和运动学公式的结合，解决此类问题的一般步骤是运动学公式求加速度，牛顿第二定律求力。

本题的运动过程比较多，要分清楚每个运动过程的位移和时间以及两个连续过程的衔接物理量。

难点和关键点是在题干中区分有用信息，本题是分析副助推火箭的相关运动，要注意区分有用的时间和位移。

考点卡片

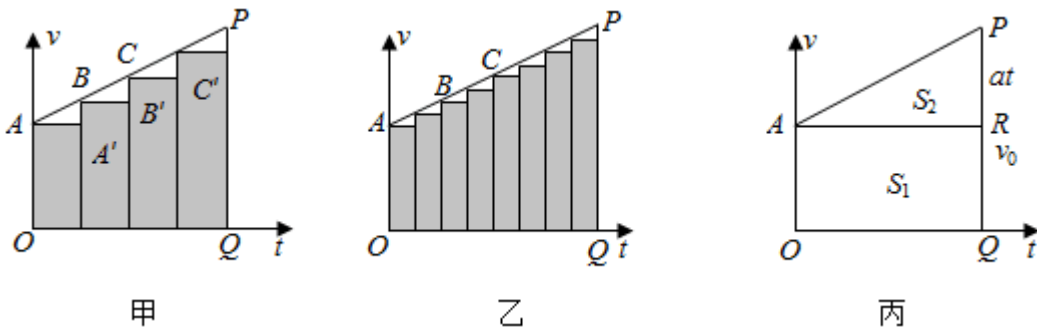
1. 匀变速直线运动位移与时间的关系

【知识点的认识】

(1) 匀变速直线运动的位移与时间的关系式： $x = v_0t + \frac{1}{2}at^2$ 。

(2) 公式的推导

① 利用微积分思想进行推导：在匀变速直线运动中，虽然速度时刻变化，但只要时间足够小，速度的变化就非常小，在这段时间内近似应用我们熟悉的匀速运动的公式计算位移，其误差也非常小，如图所示。



② 利用公式推导：匀变速直线运动中，速度是均匀改变的，它在时间 t 内的平均速度就等于时间 t 内的初速度 v_0 和末速度 v 的平均值，即 $\bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2}$ 。结合公式 $x = \bar{v}t$ 和 $v = v_0 + at$ 可导出位移公式： $x = v_0t + \frac{1}{2}at^2$

(3) 匀变速直线运动中的平均速度

在匀变速直线运动中，对于某一段时间 t ，其中间时刻的瞬时速度 $v_{t/2} = v_0 + a \times \frac{1}{2}t = \frac{2v_0 + at}{2}$ ，该段时间的末速度 $v = v_0 + at$ ，由平均速度的定义式和匀变速直线运动的位移公式整理加工可得 $\bar{v} = \frac{x}{t} = \frac{v_0t + \frac{1}{2}at^2}{t} = v_0 + \frac{1}{2}at = \frac{2v_0 + at}{2} = \frac{v_0 + v_0 + at}{2} = \frac{v_0 + v_t}{2} = v_{t/2}$ 。

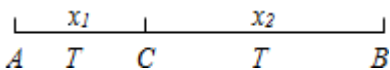
即有： $\bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2} = v_{t/2}$ 。

所以在匀变速直线运动中，某一段时间内的平均速度等于该段时间内中间时刻的瞬时速度，又等于这段时间内初速度和末速度的算术平均值。

(4) 匀变速直线运动推论公式：

任意两个连续相等时间间隔 T 内，位移之差是常数，即 $\Delta x = x_2 - x_1 = aT^2$ 。拓展 $\Delta x_{MN} = x_M - x_N = (M - N) aT^2$ 。

推导：如图所示， x_1 、 x_2 为连续相等的时间 T 内的位移，加速度为 a 。



$$\left. \begin{aligned} x_1 &= v_c T - \frac{1}{2} a T^2 \\ x_2 &= v_c T + \frac{1}{2} a T^2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \Delta x = x_2 - x_1 = a T^2$$

【命题方向】

例 1: 对基本公式的理解

汽车在平直的公路上以 30m/s 的速度行驶, 当汽车遇到交通事故时就以 7.5m/s^2 的加速度刹车, 刹车 2s 内和 6s 内的位移之比 ()

A.1: 1 B.5: 9 C.5: 8 D.3: 4

分析: 求出汽车刹车到停止所需的时间, 汽车刹车停止后不再运动, 然后根据位移时间公式 $x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ 求出 2s 内和 6s 内的位移。

解: 汽车刹车到停止所需的时间 $t_0 = \frac{0 - v_0}{a} = \frac{0 - 30}{-7.5} \text{s} = 4\text{s} > 2\text{s}$

所以刹车 2s 内的位移 $x_1 = v_0 t_1 + \frac{1}{2} a t_1^2 = 30 \times 2 - \frac{1}{2} \times 7.5 \times 4\text{m} = 45\text{m}$ 。

$t_0 < 6\text{s}$, 所以刹车在 6s 内的位移等于在 4s 内的位移。

$x_2 = v_0 t_0 + \frac{1}{2} a t_0^2 = 30 \times 4 - \frac{1}{2} \times 7.5 \times 16\text{m} = 60\text{m}$ 。

所以刹车 2s 内和 6s 内的位移之比为 3: 4。故 D 正确, A、B、C 错误。

故选: D。

点评: 解决本题的关键知道汽车刹车停下来后不再运动, 所以汽车在 6s 内的位移等于 4s 内的位移。此类试题都需注意物体停止运动的时间。

例 2: 对推导公式 $\bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2} = v_{t/2}$ 的应用

物体做匀变速直线运动, 某时刻速度大小是 $3\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, 1s 以后速度大小是 $9\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, 在这 1s 内该物体的 ()

A. 位移大小可能小于 5m

B. 位移大小可能小于 3m

C. 加速度大小可能小于 $11\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ D. 加速度大小可能小于 $6\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$

分析: 1s 后的速度大小为 9m/s, 方向可能与初速度方向相同, 也有可能和初速度方向相反。根据 $a =$

$\frac{v_2 - v_1}{t}$, 求出加速度, 根据平均速度公式 $x = \bar{v} t = \frac{v_1 + v_2}{2} t$ 求位移。

解 A、规定初速度的方向为正方向, 若 1s 末的速度与初速方向相同, 1s 内的位移 $x = \bar{v} t = \frac{v_1 + v_2}{2} t = \frac{3 + 9}{2}$

$\times 1\text{m} = 6\text{m}$ 。若 1s 末的速度与初速度方向相反, 1s 内的位移 $x = \bar{v} t = \frac{v_1 + v_2}{2} t = \frac{3 + (-9)}{2}$

$\times 1\text{m} = -3\text{m}$ 。负号表示方向。所以位移的大小可能小于 5m, 但不可能小于 3m。故 A 正确, B 错误。

C、规定初速度的方向为正方向，若 1s 末的速度与初速方向相同，则加速度 $a = \frac{v_2 - v_1}{t} = \frac{9 - 3}{1} m/s^2 = 6m/s^2$ 。若 1s 末的速度与初速度方向相反，则加速度 $a = \frac{v_2 - v_1}{t} = \frac{-9 - 3}{1} m/s^2 = -12m/s^2$ 。所以加速度的大小可能小于 $11m/s^2$ ，不可能小于 $6m/s^2$ 。故 C 正确，D 错误。

故选：AC。

点评：解决本题的关键注意速度的方向问题，以及掌握匀变速直线运动的平均速度公式 $\bar{v} = \frac{v_1 + v_2}{2}$ ，此公式在考试中经常用到。

【解题思路点拨】

(1) 应用位移公式的解题步骤：

- ①选择研究对象，分析运动是否为变速直线运动，并选择研究过程。
- ②分析运动过程的初速度 v_0 以及加速度 a 和时间 t 、位移 x ，若有三个已知量，就可用 $x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ 求第四个物理量。
- ③规定正方向（一般以 v_0 方向为正方向），判断各矢量正负代入公式计算。

(2) 利用 $v - t$ 图象处理匀变速直线运动的方法：

- ①明确研究过程。
- ②搞清 v 、 a 的正负及变化情况。
- ③利用图象求解 a 时，须注意其矢量性。
- ④利用图象求解位移时，须注意位移的正负： t 轴上方位移为正， t 轴下方位移为负。
- ⑤在用 $v - t$ 图象来求解物体的位移和路程的问题中，要注意以下两点：
a. 速度图象和 t 轴所围成的面积数值等于物体位移的大小；
b. 速度图象和 t 轴所围面积的绝对值的和等于物体的路程。

2. 复杂的运动学图像问题

【知识点的认知】

1.除了常见的 $x - t$ 图像， $v - t$ 图像与 $a - t$ 图像外，还有一些少见的运动学图像如 $\frac{x}{t} - t$ 图像， $v - x$ 图像、 $v^2 - x$ 图像等。

2.这些图像往往都与运动学的公式有关联。

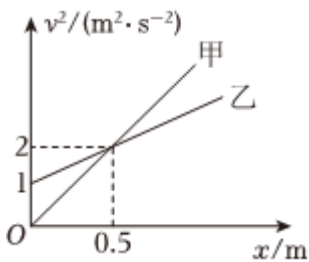
3.解题步骤一般如下：

- ①根据图像的纵横坐标找出图像应用了那个运动学公式；
- ②根据图像推出具体的表达式；

③分析斜率、截距、面积等因素的物理意义。

【命题方向】

在平直公路上有甲、乙两辆汽车同时从同一位置沿着同一方向做匀加速直线运动，它们速度的平方随位移变化的图象如图所示，则（ ）



- A、甲车的加速度比乙车的加速度小
- B、在 $x=0.5\text{m}$ 处甲、乙两车相遇
- C、在 $x=1\text{m}$ 处甲、乙两车相遇
- D、在 $t=2\text{s}$ 末甲、乙两车相遇

分析：根据匀变速直线运动的速度—位移关系公式： $v^2 - v_0^2 = 2ax$ ，可以知道图象斜率是两倍的加速度，由图象可以直接得到速度相等时的位移，从同一位置出发，两车相遇时的位移相等，根据匀变速直线运动特征判断位移相等时的位移和时间。

解答：A、根据匀变速直线运动速度—位移关系 $v^2 - v_0^2 = 2ax$ ，得 $v^2 = 2ax + v_0^2$ ，可知图象的斜率 $k=2a$ 。由图可知甲的斜率大于乙的斜率，故甲车的加速度大于乙车的加速度，故 A 错误；

BCD、由图象可知 $x=0.5\text{m}$ 时，两车速度的平方相等，速度相等。

由图可知，对于甲车做初速度为 0 加速度为 2m/s^2 的匀加速直线运动，乙做初速度为 1m/s ，加速度为 1m/s^2 的匀加速直线运动，两车相遇时，位移相等，则有：

$$\frac{1}{2}a_{\text{甲}}t^2 = v_{\text{乙}}t + \frac{1}{2}a_{\text{乙}}t^2$$

$$\text{代入得：} \frac{1}{2} \times 2 \times t^2 = 1 \times t + \frac{1}{2} \times 1 \times t^2$$

解得， $t=2\text{s}$

相遇处两车的位移为 $x = \frac{1}{2}a_{\text{甲}}t^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 2^2\text{m} = 4\text{m}$ ，故 BC 错误，D 正确。

故选：D。

点评：读懂图象的坐标，并能根据匀变速直线运动的位移—速度关系求出描述匀变速直线运动的相关物理量，并再由匀变速直线运动的规律求出未知量。

【解题思路点拨】

非常规的运动学图像一般都是从某一个表达式得来的，要先从横纵坐标及图像出发确定表达式，求解出关键物理量，再分析物体的运动问题。

3. 弹力的概念及其产生条件

【知识点的认识】

1. 弹力

(1) 定义：发生弹性形变的物体，由于要恢复原状，对跟它接触的物体产生的力叫弹力。

(2) 弹力的产生条件：①弹力的产生条件是两个物体直接接触，②并发生弹性形变。

(3) 弹力的方向：力垂直于两物体的接触面。

①支撑面的弹力：支持力的方向总是垂直于支撑面，指向被支持的物体；压力总是垂直于支撑面指向被压的物体。

点与面接触时弹力的方向：过接触点垂直于接触面。

球与面接触时弹力的方向：在接触点与球心的连线上。

球与球相接触的弹力方向：垂直于过接触点的公切面。

②弹簧两端的弹力方向：与弹簧中心轴线重合，指向弹簧恢复原状的方向。其弹力可为拉力，可为压力。

③轻绳对物体的弹力方向：沿绳指向绳收缩的方向，即只为拉力。

(4) 弹力的大小

对有明显形变的弹簧，弹力的大小可以由胡克定律计算。对没有明显形变的物体，如桌面、绳子等物体，弹力大小由物体的受力情况和运动情况共同决定。

①胡克定律可表示为（在弹性限度内）： $F=kx$ ，还可以表示成 $\Delta F=k\Delta x$ ，即弹簧弹力的改变量和弹簧形变量的改变量成正比。式中 k 叫弹簧的劲度系数，单位：N/m。 k 由弹簧本身的性质决定（与弹簧的材料、粗细、直径及原长都有关系）。

②“硬”弹簧，是指弹簧的 k 值较大。（同样的力 F 作用下形变量 Δx 较小）

③几种典型物体模型的弹力特点如下表。

项目	轻绳	轻杆	弹簧
形变情况	伸长忽略不计	认为长度不变	可伸长可缩短

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/585214221341012012>