

# 2020 北京人大附中高三（上）十月月考

## 物 理

2020 年 10 月 7 日

命题人：吴多常、曹荣太

审题人：刘永进、沈宏文

本试卷共 6 页，100 分，考试时长 90 分钟、考生务必将答案答在答题卡上，在试卷上作答无效。考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

一、本题共 10 小题，每小题 3 分，共 30 分，在每小题给出的四个选项中，有的小题只有一个选项是正确的，有的小题有多个选项是正确的。全部选对的得 3 分，选不全的得 2 分，有选错或不答的得 0 分，把正确的答案填涂在答题纸上。

1. 一列火车和一辆汽车分别做匀变速直线运动，它们在各个时刻的速度大小如表所示。从表中数据可以看出

( )

| t (s)       | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    |
|-------------|------|------|------|------|------|
| 火车的速度 (m/s) | 18.0 | 17.9 | 17.8 | 17.7 | 17.6 |
| 汽车的速度 (m/s) | 8.0  | 9.0  | 10.0 | 11.0 | 12.0 |

A. 0~4s 内火车的平均速度较大

B. 0~4s 内汽车的平均速度较大

C. 火车的速度变化比较快

D. 汽车的速度变化比较快

2. 将小球竖直向上抛出，忽略空气阻力的影响。小球在空中运动过程中，到达最高点前的最后 1 秒内和离开最高点后的第 1 秒内 ( )

A. 位移相同

B. 路程不同

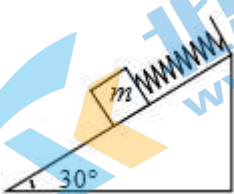
C. 加速度相同

D. 速度变化量不同

3. 如图所示，人站在船上撑竿使船离岸，在此过程中 ( )



- A. 竿对岸的作用力大于岸对竿的作用力
- B. 人与船之间存在着相互作用的摩擦力
- C. 岸对竿的作用力使船的运动状态发生改变
- D. 人受到的重力和竿对人的作用力是一对平衡力
4. 质量为  $m$  的物体系于轻弹簧下端。当弹簧沿竖直方向拉住物体，系统静止时弹簧伸长量为  $L_0$ 。当弹簧以如图所示方式拉住物体，系统静止时弹簧伸长量也为  $L_0$ ，此时（ ）



- A. 物体不受静摩擦力
- B. 物体所受静摩擦力大小为  $0.5mg$ ，方向沿斜面向下
- C. 物体所受静摩擦力大小为  $mg$ ，方向沿斜面向下
- D. 物体所受静摩擦力大小为  $1.5mg$ ，方向沿斜面向上
5. 质点开始时做匀速直线运动，从某时刻起受到一恒力作用。此后，该质点的动能可能（ ）
- A. 一直增大
- B. 先逐渐减小至零，再逐渐增大
- C. 先逐渐增大至某一最大值，再逐渐减小
- D. 先逐渐减小至某一非零的最小值，再逐渐增大
6. 在竖直运动的电梯地板上放置一台秤，将物体放在台秤上。电梯静止时台秤示数为  $N$ 。在电梯运动的某段过程中，台秤示数大于  $N$ 。在此过程中（ ）
- A. 物体受到的重力增大
- B. 物体处于失重状态
- C. 电梯可能正在加速下降
- D. 电梯可能正在加速上升

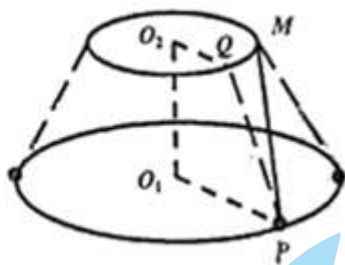
7. 用如图所示的方法可以测出一个人的反应时间。甲同学用手握住直尺顶端的地方，乙同学在直尺下端刻度为零的地方做捏住直尺的准备，但手没有碰直尺，当乙同学看到甲同学放开直尺时，立即握住直尺，结果乙同学握住直尺的刻度为  $b$ 。小明同学根据所学知识计算出不同刻度对应的反应时间，从而在这把尺子上标刻度做成“反应时间测量尺”。已知重力加速度为  $g$ 。关于“反应时间测量尺”，下列说法正确的是（ ）



- A. 其“时间刻度”是均匀的，与长度刻度成正比例
- B. 其“时间刻度”是不均匀的，且靠近直尺零刻度的地方“时间刻度”密
- C. 其“时间刻度”是不均匀的，且靠近直尺零刻度的地方“时间刻度”疏
- D. 如果在月球上使用此刻度尺，“时间刻度”的每个数字应该成比例改大一些
8. 2019 年 11 月 5 日，我国成功发射了“北斗三号卫星导航系统”的第 3 颗倾斜地球同步轨道卫星。“北斗三号卫星导航系统”由静止地球同步轨道卫星、倾斜地球同步轨道卫星、中圆地球轨道卫星组成。“同步轨道”卫星的轨道周期等于地球自转周期，卫星运行轨道面与地球赤道面的夹角叫做轨道倾角。根据轨道倾角的不同，可将“同步轨道”分为静止轨道（倾角为零）、倾斜轨道（倾角不为零）和极地轨道。

根据以上信息，下列说法中正确的是（ ）

- A. 倾斜地球同步轨道卫星的高度大于静止地球同步轨道卫星的高度
- B. 倾斜地球同步轨道卫星的线速度小于静止地球同步轨道卫星的线速度
- C. 可以发射一颗倾斜地球同步轨道卫星，静止在北京上空
- D. 可以发射一颗倾斜地球同步轨道卫星，每天同一时间经过北京上空
9. 暑假里，小明去游乐场游玩，坐了一次名叫“摇头飞椅”的游艺机，如图所示，该游艺机顶上有一个“伞盖”，“伞盖”在转动过程中通过悬绳带动下面的椅子和游客转动，其示意图如图所示。在某段时间内，“伞盖”保持在水平面内稳定旋转，游客和椅子也在某水平面内匀速转动。细心的小明发现转速较快时，悬绳并不在竖直平面内、而与竖直平面成一明显角度，如图所示。图中  $P$  表示游客和椅子，实线  $PM$  表示悬绳，虚线  $O_1PQO_2$  表示经过游客和椅子的竖直平面。则“伞盖”在水平面内以较快的速度稳定匀速旋转一周的过程中，下列说法中正确的有（ ）



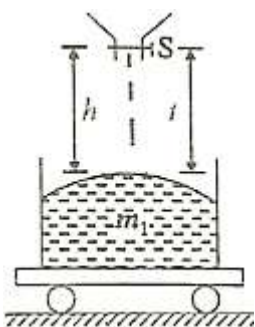
- A. 游客和椅子所需向心力由重力和绳子拉力的合力提供
- B. 游客和椅子所受合力做功为零
- C. 绳子拉力对游客和椅子做正功
- D. 绳子拉力对游客和椅子做功为零

10. 在处理一些新情境或者较为复杂的问题时，小明同学最喜欢用“等效”这种方法。

粮店的自动称米机上部有一个开关 S，开关打开后，米从出口处以恒定的流量下落到下面的容器中(可视为自由落体运动)。某时刻空中“米柱”长为  $h$ ，最下面的米粒下落时间为  $t$ 。小明同学直接用“等效”方法得出如下四个结论 ( $1^2+2^2+\dots+n^2=n(n+1)(2n+1)/6$ )，正确的有几个？

- ①空中“米柱”的重力势能可等效为所有米的质量集中于  $h/2$  位置处具有的重力势能
- ②空中“米柱”的重力势能可等效为所有米的质量集中于下落时间  $t/2$  位置处具有的重力势能
- ③空中“米柱”的总动能可等效为所有米都具有  $h/2$  位置对应的速度而对应的动能
- ④空中“米柱”的总动能可等效为所有米都具有下落时间  $t/2$  位置处的速度而对应的动能

- A.0;      B.1;      C.2;      D.3



二、本题共 2 小题，共 15 分

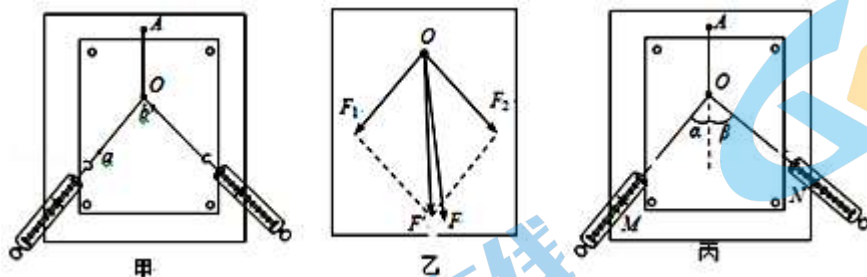
11. (6 分) 在“验证力的平行四边形定则”的实验中，某同学进行实验的主要步骤是：

- a. 如图甲所示，将橡皮筋的一端固定在木板上的 A 点，另一端拴上两根绳套，每根绳套分别连着一个弹簧测力计。



b. 沿着两个方向拉弹簧测力计，将橡皮筋的活动端拉到某一位置，将此位置标记为 O 点，读取此时弹簧测力计的示数，分别记录两个拉力  $F_1$ 、 $F_2$  的大小。用笔在两绳的拉力方向上分别标记 a、b 两点，并分别将其与 O 点连接，表示两力的方向。

c. 再用一个弹簧测力计将橡皮筋的活动端仍拉至 O 点，记录其拉力  $F$  的大小并用上述方法记录其方向。



(1) 用一个弹簧测力计将橡皮筋的活动端仍拉至 O 点，这样做的目的是\_\_\_\_\_。

(2) 图乙是在白纸上根据实验数据作出的力的图示，其中\_\_\_\_\_是  $F_1$  和  $F_2$  合力的实际测量值（填  $F$  或  $F'$ ）。

(3) 实验中的一次测量如图丙所示，两个测力计 M、N 的拉力方向互相垂直，即  $\alpha + \beta = 90^\circ$ 。若保持测力计 M 的读数不变，当角  $\alpha$  由图中所示的值逐渐减小时，要使橡皮筋的活动端仍在 O 点，可采用的办法是\_\_\_\_\_。

A. 增大 N 的读数，减小  $\beta$  角    B. 减小 N 的读数，减小  $\beta$  角

C. 减小 N 的读数，增大  $\beta$  角    D. 增大 N 的读数，增大  $\beta$  角

12. (9 分) 回答下列问题：

(1) 如图 1 所示为示波器的面板，将衰减旋钮旋至“∞”时，在屏上显示出一个完整的波形，但波形亮度低，若要增大波形的亮度，应调节\_\_\_\_\_旋钮；若要使波形在竖直方向的幅度增大，应调节\_\_\_\_\_旋钮（填图中旋钮旁标注的数字）

(2) 利用如图 2 所示的装置做“验证牛顿第二定律”的实验。

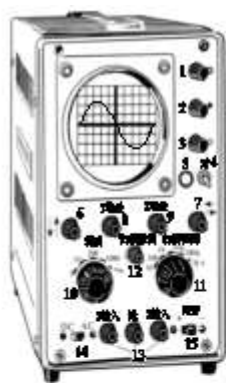


图 1



图 2

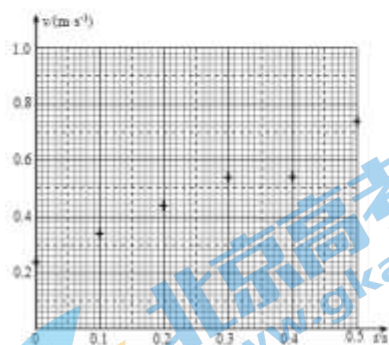


图 3

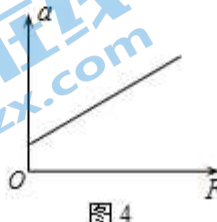


图 4

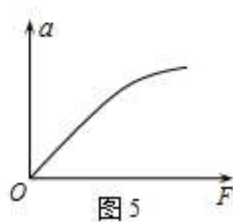


图 5

①除了图中所给的器材以及交流电源和导线外，在下列器材中，还必须使用的两种器材是\_\_\_\_\_。

- A. 秒表
- B. 天平（含砝码）
- C. 弹簧测力计
- D. 刻度尺

②甲同学实验时这样平衡摩擦力。按图 2 装置把实验器材安装好，先不挂重物，将小车放在木板上，后面固定一条纸带，纸带穿过打点计时器。用垫块把木板一端垫高，接通打点计时器，让小车以一定初速度沿木板向下运动，并不断调节木板的倾斜度，直到小车拖动纸带沿木板做\_\_\_\_\_运动。

③甲同学利用  $v-t$  图象求出每条纸带对应的加速度。他在处理其中一条纸带时，求出每个计数点对应的速度，并将各点的速度都标在了如图 3 所示的坐标系中。请在坐标系中作出小车运动的  $v-t$  图象，并利用图象求出小车此次运动的加速度  $a = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}^2$ 。

④乙同学在验证小车加速度  $a$  与所受拉力  $F$  的关系时，根据实验数据作出的  $a-F$  图象如图 4 所示。发现图线不过原点，原因可能是\_\_\_\_\_。

- A. 木板一端垫得过高
- B. 木板一端垫得过低
- C. 盘和砝码的总质量太大了
- D. 盘和砝码的总质量太小了

⑤丙同学作出的  $a-F$  图象如图 5 所示。发现图线有一段是曲线，他认为这是系统误差造成的。他将实验方法做了如下改进：他先将一些砝码放在小车上；之后每次从小车上取下一些砝码移到牵引小车的盘上；重复多次实

验，直到将砝码全部移到盘中；根据测得的数据，绘制出小车加速度  $a$  随着盘和盘中的砝码所受重力  $F$  变化的关系图线，得到的是一条过原点的直线。已知盘和所有砝码的总质量为  $m$ ，小车的质量为  $M$ 。请你分析说明图线为直线的原因，并说明图线斜率的物理意义。

三、本题包括 6 小题，共 55 分，解答应写出必要文字说明、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。

13. (8 分) 一物块在  $t=0$  时刻滑上一固定斜面，其运动的  $v-t$  图线如图所示。图中的  $v_0$ 、 $v_1$ 、 $t_1$  均为已知量，重力加速度为  $g$ ，求：

(1) 物块沿斜面向上滑行的最大高度；

(2) 斜面的倾角；

(3) 物块与斜面间的动摩擦因数。

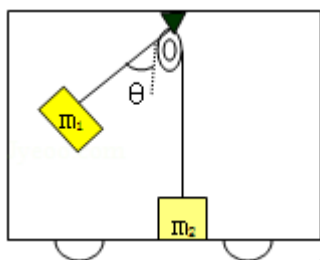


14. (8 分) 如图所示。质量为  $m_2=20$  千克的物体放在正沿水平方向作匀加速行驶的汽车车厢底板上，并用细绳通过光滑定滑轮连接一质量为  $m_1=10$  千克的物体，斜绳与竖直细绳间的夹角始终保持  $\theta=37^\circ$  角，( $m_2$  相对车厢底板始终保持静止)。求

1 汽车行驶的加速度大小？

2 细绳所受到的拉力大小？

3 物体  $m_2$  与车厢底板间的摩擦力大小及对底板的压力？

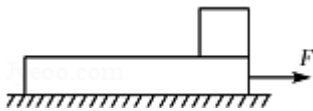


15. (8 分) 质量  $M=3\text{kg}$  的长木板放在光滑的水平面上，在水平恒力  $F=11\text{N}$  作用下由静止开始向右运动，如图所示，当速度达到  $1\text{m/s}$  时，将质量  $m=4\text{kg}$  的物块轻轻放到木板的右端，已知物块与木板间动摩擦因数  $\mu=0.2$ ，取  $g=10\text{m/s}^2$ 。求：

(1) 物体经多少时间与木板保持相对静止？

(2) 在这一时间内，物块在木板上滑行的距离多大？

(3) 物块与木板相对静止后，物块受到的摩擦力多大？



16. (9分) 图示为某商场的室内模拟滑雪机，该机主要由前后两个传动轴及传送带上粘合的雪毯构成，雪毯不断向上运动，使滑雪者产生身临其境的滑雪体验。已知坡道长  $L=6\text{m}$ ，倾角  $\theta=37^\circ$ ，雪毯始终以速度  $v=5\text{m/s}$  向上运动。一质量  $m=70\text{kg}$  (含装备) 的滑雪者从坡道顶端由静止滑下，滑雪者没有做任何助力动作，滑雪板与雪毯间的动摩擦因数  $\mu=\frac{3}{8}$ ，重力加速度  $g=10\text{m/s}^2$ ， $\sin 37^\circ=0.6$ ， $\cos 37^\circ=0.8$ 。不计空气阻力。在滑雪者滑到坡道底端的过程中，求：

(1) 滑雪者的加速度大小  $a$  以及经历的时间  $t$ ；

(2) 滑雪者克服摩擦力所做的功  $W$ ；

(3) 滑雪板与雪毯间的摩擦生热  $Q$ 。



17. (10分) 万有引力定律揭示了天体运动规律与地上物体运动规律具有内在的一致性。

(1) 用弹簧秤称量一个相对于地球静止的小物体的重量，随称量位置的变化可能会有不同的结果。已知地球质量为  $M$ ，自转周期为  $T$ ，万有引力常量为  $G$ 。将地球视为半径为  $R$ 、质量均匀分布的球体，不考虑空气的影响。设在地球北极地面称量时，弹簧秤的读数是  $F_0$

a. 若在北极上空高出地面  $h$  处称量，弹簧秤读数为  $F_1$ ，求比值  $\frac{F_1}{F_0}$  的表达式，并就  $h=1.0\%R$  的情形算出具体数值（计算结果保留两位有效数字）；

b. 若在赤道地面称量，弹簧秤读数为  $F_2$ ，求比值  $\frac{F_2}{F_0}$  的表达式。

(2) 设想地球绕太阳公转的圆周轨道半径为  $r$ 、太阳的半径为  $R_s$  和地球的半径  $R$  三者均减小为现在的  $1.0\%$ ，而太阳和地球的密度均匀且不变。仅考虑太阳和地球之间的相互作用，以现实地球的  $1$  年为标准，计算“设想地球”的一年将变为多长？

18. (12分) 如图所示， $AB$  为倾角  $\theta=37^\circ$  的斜面轨道，轨道的  $AC$  部分光滑， $CB$  部分粗糙。 $BP$  为圆心角等于  $143^\circ$ ，半径  $R=1\text{m}$  的竖直光滑圆弧形轨道，两轨道相切于  $B$  点， $P$ 、 $O$  两点在同一竖直线上，轻弹簧一端固定

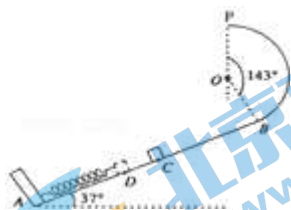


在 A 点，另一自由端在斜面上 C 点处，现有一质量  $m=2\text{kg}$  的物块在外力作用下将弹簧缓慢压缩到 D 点后（不栓接）释放，物块经过 C 点后，从 C 点运动到 B 点过程中的位移与时间的关系为  $x=12t-4t^2$ （式中  $x$  单位是  $\text{m}$ ， $t$  单位是  $\text{s}$ ），假设物块第一次经过 B 点后恰能到达 P 点，（ $\sin 37^\circ=0.6$ ， $\cos 37^\circ=0.8$ ， $g$  取  $10\text{m/s}^2$ ）试求：

（1）若  $CD=1\text{m}$ ，物块从 D 点运动到 C 点的过程中，弹簧对物块所做的功；

（2）B、C 两点间的距离  $x$ 。

（3）若在 P 处安装一个竖直弹性挡板，小物块与挡板碰撞时间极短且无机械能损失，小物块与弹簧相互作用不损失机械能，试通过计算判断物块在第一次与挡板碰撞后的运动过程中是否会脱离轨道？



## 参考答案

1. 一列火车和一辆汽车分别做匀变速直线运动，它们在各个时刻的速度大小如表所示。从表中数据可以看出

( )

| t (s)       | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    |
|-------------|------|------|------|------|------|
| 火车的速度 (m/s) | 18.0 | 17.9 | 17.8 | 17.7 | 17.6 |
| 汽车的速度 (m/s) | 8.0  | 9.0  | 10.0 | 11.0 | 12.0 |

- A. 0~4s 内火车的平均速度较大  
 B. 0~4s 内汽车的平均速度较大  
 C. 火车的速度变化比较快  
 D. 汽车的速度变化比较快

【分析】根据速度 - 时间公式求出加速度，通过加速度的大小比较速度变化快慢。

根据平均速度的公式求解平均速度。

【解答】解：AB、火车和汽车做匀变速直线运动，根据平均速度公式可知， $\bar{v} = \frac{v_0 + v}{2}$ ，则 0~4s 内汽车的平均速度为  $\frac{8.0+12.0}{2} \text{m/s} = 10.0 \text{m/s}$ ，火车的平均速度为  $\frac{18.0+17.6}{2} \text{m/s} = 17.8 \text{m/s}$ ，则火车的平均速度较大，故 A 正确，B 错误。

CD、火车做加速运动，加速度大小为： $a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{18.0-17.6}{4} \text{m/s}^2 = 0.1 \text{m/s}^2$ ，汽车做减速速度，加速度大小为： $a_2 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{12.0-8.0}{4} \text{m/s}^2 = 1 \text{m/s}^2$ ，故汽车的加速度大，速度变化快，故 C 错误，D 正确。

故选：AD。

【点评】解决本题的关键知道加速度的物理意义，知道加速度是反映速度变化快慢的物理量，知道加速度的正负表示方向，不表示大小，基础题。

2. 将小球竖直向上抛出，忽略空气阻力的影响。小球在空中运动过程中，到达最高点前的最后 1 秒内和离开最高点后第 1 秒内 ( )

- A. 位移相同                      B. 路程不同
- C. 加速度相同                  D. 速度变化量不同

【分析】将小球竖直向上抛出，忽略空气阻力的影响，小球做竖直上抛运动，上升和下降过程具有对称性，结合运动规律分析。

【解答】解：A、根据对称性可知，小球到达最高点前的最后 1 秒内和离开最高点后的第 1 秒内位移大小相等，方向相反，位移不同，故 A 错误。

B、根据对称性可知，小球到达最高点前的最后 1 秒内和离开最高点后第 1 秒内路程相同，故 B 错误。

C、小球只受重力，加速度始终为  $g$ ，故加速度相同，故 C 正确。

D、根据 $\Delta v = gt$ ，知两个过程运动时间相等，加速度相同，速度变化量相同，故 D 错误。

故选：C。

【点评】解决本题的关键要掌握竖直上抛运动的对称性，要注意位移、加速度和速度变化量都是矢量，只有大小和方向都相同时矢量才相同。

3. 如图所示,人站在船上撑竿使船离岸,在此过程中( )



- A. 竿对岸的作用力大于岸对竿的作用力
- B. 人与船之间存在着相互作用的摩擦力
- C. 岸对竿的作用力使船的运动状态发生改变
- D. 人受到的重力和竿对人的作用力是一对平衡力

【分析】根据一对相互作用力的特点可知，作用力与反作用力大小相等，方向相反，作用在同一条直线上，作用在两个物体上，力的性质相同，它们同时产生，同时变化，同时消失。

**【解答】**解：A、竿对岸的作用力与岸对竿的作用力是一对相互作用力，大小相等，方向相反，故 A 错误；

B、力是物体运动状态改变的原因，可知船离开岸的过程中，人与船之间存在着相互作用的摩擦力，故 B 正确；

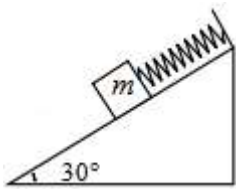
C、人对船的摩擦力使船的运动状态发生改变，故 C 错误；

D、人受到重力、竿对人的作用力以及船对人的支持力与摩擦力，合力为 0，可知人受到的重力和竿对人的作用力不能是一对平衡力，故 D 错误；

故选：B。

【点评】明确一对相互作用力的条件，对照选项中的描述可做出判断，难度不大，但需要细心。

4. 质量为  $m$  的物体系于轻弹簧下端。当弹簧沿竖直方向拉住物体，系统静止时弹簧伸长量为  $L_0$ 。当弹簧以如图所示方式拉住物体，系统静止时弹簧伸长量也为  $L_0$ ，此时（ ）



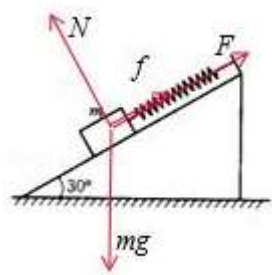
- A. 物体不受静摩擦力
- B. 物体所受静摩擦力大小为  $0.5mg$ ，方向沿斜面向下
- C. 物体所受静摩擦力大小为  $mg$ ，方向沿斜面向下
- D. 物体所受静摩擦力大小为  $1.5mg$ ，方向沿斜面向上

【分析】弹簧竖直悬挂物体时，对物体受力分析，根据共点力平衡条件求出弹簧拉力；物体放在斜面上时，再次对物体受力分析，然后根据共点力平衡条件求出摩擦力。

【解答】解：弹簧竖直悬挂物体时，对物体受力分析，根据共点力平衡条件

$$F=mg$$

物体放在斜面上时，再次对物体受力分析，此时弹簧的拉力大小仍为  $F=mg$ ，如图所示：



设物体所受的摩擦力沿斜面向上，根据共点力平衡条件，有

$$F+f-mg\sin 30^{\circ}=0$$

解得  $f=-0.5mg$ ，因此物体所受静摩擦力大小为  $0.5mg$ ，方向沿斜面向下，故 B 正确，ACD 错误。

故选：B。



【点评】本题关键对物体受力分析，然后运用共点力平衡条件及胡克定律结合列式求解。

5. 质点开始时做匀速直线运动，从某时刻起受到一恒力作用。此后，该质点的动能可能（ ）

- A. 一直增大
- B. 先逐渐减小至零，再逐渐增大
- C. 先逐渐增大至某一最大值，再逐渐减小
- D. 先逐渐减小至某一非零的最小值，再逐渐增大

【分析】一质点开始时做匀速直线运动，说明质点所受合力为 0，从某时刻起受到一恒力作用，这个恒力就是质点的合力。

根据这个恒力与速度的方向关系确定质点动能的变化情况。

【解答】解：A、如果恒力与运动方向相同，那么质点做匀加速运动，动能一直变大，故 A 正确。

B、如果恒力与运动方向相反，那么质点先做匀减速运动，速度减到 0，质点在恒力作用下沿着恒力方向做匀加速运动，动能再逐渐增大。故 B 正确。

C、如果恒力方向与原来运动方向不在同一直线上，那么将速度沿恒力方向所在直线和垂直恒力方向分解，其中恒力与一个速度方向相同，这个方向速度就会增加，另一个方向速度不变，那么合速度就会增加，不会减小。故 C 错误。

D、如果恒力方向与原来运动方向不在同一直线上，那么将速度沿恒力方向所在直线和垂直恒力方向分解，其中恒力与一个速度方向相反，这个方向速度就会减小，另一个方向速度不变，那么合速度就会减小，当恒力方向速度减到 0 时，另一个方向还有速度，所以速度到最小值时不为 0，然后恒力方向速度又会增加，合速度又在增加，即动能增大。故 D 正确。

故选：ABD。

【点评】对于直线运动，判断速度增加还是减小，我们就看加速度的方向和速度的方向。

对于受恒力作用的曲线运动，我们可以将速度分解到恒力方向和垂直恒力方向，再去研究。

6. 在竖直运动的电梯地板上放置一台秤，将物体放在台秤上。电梯静止时台秤示数为  $N$ 。在电梯运动的某段过程中，台秤示数大于  $N$ 。在此过程中（ ）

- A. 物体受到的重力增大
- B. 物体处于失重状态
- C. 电梯可能正在加速下降
- D. 电梯可能正在加速上升

【分析】电梯静止时，台秤示数为  $N$  等于物体重力；物体对台秤的压力小于其重力时，说明物体处于失重状态，加速度向下，物体可能向上减速运动，也可能向下加速运动；物体对台秤的压力大于其重力时，说明物体处于超重状态，加速度向上，物体可能加速向上，也可能减速下降。

【解答】解：A、物体重力  $G=mg$ ，和电梯的运动状态无关，重力失重不变，故 A 错误。

BCD、当电梯静止时，有  $N=mg$ ；当电梯的加速度方向竖直向上时，根据牛顿第二定律： $N'-mg=ma$ ，得  $N'=mg+ma>N$ ，此时电梯处于超重状态，电梯可能加速上升，也可能减速下降，故 D 正确，BC 错误。

故选：D。

【点评】做超重和失重的题目要抓住关键：有向下的加速度，失重；有向上的加速度，超重。

7. 用如图所示的方法可以测出一个人的反应时间。甲同学用手握住直尺顶端的地方，乙同学在直尺下端刻度为零的地方做捏住直尺的准备，但手没有碰直尺，当乙同学看到甲同学放开直尺时，立即握住直尺，结果乙同学握住直尺的刻度为  $b$ 。小明同学根据所学知识计算出不同刻度对应的反应时间，从而在这把尺子上标刻度做成“反应时间测量尺”。已知重力加速度为  $g$ 。关于“反应时间测量尺”，下列说法正确的是（ ）



- A. 其“时间刻度”是均匀的，与长度刻度成正比例  
B. 其“时间刻度”是不均匀的，且靠近直尺零刻度的地方“时间刻度”密  
C. 其“时间刻度”是不均匀的，且靠近直尺零刻度的地方“时间刻度”疏  
D. 如果在月球上使用此刻度尺，“时间刻度”的每个数字应该成比例改大一些

【分析】甲同学松手时木尺做自由落体运动，由题知道木尺下落的高度为  $h$ ，木尺下落  $h$  的时间即为乙同学的反应时间，即可判断。

【解答】解：ABC、根据  $h=\frac{1}{2}gt^2$  可知， $t=\sqrt{\frac{2h}{g}}$ ，可知其“时间刻度”是不均匀的，且靠近直尺零刻度的地方“时间刻度”密。故 AC 错误，B 正确；

D、根据公式  $t=\sqrt{\frac{2h}{g}}$ ，由于月球上的重力加速度小，可知如果在月球上使用此刻度尺，“时间刻度”的每个数字应该成比例改小一些，故 D 错误

故选：B。

【点评】本题是实际问题，考查应用物理规律分析研究实际问题的能力，明确在太空中物体处于完全失重；

8. 2019 年 11 月 5 日，我国成功发射了“北斗三号卫星导航系统”的第 3 颗倾斜地球同步轨道卫星。“北斗三号卫星导航系统”由静止地球同步轨道卫星、倾斜地球同步轨道卫星、中圆地球轨道卫星组成。“同步轨道”卫星的轨道周期等于地球自转周期，卫星运行轨道面与地球赤道面的夹角叫做轨道倾角。根据轨道倾角的不同，可将“同步轨道”分为静止轨道（倾角为零）、倾斜轨道（倾角不为零）和极地轨道。

根据以上信息，下列说法中正确的是（ ）

- A. 倾斜地球同步轨道卫星的高度大于静止地球同步轨道卫星的高度
- B. 倾斜地球同步轨道卫星的线速度小于静止地球同步轨道卫星的线速度
- C. 可以发射一颗倾斜地球同步轨道卫星，静止在北京上空
- D. 可以发射一颗倾斜地球同步轨道卫星，每天同一时间经过北京上空

【分析】了解同步卫星的含义，即同步卫星的周期必须与地球自转周期相同。物体做匀速圆周运动，它所受的合力提供向心力，半径相等则加速度，周期相等；

倾斜地球同步轨道卫星，轨道平面和赤道平面的倾角不为零，周期相同，线速度大小相同。

【解答】解：AB、所用同步卫星的周期相同，则其轨道半径相等，其运行的线速度相同，故 AB 错误

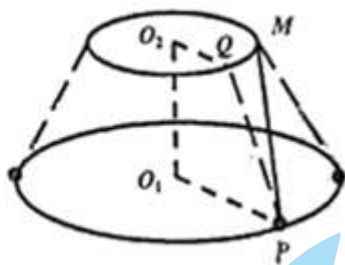
C、倾斜地球同步轨道卫星的轨道与北京的转动轨道不同，则不可能静止在北京上空，故 C 错误

D、倾斜地球同步轨道卫星与地球自转周期相同，则每过 24h 都运动一圈，则每天同一时间经过北京上空，故 D 正确

故选：D。

【点评】地球质量一定、自转速度一定，同步卫星要与地球的自转实现同步，就必须使角速度与地球自转角速度相等，这就决定了它的轨道高度和线速度，理解倾斜的地球同步轨道卫星概念，注意区别两个同步卫星的不同。

9. 暑假里，小明去游乐场游玩，坐了一次名叫“摇头飞椅”的游艺机，如图所示，该游艺机顶上有一个“伞盖”，“伞盖”在转动过程中通过悬绳带动下面的椅子和游客转动，其示意图如图所示。在某段时间内，“伞盖”保持在水平面内稳定旋转，游客和椅子也在某水平面内匀速转动。细心的小明发现转速较快时，悬绳并不在竖直平面内、而与竖直平面成一明显角度，如图所示。图中 P 表示游客和椅子，实线 PM 表示悬绳，虚线  $O_1PQO_2$  表示经过游客和椅子的竖直平面。则“伞盖”在水平面内以较快的速度稳定匀速旋转一周的过程中，下列说法中正确的有（ ）



- A. 游客和椅子所需向心力由重力和绳子拉力的合力提供
- B. 游客和椅子所受合力做功为零
- C. 绳子拉力对游客和椅子做正功
- D. 绳子拉力对游客和椅子做功为零

【分析】A、受力分析知游客和椅子受重力和绳子的拉力，匀速转动，合力提供向心力；

B、由动能定理判断；

CD、绳子拉力与游客和椅子的线速度方向垂直可判断做功情况。

【解答】解：A、游客和椅子受重力和绳子的拉力作用，所需向心力由重力和绳子拉力的合力提供，故 A 正确；

B、游客和椅子匀速转动，动能不变，根据动能定理可知，游客和椅子所受合力做功为零，故 B 正确；

CD、绳子拉力与游客和椅子的线速度方向垂直，可知绳子拉力对游客和椅子做功为零，故 C 错误，D 正确；

故选：ABD。

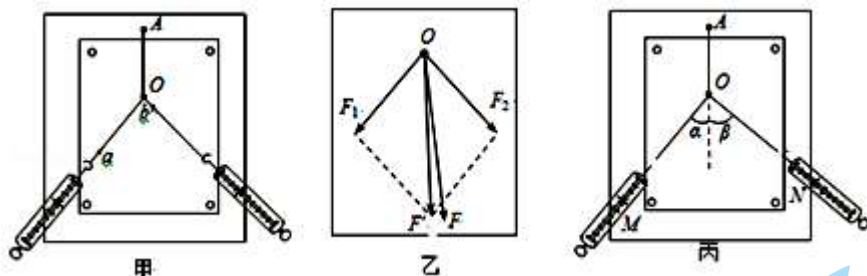
【点评】飞椅做的是圆周运动，确定圆周运动所需要的向心力是解题的关键，向心力都是有物体受到的某一个力或几个力的合力来提供，向心力的方向与速度垂直，对物体不做功。

## 10【无答案】

11. 在“验证力的平行四边形定则”的实验中，某同学进行实验的主要步骤是：

- 如图甲所示，将橡皮筋的一端固定在木板上的 A 点，另一端拴上两根绳套，每根绳套分别连着一个弹簧测力计。
- 沿着两个方向拉弹簧测力计，将橡皮筋的活动端拉到某一位置，将此位置标记为 O 点，读取此时弹簧测力计的示数，分别记录两个拉力  $F_1$ 、 $F_2$  的大小。用笔在两绳的拉力方向上分别标记 a、b 两点，并分别将其与 O 点连接，表示两力的方向。
- 再用一个弹簧测力计将橡皮筋的活动端仍拉至 O 点，记录其拉力 F 的大小并用上述方法记录其方向。





(1) 用一个弹簧测力计将橡皮筋的活动端仍拉至 O 点，这样做的目的是与  $F_1$ 、 $F_2$  共同作用的效果相同。

(2) 图乙是在白纸上根据实验数据作出的力的图示，其中F 是  $F_1$  和  $F_2$  合力的实际测量值（填 F 或  $F'$ ）。

(3) 实验中的一次测量如图丙所示，两个测力计 M、N 的拉力方向互相垂直，即  $\alpha + \beta = 90^\circ$ 。若保持测力计 M 的读数不变，当角  $\alpha$  由图中所示的值逐渐减小时，要使橡皮筋的活动端仍在 O 点，可采用的办法是B。

A. 增大 N 的读数，减小  $\beta$  角    B. 减小 N 的读数，减小  $\beta$  角

C. 减小 N 的读数，增大  $\beta$  角    D. 增大 N 的读数，增大  $\beta$  角

**【分析】** (1) 为了减小测量的误差，两拉力的夹角适当大一些，记录拉力方向的点与 O 点距离适当大一些。为了与  $F_1$ 、 $F_2$  共同作用的效果相同，用一根弹簧秤拉时，应将橡皮筋的活动端仍拉至 O 点。

(2) 实际的测量值是用一根弹簧秤拉的，拉力方向与橡皮筋的方向在同一条直线上。

(3) 根据平行四边形定则，运用作图分析采用的方法。

**【解答】** 解：(1) 用一个弹簧测力计将橡皮筋的活动端仍拉至 O 点，这样做的目的是与  $F_1$ 、 $F_2$  共同作用的效果相同。

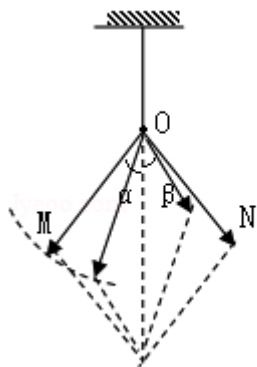
(2)  $F_1$  和  $F_2$  合力的实际测量值是用一根弹簧秤拉的，不是根据平行四边形定则作出的，故 F 是  $F_1$  和  $F_2$  合力的实际测量值。

(3) 由题意可知：保持 O 点位置不动，即合力大小方向不变，弹簧测力计 M 的读数不变，因此根据要求作出力的平行四边形定则，画出受力分析图如下：

所以由图可知  $\alpha$  角逐渐变小时，N 的示数减小，同时  $\beta$  角减小。故 B 正确，ACD 错误

故选：B。

故答案为：(1) 与  $F_1$ 、 $F_2$  共同作用的效果相同。(2) F；(3) B



【点评】这个实验的原理是：记录的是两个分力的大小和方向，以及实际合力的大小和方向，利用平行四边形画出合力的理论值再和实际的合力进行比较。因此明确实验原理是解答问题的关键。

12. 回答下列问题：

(1) 如图 1 所示为示波器的面板，将衰减旋钮旋至“ $\infty$ ”时，在屏上显示出一个完整的波形，但波形亮度低，若要增大波形的亮度，应调节 1 旋钮；若要使波形在竖直方向的幅度增大，应调节 8 旋钮（填图中旋钮旁标注的数字）

(2) 利用如图 2 所示的装置做“验证牛顿第二定律”的实验。

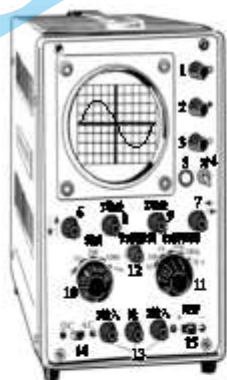


图 1



图 2

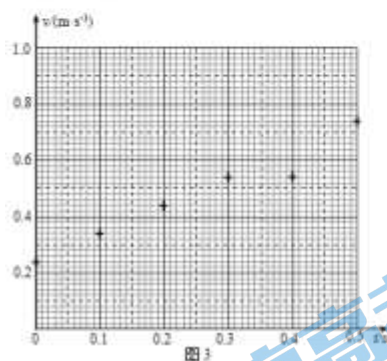


图 3

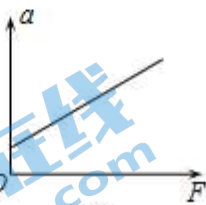


图 4

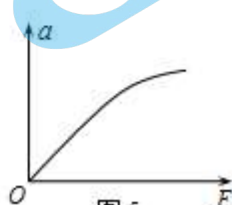


图 5

①除了图中所给的器材以及交流电源和导线外，在下列器材中，还必须使用的两种器材是 BD。

A. 秒表

B. 天平（含砝码）

C. 弹簧测力计

D. 刻度尺

②甲同学实验时这样平衡摩擦力。按图 2 装置把实验器材安装好，先不挂重物，将小车放在木板上，后面固定一条纸带，纸带穿过打点计时器。用垫块把木板一端垫高，接通打点计时器，让小车以一定初速度沿木板向下运动，并不断调节木板的倾斜度，直到小车拖动纸带沿木板做匀速直线运动。

③甲同学利用  $v-t$  图象求出每条纸带对应的加速度。他在处理其中一条纸带时，求出每个计数点对应的速度，并将各点的速度都标在了如图 3 所示的坐标系中。请在坐标系中作出小车运动的  $v-t$  图象，并利用图象求出小车此次运动的加速度  $a = \underline{1.00} \text{ m/s}^2$ 。

④乙同学在验证小车加速度  $a$  与所受拉力  $F$  的关系时，根据实验数据作出的  $a-F$  图象如图 4 所示。发现图线不过原点，原因可能是A。

- A. 木板一端垫得过高      B. 木板一端垫得过低  
C. 盘和砝码的总质量太大了      D. 盘和砝码的总质量太小了

⑤丙同学作出的  $a-F$  图象如图 5 所示。发现图线有一段是曲线，他认为这是系统误差造成的。他将实验方法做了如下改进：他先将一些砝码放在小车上；之后每次从小车上取下一些砝码移到牵引小车的盘上；重复多次实验，直到将砝码全部移到盘中；根据测得的数据，绘制出小车加速度  $a$  随着盘和盘中的砝码所受重力  $F$  变化的关系图线，得到的是一条过原点的直线。已知盘和所有砝码的总质量为  $m$ ，小车的质量为  $M$ 。请你分析说明图线为直线的原因，并说明图线斜率的物理意义。

**【分析】**（1）由示波器的各旋钮的功能进行选择，要明确示波器的使用方法，熟记各旋钮的作用；

（2）根据实验原理与实验器材分析答题，在平衡摩擦力时做到使小车在木板上匀速运动，在做  $v-t$  图象时，要满足尽量多的点通过直线，不在直线上的点均匀的分布在直线两侧，从上图中发现直线没过原点，当  $F=0$  时， $a>0$ 。也就是说当绳子上没有拉力时小车还有加速度，根据牛顿第二定律即可判断；

**【解答】**解：（1）若要增大波形的亮度，应调节辉度调节旋钮 1；若要使此波形波幅变大，应调节 Y 增益旋钮 8；

（2）①本实验目的是探究加速度与力、质量关系，用砂桶的重力代表小车受到的合外力，需要用天平测砂桶和小车的质量，故 B 正确；打点计时器的工作电源为低压交流电源（6V 以下），工作频率为 50Hz，周期为 0.02s，可以计时，不需要秒表，故 A 错误；托盘和砝码的重力提供拉力，不需要弹簧测力计，故 C 错误

打点计时器打下纸带，需用刻度尺测量距离，以求加速度和瞬时速度，故 D 正确

②在验证牛顿第二定律时小车需平衡摩擦力，直到小车在木板上做匀速运动

③让尽量多的点通过直线，不在直线上的点均匀的分布在直线两侧，如图所示

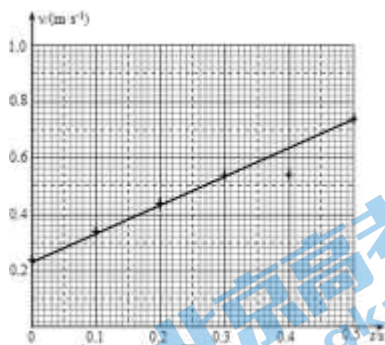
④从上图中发现直线没过原点，当  $F=0$  时， $a>0$ 。也就是说当绳子上没有拉力时小车还有加速度，说明小车的摩擦力小于重力沿斜面向下的分力。该组同学实验操作中平衡摩擦力过大，所垫木板太高，故 A 正确

⑤根据牛顿第二定律，可得  $a = \frac{F}{M+m}$ ，其中  $M+m$  为定值，所以  $a - F$  图象为过原点的直线，斜率为  $\frac{1}{M+m}$

故答案为：（1）1，8

（2）①BD ②匀速直线 ③作图略，0.95 - 1.05 ④A

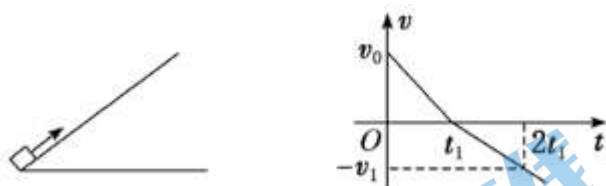
⑤根据牛顿第二定律，可得  $a = \frac{F}{M+m}$ ，其中  $M+m$  为定值，所以  $a - F$  图象为过原点的直线，斜率为  $\frac{1}{M+m}$



【点评】本题考查了实验器材、实验注意事项、实验数据处理、实验误差分析等问题；要掌握实验原理、实验器材与实验注意事项、实验数据的处理方法；常常应用图象法处理实验数据，应用图象法处理实验数据时为方便实验数据处理，要选择合适的物理量使作出的图象为直线。

13. 一物块在  $t=0$  时刻滑上一固定斜面，其运动的  $v - t$  图线如图所示。图中的  $v_0$ 、 $v_1$ 、 $t_1$  均为已知量，重力加速度为  $g$ ，求：

- （1）物块沿斜面向上滑行的最大高度；
- （2）斜面的倾角；
- （3）物块与斜面间的动摩擦因数。



【分析】由图求得上滑、下滑时的加速度，然后对物体进行受力分析求得加速度表达式，即可求得动摩擦因数和倾角；再根据位移、倾角求得最大高度，

【解答】解：（1）（2）（3）在  $0 \sim t_1$  内，物块沿斜面向上滑行的加速度大小为： $a_1 = \frac{v_0}{t_1}$

在  $t_1 \sim 2t_1$  内，物块沿斜面向下滑行的加速度大小为  $a_2 = \frac{v_1}{t_1}$



物块沿斜面向上滑行时，根据牛顿第二定律有

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

物块沿斜面向下滑行时，根据牛顿第二定律有

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

联立解得：  $\sin\theta = \frac{v_0 + v_1}{2gt_1}$ ,  $\mu = \frac{v_0 - v_1}{2g\cos\theta}$

根据同角三角函数关系式  $\sin^2\theta + \cos^2\theta = 1$  得：  $\cos\theta = \frac{\sqrt{(2gt_1)^2 - (v_0 + v_1)^2}}{2gt_1}$

则  $\mu = \frac{(v_0 - v_1)t_1}{\sqrt{(2gt_1)^2 - (v_0 + v_1)^2}}$

所以斜面的倾角为

$$\theta = \arcsin \frac{v_0 + v_1}{2gt_1}$$

当物块速度为零时，上升的高度最大，由图 b 可知，物块上滑的最大位移为

$$L = \frac{v_0}{2} t_1$$

所以物块上升的最大高度为  $h = L\sin\theta = \frac{v_0(v_0 + v_1)}{4g}$

答：（1）物块沿斜面向上滑行的最大高度为  $\frac{v_0(v_0 + v_1)}{4g}$ ；

（2）斜面的倾角为  $\arcsin \frac{v_0 + v_1}{2gt_1}$ ；

（3）物块与斜面间的动摩擦因数为  $\frac{(v_0 - v_1)t_1}{\sqrt{(2gt_1)^2 - (v_0 + v_1)^2}}$ ；

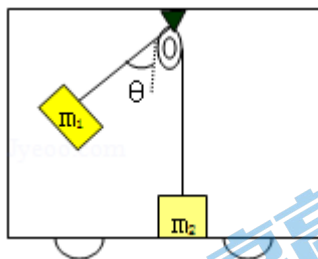
**【点评】** 解决本题需认真分析题中所给的速度时间图象，能根据图象求解出两段过程的加速度，以及正确进行受力分析；

14. 如图所示。质量为  $m_2=20$  千克的物体放在正沿水平方向作匀加速行驶的汽车车厢底板上，并用细绳通过光滑定滑轮连接一质量为  $m_1=10$  千克的物体，斜绳与竖直细绳间的夹角始终保持  $\theta=37^\circ$  角，（ $m_2$  相对车厢底板始终保持静止）。求

1 汽车行驶的加速度大小？

2 细绳所受到的拉力大小？

3 物体  $m_2$  与车厢底板间的摩擦力大小及对底板的压力？



【分析】对  $m_1$  研究，抓住与汽车具有相同的加速度，根据牛顿第二定律求出  $m_1$  的加速度，即可知道汽车的加速度。通过平行四边形定则求出细绳的拉力。

对  $m_2$  分析，根据牛顿第二定律求出摩擦力和支持力的大小。

【解答】解：（1）对  $m_1$  分析，根据牛顿第二定律得， $mg \tan \theta = ma$ ，

解得  $a = g \tan \theta = 10 \times \frac{3}{4} \text{ m/s}^2 = 7.5 \text{ m/s}^2$ 。

（2）根据平行四边形定则知，拉力  $T = \frac{mg}{\cos 37^\circ} = \frac{100}{0.8} \text{ N} = 125 \text{ N}$ 。

（3）对  $m_2$  研究， $N + T = m_2 g$ ，解得支持力  $N = m_2 g - T = 200 - 125 \text{ N} = 75 \text{ N}$ ，

则物体对底板的压力为  $75 \text{ N}$ 。

根据牛顿第二定律得， $f = m_2 a = 20 \times 7.5 \text{ N} = 150 \text{ N}$ 。

答：（1）汽车行驶的加速度为  $7.5 \text{ m/s}^2$ 。

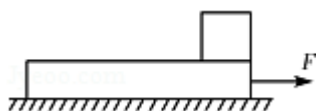
（2）细绳所受到的拉力为  $125 \text{ N}$ 。

（3）物体  $m_2$  与车厢底板间的摩擦力大小为  $150 \text{ N}$ ，对底板的压力为  $75 \text{ N}$ 。

【点评】本题考查了牛顿第二定律的基本运用，知道两个物体与汽车具有相同的加速度，结合牛顿第二定律进行求解。

15. 质量  $M=3\text{kg}$  的长木板放在光滑的水平面上，在水平恒力  $F=11\text{N}$  作用下由静止开始向右运动，如图所示，当速度达到  $1\text{m/s}$  时，将质量  $m=4\text{kg}$  的物块轻轻放到木板的右端，已知物块与木板间动摩擦因数  $\mu=0.2$ ，取  $g=10\text{m/s}^2$ 。求：

- (1) 物体经多少时间与木板保持相对静止？
- (2) 在这一时间内，物块在木板上滑行的距离多大？
- (3) 物块与木板相对静止后，物块受到的摩擦力多大？



**【分析】** (1) 分别对物块和木板受力分析，根据牛顿第二定律求出加速度，然后根据物块与木板达到相对静止时具有相同的速度，求出时间。

(2) 作图找出物块和木板之间的移差就是物块在木板上滑行的距离。

**【解答】解：** (1) 物块放到木板上到它们达到相对静止，水平方向上只受滑动摩擦力  $f=\mu mg=8\text{N}$ 。由  $f=ma_1$  得：

$$a_1 = \frac{f}{m} = \frac{8}{4} = 2\text{m/s}^2$$

在这一时间内，设木板的加速度为  $a_2$ ，则：

$$F - f = ma_2$$

$$a_2 = \frac{F - f}{m} = \frac{11 - 8}{3} = 1\text{m/s}^2$$

木板向右做  $v_0=1\text{m/s}$ ， $a_2=1\text{m/s}^2$  的匀加速运动，物块与木板达到相对静止即具有相同的速度所需时间为  $t$ 。则有：

$$a_1 t = v_0 + a_2 t$$

$$t = \frac{v_0}{a_1 - a_2}$$

联立并代入数据得： $t=1\text{s}$ 。

(2) 在  $1\text{s}$  内，物块相对木板向后滑行如图所示。设滑行距离为  $\Delta s$ ，则：

$$\Delta s = s_2 - s_1 = \left( v_0 t + \frac{1}{2} a_2 t^2 \right) - \frac{1}{2} a_1 t^2$$

代入数据得： $\Delta s=0.5\text{m}$ 。

(3) 物块与木板相对静止后，它们不仅速度相等，而且加速度也相等。其共同加速度为  $a$ ，则对  $m$  与  $M$  组成的整体根据牛顿第二定律有：

$$F = (M+m)a$$

隔离物块分析可知，使物块产生加速度  $a$  的作用力是木板对它的静摩擦力，则  $f_{\text{静}} = ma$

$$\text{解得：} f_{\text{静}} = \frac{mF}{M+m}$$

代入数据得：  $f_{\text{静}} = 6.3\text{N}$

答：(1) 物体经 1s 与木板保持相对静止。

(2) 在这一时间内，物块在木板上滑行的距离为 0.5m。

(3) 物块与木板相对静止后，物块受到的摩擦力为 6.3N。

**【点评】** 本题的难度在于要正确分析物体之间的相对运动，把每个物体的运动、受力情况分析清楚，从而正确判断物体间相对运动经历的时间。

16. 图示为某商场的室内模拟滑雪机，该机主要由前后两个传动轴及传送带上粘合的雪毯构成，雪毯不断向上运动，使滑雪者产生身临其境的滑雪体验。已知坡道长  $L=6\text{m}$ ，倾角  $\theta=37^\circ$ ，雪毯始终以速度  $v=5\text{m/s}$  向上运动。一质量  $m=70\text{kg}$ （含装备）的滑雪者从坡道顶端由静止滑下，滑雪者没有做任何助力动作，滑雪板与雪毯间的动摩擦因数  $\mu=\frac{3}{8}$ ，重力加速度  $g=10\text{m/s}^2$ ， $\sin 37^\circ=0.6$ ， $\cos 37^\circ=0.8$ 。不计空气阻力。在滑雪者滑到坡道底端的过程中，求：

(1) 滑雪者的加速度大小  $a$  以及经历的时间  $t$ ；

(2) 滑雪者克服摩擦力所做的功  $W$ ；

(3) 滑雪板与雪毯间的摩擦生热  $Q$ 。



**【分析】** (1) 对滑雪者受力分析，根据牛顿第二定律求得加速度，利用运动学公式求得运动的时间；

(2) 根据  $W_f = \mu mg \cos \theta \cdot L$  求得克服摩擦力所做的功；

(3) 在时间  $t$  内求得雪毯和滑雪者间发生的相对位移，由  $Q = f \cdot \Delta x$  求得产生的热量。



【解答】解：（1）设滑雪者受到雪毯的支持力为  $N$ ，摩擦力为  $f$

在沿斜面方向，由牛顿第二定律可得： $mg\sin\theta - f = ma$

在垂直于斜面方向上： $N = mg\cos\theta$

滑雪者受到的摩擦力大小为： $f = \mu N$

联立解得： $a = 3\text{m/s}^2$

由运动学公式  $L = \frac{1}{2}at^2$  可知

$$t = \sqrt{\frac{2L}{a}} = 2\text{s}$$

（2）滑雪者克服摩擦力做功  $W_f = \mu mgL\cos\theta = 1260\text{J}$

此过程雪毯运行的距离为  $s = vt = 10\text{m}$

滑雪板与雪毯间的摩擦生热  $Q = \mu mg(L+s)\cos\theta = 3360\text{J}$

答：（1）滑雪者的加速度大小  $a$  为  $3\text{m/s}^2$ ，经历的时间  $t$  为  $2\text{s}$ ；

（2）滑雪者克服摩擦力所做的功  $W$  为  $1260\text{J}$ ；

（3）滑雪板与雪毯间的摩擦生热  $Q$  为  $3360\text{J}$

【点评】本题考查牛顿第二定律与运动学公式的综合应用，要注意明确各物理过程，正确进行受力分析，注意加速度在力和运动中的桥梁作用是解题的关，在求产生的热量时抓住  $Q = f \cdot \Delta x$  即可。

17. 万有引力定律揭示了天体运动规律与地上物体运动规律具有内在的一致性.

（1）用弹簧秤称量一个相对于地球静止的小物体的重量，随称量位置的变化可能会有不同的结果. 已知地球质量为  $M$ ，自转周期为  $T$ ，万有引力常量为  $G$ . 将地球视为半径为  $R$ 、质量均匀分布的球体，不考虑空气的影响. 设在地球北极地面称量时，弹簧秤的读数是  $F_0$

a. 若在北极上空高出地面  $h$  处称量，弹簧秤读数为  $F_1$ ，求比值  $\frac{F_1}{F_0}$  的表达式，并就  $h = 1.0\%R$  的情形算出具体数值（计算结果保留两位有效数字）；

b. 若在赤道地面称量，弹簧秤读数为  $F_2$ ，求比值  $\frac{F_2}{F_0}$  的表达式.

(2) 设想地球绕太阳公转的圆周轨道半径为  $r$ 、太阳的半径为  $R_s$  和地球的半径  $R$  三者均减小为现在的 1.0%，而太阳和地球的密度均匀且不变。仅考虑太阳和地球之间的相互作用，以现实地球的 1 年为标准，计算“设想地球”的一年将变为多长？

【分析】(1) 根据万有引力等于重力得出比值  $\frac{F_1}{F_0}$  的表达式，并求出具体的数值。

在赤道，由于万有引力的一个分力等于重力，另一个分力提供随地球自转所需的向心力，根据该规律求出比值  $\frac{F_2}{F_0}$  的表达式

(2) 根据万有引力提供向心力得出周期与轨道半径以及太阳半径的关系，从而进行判断。

【解答】解：(1) 在地球北极点不考虑地球自转，则秤所称得的重力则为其万有引力，于是

$$F_0 = G \frac{Mm}{R^2} \quad ①$$

$$F_1 = G \frac{Mm}{(R+h)^2} \quad ②$$

由公式①②可以得出：

$$\frac{F_1}{F_0} = \left( \frac{R}{R+h} \right)^2 = 0.98.$$

$$F_2 = G \frac{Mm}{R^2} - m\omega^2 R = G \frac{Mm}{R^2} - m \frac{4\pi^2}{T^2} R \quad ③$$

$$\text{由①和③可得：} \frac{F_2}{F_0} = 1 - \frac{4\pi^2 R^3}{T^2 GM}$$

$$(2) \text{ 根据万有引力定律，有 } G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$$

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM}}$$

$$\text{又因为 } M = \rho V = \rho \cdot \frac{4}{3}\pi R_s^3,$$

$$\text{解得 } T = \sqrt{\frac{3\pi}{G\rho} \cdot \frac{r^3}{R_s^3}}$$

从上式可知，当太阳半径减小为现在的 1.0% 时，地球公转周期不变。

答:

$$(1) \frac{F_1}{F_0} = \left(\frac{R}{R+h}\right)^2 = 0.98. \text{ 比值 } \frac{F_2}{F_0} = 1 - \frac{4\pi^2 R^3}{T^2 GM}$$

(2) 地球公转周期不变. 仍然为 1 年.

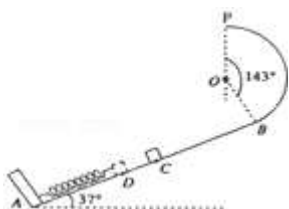
【点评】解决本题的关键知道在地球的两极, 万有引力等于重力, 在赤道, 万有引力的一个分力等于重力, 另一个分力提供随地球自转所需的向心力.

18. 如图所示, AB 为倾角  $\theta=37^\circ$  的斜面轨道, 轨道的 AC 部分光滑, CB 部分粗糙. BP 为圆心角等于  $143^\circ$ , 半径  $R=1\text{m}$  的竖直光滑圆弧形轨道, 两轨道相切于 B 点, P、O 两点在同一竖直线上, 轻弹簧一端固定在 A 点, 另一自由端在斜面上 C 点处, 现有一质量  $m=2\text{kg}$  的物块在外力作用下将弹簧缓慢压缩到 D 点后 (不栓接) 释放, 物块经过 C 点后, 从 C 点运动到 B 点过程中的位移与时间的关系为  $x=12t-4t^2$  (式中  $x$  单位是 m,  $t$  单位是 s), 假设物块第一次经过 B 点后恰能到达 P 点, ( $\sin 37^\circ=0.6$ ,  $\cos 37^\circ=0.8$ ,  $g$  取  $10\text{m/s}^2$ ) 试求:

(1) 若  $CD=1\text{m}$ , 物块从 D 点运动到 C 点的过程中, 弹簧对物块所做的功;

(2) B、C 两点间的距离  $x$ .

(3) 若在 P 处安装一个竖直弹性挡板, 小物块与挡板碰撞时间极短且无机械能损失, 小物块与弹簧相互作用不损失机械能, 试通过计算判断物块在第一次与挡板碰撞后的运动过程中是否会脱离轨道?



【分析】(1) 物块从 C 点运动到 B 点过程中的位移与时间的关系  $x=12t-5t^2$ , 将此式与匀变速运动的位移公式进行比较, 根据待定系数法可以判断出初速度和加速度的值. 对物体运用动能定理求弹簧对物块所做的功.

(2) 根据 CB 段匀减速直线运动的位移时间关系得出物体运动的加速度, 从而根据牛顿第二定律求出动摩擦因数, 因为物体恰好到达 P 点, 根据牛顿第二定律得出 P 点的速度, 通过机械能守恒定律得出 B 点的速度, 然后通过匀变速直线运动的速度位移公式求出 B、C 两点间的距离  $x_{BC}$ .

(3) 根据动能定理判断物体能否返回时回到与 O 点等高的位置, 若不能回到等高的位置, 则小球将不会脱离轨道.

【解答】解: (1) 将  $x=12t-4t^2$  和匀变速直线运动的位移公式  $x=v_0t+\frac{1}{2}at^2$  对比, 可得物块在 C 点速度为  $v_0=12\text{m/s}$ , 加速度  $a=-8\text{m/s}^2$ ;

设物块从 D 点运动到 C 点的过程中, 弹簧对物块所做的功为 W, 由动能定理得:

$$W - mg \overline{CD} \sin 37^\circ = \frac{1}{2} m v_0^2$$

代入数据得：W=156J

(2) 物块在 CB 段，根据牛顿第二定律， $F=ma$  得  $F=16N$

$$\text{物块在 P 点的速度满足 } mg = m \frac{v_P^2}{R}$$

$$C \text{ 到 P 的过程，由动能定理得：} Fx - mgR(1 + \sin 53^\circ) = \frac{1}{2} m v_P^2 - \frac{1}{2} m v_0^2$$

$$\text{综上解得：} x = \frac{49}{8} m = 6.125m$$

(3) 假设物块第一次从圆弧轨道返回并与弹簧相互作用后，能够回到与 O 点等高的位置 Q 点，且设其速度为  $v_Q$ ，由动能定理得：

$$\frac{1}{2} m v_Q^2 - \frac{1}{2} m v_P^2 = mgR - 2\mu mgx \cos 37^\circ$$

又  $mg \sin 37^\circ + \mu mg \cos 37^\circ = ma$ ，解得  $\mu = 0.25$

$$\text{联立解得 } v_Q^2 = -19 < 0$$

可见物块返回后不能到达 Q 点，故物块在以后的运动过程中不会脱离轨道。

答：(1) 物块从 D 点运动到 C 点的过程中，弹簧对物块所做的功是 156J；

(2) B、C 两点间的距离 x 是 6.125m；

(3) 物块在第一次与挡板碰撞后的运动过程中不会脱离轨道。

**【点评】** 本题综合考查了动能定理、机械能守恒定律以及牛顿第二定律，对学生的能力要求较高，关键理清物体的运动情况，掌握临界条件，选择合适的规律进行求解。



# 关于我们

北京高考资讯是专注于北京新高考政策、新高考选科规划、志愿填报、名校强基计划、学科竞赛、高中生生涯规划的超级升学服务平台。总部坐落于北京，旗下拥有北京高考在线网站（[www.gaokzx.com](http://www.gaokzx.com)）和微信公众平台等媒体矩阵。

目前，北京高考资讯微信公众号拥有30W+活跃用户，用户群体涵盖北京80%以上的重点中学校长、老师、家长及考生，引起众多重点高校的关注。  
北京高考在线官方网站：[www.gaokzx.com](http://www.gaokzx.com)

北京高考资讯（ID: bj-gaokao）  
扫码关注获取更多

