

## 4.2 实验：探究加速度与力、质量的关系 测试

1.关于牛顿第一定律的下列说法中，正确的是（ ）

- A.牛顿第一定律是牛顿第二定律在合力为零的情况下的特例
- B.牛顿第一定律说明了力是改变物体运动状态的原因，而不是维持物体运动的原因
- C.惯性定律与惯性的实质是相同的
- D.物体的运动不需要力来维持

**答案:BD**

**解析:**牛顿第一定律明确提出了三个重要概念，即惯性（其大小的量度是质量）、力、状态的改变（加速度），它们都有其重要的作用和地位；牛顿第二定律在此基础上给出以上三个物理量之间的定量联系，而且牛顿第二定律既没有说明物体的惯性，也没有说明物体不受力的情况，牛顿第一定律和第二定律是两个相互独立的定律，故 A 是错的.惯性是物体保持原有运动状态的一种性质，惯性定律（即牛顿第一定律）则反映了物体在一定条件下（不受外力或合 0 力为零）的运动规律.惯性越大，物体的运动状态越难改变.由牛顿第一定律可知，物体的运动不需要力来维持，但要改变物体的运动状态，则必须有力的作用.

2.一汽车在路面情况相同的公路上沿直线行驶,下面关于车速、惯性、质量和滑行路程的讨论正确的是（ ）

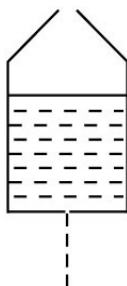
- A.车速越大,它的惯性越大
- B.质量越大,它的惯性越大
- C.车速越大,刹车后滑行的路程越长
- D.车速越大,刹车后滑行的路程越长,所以惯性越大

**答案:BC**

**解析:**物体的惯性只由质量决定,质量大惯性大,与物体的速度、受力状态、运动状态等无关,故 B 对,A、D 错.根据牛顿第二定律,刹车后滑行时的加速度大小: $a = \mu g$ ,对刹车过程由推论公式

得: $s = \frac{v^2}{2a} = \frac{v_2^2}{2\mu g}$ ,可见,动摩擦因数相同,车速越大,刹车后滑行的路程越长,C 正确.

3.如图所示,一个盛水的容器底部有一小孔.静止时用手指堵住小孔不让它漏水,假设容器在下述几种运动过程中始终保持平动,且忽略空气阻力,则（ ）



- A.容器自由下落时,小孔向下漏水
- B.将容器竖直向上抛出,容器向上运动时,小孔向下漏水;容器向下运动时,小孔不向下漏水
- C.将容器水平抛出,容器在运动中小孔向下漏水
- D.将容器斜向上抛出,容器在运动中小孔不向下漏水

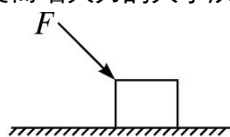
**答案:D**

**解析:**在容器所做的上述几种运动形式中,都只受重力作用,加速度都是重力加速度  $g$ ,容器中的水都处于完全失重状态,水对容器底部的压力都为零,所以都不会有水漏出来,只有 D 正确.



根据牛顿第三定律,人对电梯底部的压力  $F' = F = \frac{4}{3} mg$ , D 正确.

8. 如图所示,一物块位于光滑水平桌面上,用一大小为  $F$ 、方向如图所示的力去推它,使它以加速度  $a$  向右运动.若保持力的方向不变而增大力的大小,则以下正确的是( )

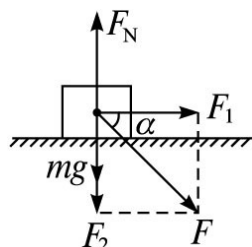


- A.  $a$  变大
- B.  $a$  不变
- C.  $a$  变小
- D. 因为物块的质量未知,故不能确定  $a$  变化的趋势

答案:A

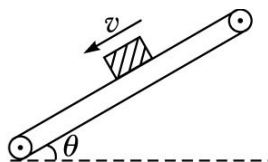
解析:设推力与水平方向的夹角为  $\alpha$ ,对物体受力分析如右图所示,根据牛顿第二定律得:

$$a = \frac{F_{\text{合}}}{m} = \frac{F_1}{m} = \frac{F \cos \alpha}{m}$$



可见,力的方向不变,增大力的大小时, $a$  变大,故 A 正确.

9. 图所示,一物体随传送带一起向下运动,已知物体相对于传送带保持静止,下列说法正确的是( )



- A. 物体可能受摩擦力的作用,摩擦力的方向与运动方向相同
- B. 物体可能受摩擦力的作用,摩擦力的方向与运动方向相反
- C. 物体可能不受摩擦力的作用
- D. 物体肯定受摩擦力的作用

答案:ABC

解析:物体的重力沿传送带向下的分力  $F = mg \sin \theta$ , 这个分力产生的加速度  $a = \frac{mg \sin \theta}{m} = g \sin \theta$ .

(1)若传送带向下的加速度恰好等于  $a$ ,则物体不受摩擦力的作用;(2)若传送带向下的加速度大于  $a$ ,则物体所受的摩擦力方向向下;(3)若传送带向下的加速度小于  $a$ ,则物体所受的摩擦力方向向上.故 A、B、C 都是正确的,只有 D 是错误的.

10. 一个物体受到几个力的作用而处于静止状态,若使其中一个力逐渐减小到零后,又逐渐恢复到原来的状况,则物体在这个过程中( )

- A. 速度从零增大到某一数值后,又逐渐减小到零
- B. 速度从零增大到某一数值后不变

C.加速度从零增大到某一数值后,又逐渐减小到零

D.加速度从零增大到某一数值后不变

**答案:BC**

**解析:**因当其中一个力  $F$  逐渐减小到零的过程中,这个物体所受的合外力将从零逐渐增大,直至增大到等于这个力  $F$ ,方向与这个力相反,物体将从静止开始做变加速直线运动, $a =$

$$\frac{F_{\text{合}}}{m}. \text{因为 } F_{\text{合}} \uparrow, a \uparrow, \text{方向与 } v \text{ 相同,所以 } v \uparrow. \text{当 } F \text{ 减小到零时加速度达到最大.}$$

当这个力  $F$  由零逐渐增大至恢复原状的过程中, $F_{\text{合}} \downarrow, a \downarrow$ ,当  $F$  恢复到原来值时  $F_{\text{合}} = 0, a = 0$ ,但  $F_{\text{合}}$  的方向始终与  $v$  方向一致,故整个过程速度  $v$  将一直增大,故选 BC.( $\uparrow$  表示增大, $\downarrow$  表示减小)

### 第 II 卷(非选择题共 60 分)

二、本题共 5 小题,每小题 4 分,共 20 分.把答案填在题中的横线上.

11.在探究物体的加速度与力、质量的关系时,采用了一种科学方法,叫\_\_\_\_,即先控制物体的不变,探究加速度与力的关系;再控制\_\_\_\_不变,探究加速度与质量的关系;最后再综合起来,得到加速度与力和质量的关系.

**答案:**控制变量法 质量 力

12.跳起摸高是学生经常进行的一项活动.某同学身高 1.8 m,质量 65 kg,站立时举手达到 2.2 m 高.他用力蹬地,经 0.45 s 竖直离地起跳,设他蹬地的力大小恒为 1 060 N,则他起跳可摸到的高度为\_\_\_\_\_.

**答案:**2.6 m

**解析:**该同学起跳时的加速度: $a = \frac{F - mg}{m} = 6.3 \text{ m/s}^2$ ,故他起跳速度为  $v = at = 2.8 \text{ m/s}$ ,他竖

直向上跳起的高度为: $h = \frac{v^2}{2g} = 0.4 \text{ m}$ ,则他能摸到的高度: $H = h + h_0 = 2.6 \text{ m}$ .

13.某人在以  $2.5 \text{ m/s}^2$  的加速度下降的升降机内最多能举起 80 kg 的物体,那么在地面上最多能举起 kg 的物体.若此人在一匀加速上升的电梯中最多能举起 40 kg 的物体,则电梯上升的加速度为\_\_\_\_\_  $\text{m/s}^2$ .

**答案:**605

**解析:**根据牛顿运动定律得:

$$80 \times 10 \text{ N} - F = 80 \times 2.5 \text{ N}$$

$$M = \frac{F}{g} = \frac{600}{10} \text{ kg} = 60 \text{ kg}$$

$$600 \text{ N} - 40 \times 10 \text{ N} = 40a, a = 5 \text{ m/s}^2.$$

14.在某元旦晚会上所放的花炮升高的最大高度是 100 m.假设花炮爆炸前做竖直上抛运动,且在最高点爆炸,花炮的质量为 2 kg,在炮筒中运动的时间为 0.02 s,则火药对花炮的平均推力约为\_\_\_\_N.( $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ )

**答案:** $4.5 \times 10^3$

**解析:**设花炮从炮筒射出的速度为  $v$ ,据竖直上抛运动公式得:

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 100} \text{ m/s} = 44.7 \text{ m/s}$$

花炮在炮筒中运动的加速度为:

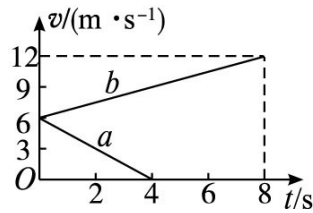
$$a = \frac{v - 0}{t} = \frac{44.7}{0.02} \text{ m/s}^2 = 2.236 \times 10^3 \text{ m/s}^2$$

由牛顿第二定律: $F - mg = ma$

$$F = ma + mg = 2 \times (2.236 \times 10^3 + 10) \text{ N}$$

$$=4.5 \times 10^3 \text{ N}.$$

15. 质量为 0.8 kg 的物体在一水平面上运动. 如图所示的两条直线分别表示物体受到水平拉力作用和不受拉力作用的 vt 图线, 则图线 b 与上述的\_\_\_状态相对应, 该物体所受到的拉力是 N.



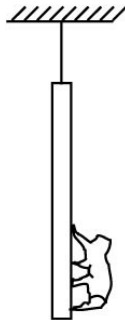
**答案:**受到水平拉力 1.8

**解析:**由图象可知, b 图线是加速运动, 对应受力作用的情况, 且  $a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{6}{8} \text{ m/s}^2 = \frac{3}{4} \text{ m/s}^2$ . 而 a 图线是不受拉力作用只受到  $F_f$  作用时的图线,  $a_2 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = -\frac{6}{4} \text{ m/s}^2 = -1.5 \text{ m/s}^2$

$$F_f = ma_2 = 0.8 \times 1.5 \text{ N} = 1.2 \text{ N}, \text{ 则 } F = F_f + ma_1 = 1.2 \text{ N} + 0.8 \times \frac{3}{4} \text{ N} = 1.8 \text{ N}.$$

三、本题共 4 小题, 每小题 10 分, 共 40 分. 解答应写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤, 只写出最后答案的不能得分. 有数值计算的题, 答案中必须明确写出数值和单位.

16. 一根质量为 M 的木棒, 上端用细绳系在天花板上, 棒上有一质量为 m 的猴子, 如图所示. 如将绳子剪断, 猴子沿棒向上爬, 仍保持与地面间的高度不变, 求这时木棒下落的加速度.



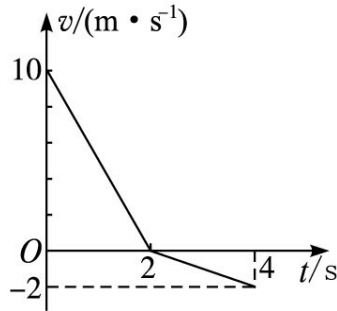
**答案:**  $\frac{M+m}{M}g$  方向向下

**解析:**猴子与地面间的高度不变, 则  $F_f = mg$

$$\text{对杆: } F_f' + Mg = Ma, F_f = F_f'$$

$$\text{所以木棒的加速度 } a = \frac{Mg + mg}{M} = \frac{M+m}{M}g, \text{ 方向向下.}$$

17. 质量为  $m=20 \text{ kg}$  的物体, 初速度为  $10 \text{ m/s}$ , 在大小恒定的水平外力  $F$  的作用下, 沿水平面做直线运动.  $0 \sim 2.0 \text{ s}$  内  $F$  与运动方向相反,  $2.0 \text{ s} \sim 4.0 \text{ s}$  内  $F$  与运动方向相同, 物体的速度时间图象如图所示, 已知  $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ . 求物体与水平面间的动摩擦因数.



**答案:**0.2

**解析:**由图象可知:0~2.0 s内,物体做匀减速运动,加速度大小  $a_1 = \frac{10}{2} \text{ m/s}^2 = 5 \text{ m/s}^2$ ,根据

牛顿第二定律有: $F + \mu mg = ma_1$ ,得  $F = ma_1 - \mu mg$

在2.0~4.0 s内,物体在负方向上做匀加速运动,加速度大小

$$a_2 = \frac{2}{2} \text{ m/s}^2 = 1 \text{ m/s}^2, F - \mu mg = ma_2, F = ma_2 + \mu mg$$

$$\text{所以 } ma_1 - \mu mg = ma_2 + \mu mg, \mu = \frac{a_1 - a_2}{2g} = 0.2.$$

18.2005年10月12日9时,我国“神舟”六号载人飞船在酒泉卫星发射中心由长征2F运载火箭成功发射升空.若长征2F运载火箭和飞船起飞时的总质量为  $1.0 \times 10^5 \text{ kg}$ ,火箭起飞时的推动力为  $3.0 \times 10^6 \text{ N}$ ,运载火箭发射塔高160 m,求:

(1)假设火箭起飞时的推动力不变,忽略空气阻力和火箭质量的变化,则运载火箭经多长时间飞离发射塔;

(2)这段时间内飞船中的宇航员费俊龙对座椅的压力是多大(费俊龙的质量为65 kg).

**答案:**(1)4.0 s (2) $1.95 \times 10^3 \text{ N}$

**解析:**(1)以运载火箭和飞船整体为研究对象,它们起飞时所受的合力为  $F - Mg$ ,根据牛顿第二定律,起飞时的加速度:

$$a = \frac{F - Mg}{m} = \frac{3.0 \times 10^6 - 1.0 \times 10^5 \times 10}{1.0 \times 10^5} \text{ m/s}^2 = 20 \text{ m/s}^2.$$

运载火箭飞离发射塔的时间:

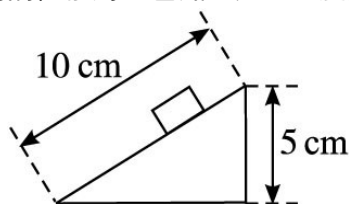
$$t = 2\sqrt{\frac{2h}{a}} = \sqrt{\frac{2 \times 160}{20}} = 4.0 \text{ s}$$

(2)以费俊龙为研究对象,设座椅对他的支持力为  $F_N$ ,由牛顿第二定律有: $F_N - mg = ma, F_N = ma + mg = 65 \times (10 + 20) \text{ N} = 1.95 \times 10^3 \text{ N}$

根据牛顿第三定律,费俊龙对座椅的压力

$$F_N' = F_N = 1.95 \times 10^3 \text{ N}.$$

19.18世纪的瑞士著名科学家欧拉(L.Euler)采用使物体做匀加速运动的方法,测定物体与斜面间的动摩擦因数,实验装置如图所示.在一个倾角为  $\theta$  的斜面上,使小木块从静止开始匀加速滑下,实验测得小木块在时间  $t$  内的位移为  $x$ .已知重力加速度为  $g$ ,试求:



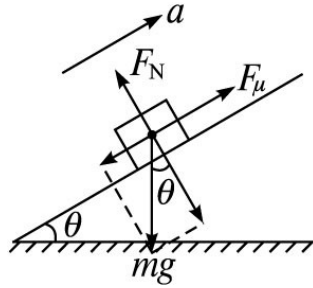
(1)小木块在下滑过程中的加速度  $a$ ;

(2)小木块与斜面间的动摩擦因数  $\mu$ .

答案:(1) $a = \frac{2x}{t^2}$  (2) $\mu = \tan\theta - \frac{2x}{gt^2 \cos\theta}$

解析:(1)由  $x = \frac{1}{2}at^2$  得  $a = \frac{2x}{t^2}$ .

(2)对木块受力分析如图:



沿斜面方向: $mg\sin\theta - F_\mu = ma$

垂直于斜面方向: $F_N = mg\cos\theta$

又  $F_\mu = \mu F_N$

解以上方程联立的方程组得:

$$\mu = \tan\theta - \frac{2x}{gt^2 \cos\theta}$$