

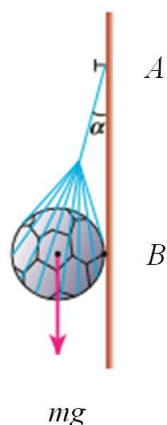
2017-2018 高三年级第一学期期中练习物理

一、单选题：共 4 题

1. 一位同学从操场 A 点出发，向西走了 30m，到达 B 点，然后又向北走了 40m，达到 C 点. 在从 A 点到 C 点的过程中，该同学的位移大小是

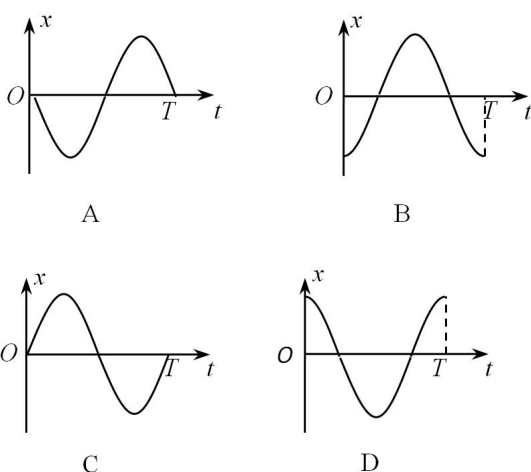
- A. 70m B. 50m C. 40m D. 30m

2. 如图所示，在光滑墙壁上用网兜把足球挂在 A 点，足球与墙壁的接触点为 B ，足球的质量为 m ，悬绳与墙壁的夹角为 α ，网兜的质量不计. 则悬绳对球的拉力 F 的大小为



- A. $F = mg \tan \alpha$ B. $F = mg \sin \alpha$ C. $F = \frac{mg}{\cos \alpha}$ D. $F = \frac{mg}{\tan \alpha}$

3. 一个弹簧振子沿 x 轴做简谐运动，取平衡位置 O 为 x 轴坐标原点. 从某时刻开始计时，经过二分之一的周期，振子具有沿 x 轴正方向的最大加速度. 下图中能正确反映该弹簧振子的位移 x 与时间 t 关系的图像是



4. 用豆粒模拟气体分子，可以模拟气体压强产生的原理. 如图所示，从距秤盘 80 cm 高度把 1000 粒的豆粒连续均匀地倒在秤盘上，持续作用时间为 1s，豆粒弹起时竖直方向的速度变为碰前的一半. 若每个豆粒只与秤盘碰撞一次，且碰撞时间极短（在豆粒与秤

盘碰撞极短时间内，碰撞力远大于豆粒受到的重力），已知 1000 粒的豆粒的总质量为 100g.则在碰撞过程中秤盘受到的压力大小约为



A.0.2N

B.0.6N

C.1.0N

D.1.6N

二、多选题：共 6 题

5. 如图所示，某同学站在体重计上观察超重与失重现象.由稳定的站姿变化到稳定的蹲姿称为“下蹲”过程；由稳定的蹲姿变化到稳定的站姿称为“起立”过程.她稳定站立时，体重计的示数为 A_0 ，关于实验现象，下列说法正确的是



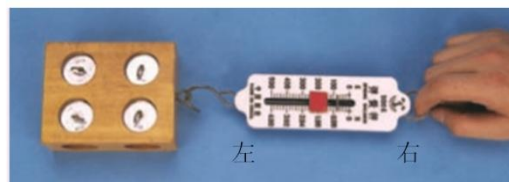
A.“起立”过程，体重计的示数一直大于 A_0

B.“下蹲”过程，体重计的示数一直小于 A_0

C.“起立”、“下蹲”过程，都能出现体重计的示数大于 A_0 的现象

D.“起立”的过程，先出现超重现象后出现失重现象

6. 用如图所示装置研究摩擦力的变化规律，把木块放在水平长木板上，在弹簧测力计的指针下轻放一个小纸团，它只能被指针向左推动.用弹簧测力计沿水平方向拉木块，使拉力由零缓慢增大.下列说法正确的是



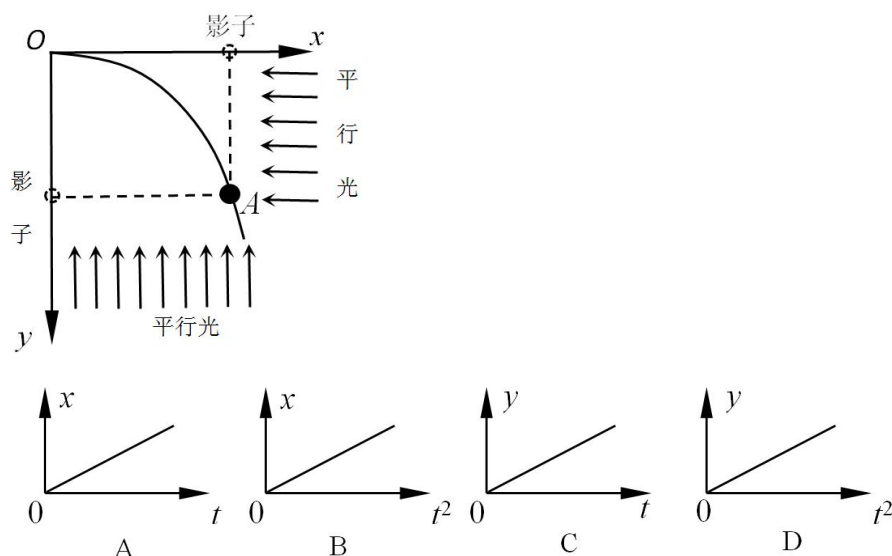
A.木块开始运动前，摩擦力逐渐增大

B.当拉力达到某一数值时木块开始移动，此时拉力会突然变小

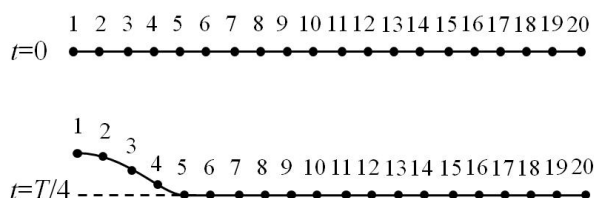
C.该实验装置可以记录最大静摩擦力的大小

D.木块开始运动前，拉力小于摩擦力

7. 物体 A 做平抛运动, 以物体被抛出的位置为原点 O , 以初速度 v_0 的方向为 x 轴的正方向、竖直向下的方向为 y 轴的正方向, 建立平面直角坐标系. 如图所示, 沿两坐标轴分别放置两个光屏. 两束平行光分别沿着与坐标轴平行的方向照射, 物体 A 在两个光屏上分别留下物体的两个“影子”的坐标分别为 x 、 y , 则图中两个影子的坐标随时间变化关系正确的是

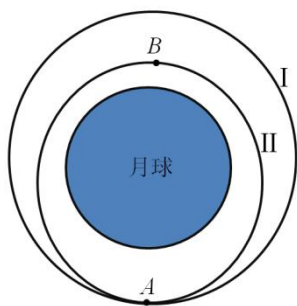


8. 如图是某绳波形成过程的示意图. 质点 1 在外力作用下沿竖直方向做简谐运动, 带动质点 2、3、4, ... 各个质点依次上下振动, 把振动从绳的左端传到右端. $t=T/4$ 时, 质点 5 刚要开始运动. 下列说法正确的是



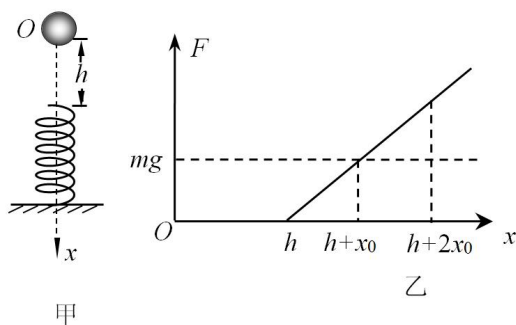
- A. $t=T/4$ 时, 质点 5 开始向下运动
- B. $t=T/4$ 时, 质点 3 的加速度方向向下
- C. 从 $t=T/2$ 开始的一小段时间内, 质点 8 的速度正在减小
- D. 从 $t=T/2$ 开始的一小段时间内, 质点 8 的加速度正在减小

9. 与嫦娥 1 号、2 号月球探测器不同, 嫦娥 3 号是一次性进入距月球表面 100km 高的圆轨道 I (不计地球对探测器的影响), 运行一段时间后再次变轨, 从 100km 的环月圆轨道 I, 降低到距月球 15km 的近月点 B 、距月球 100km 的远月点 A 的椭圆轨道 II, 如图所示, 为下一步月面软着陆做准备. 关于嫦娥 3 号探测器下列说法正确的是



- A. 探测器在轨道 II 经过 A 点的速度小于经过 B 点的速度
 B. 探测器沿轨道 I 运动过程中，探测器中的科考仪器对其支持面没有压力
 C. 探测器从轨道 I 变轨到轨道 II，在 A 点应加速
 D. 探测器在轨道 II 经过 A 点时的加速度小于在轨道 I 经过 A 点时的加速度

10. 如图甲所示，轻弹簧竖直放置，下端固定在水平地面上，一质量为 m 的小球，从离弹簧上端高 h 处由静止释放。某同学在研究小球落到弹簧上后继续向下运动到最低点的过程，他以小球开始下落的位置为原点，沿竖直向下方向建立坐标轴 Ox ，做出小球所受弹力 F 大小随小球下落的位置坐标 x 的变化关系如图乙所示，不计空气阻力，重力加速度为 g 。以下判断正确的是

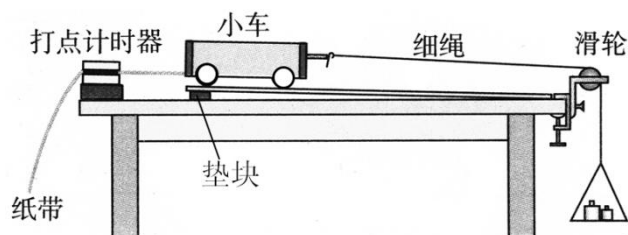


- A. 当 $x=h+x_0$ ，重力势能与弹性势能之和最小 B. 最低点的坐标为 $x=h+2x_0$
 C. 小球受到的弹力最大值大于 $2mg$ D. 小球动能的最大值为 $mgh + \frac{mgx_0}{2}$

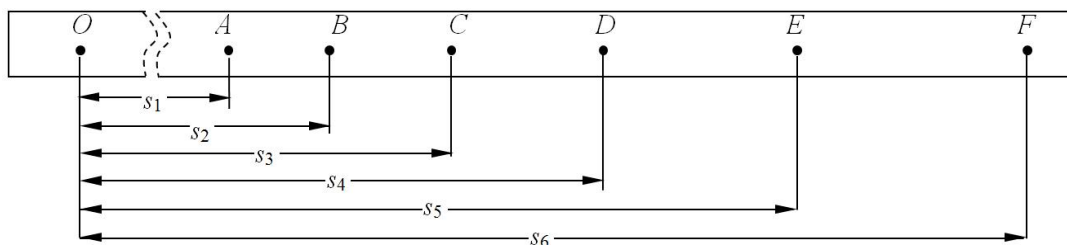
三、实验题：共 2 题

11. 如图所示，某同学借用“探究加速度与力、质量之间的定量关系”的相关实验思想、原理及操作，进行“研究合外力做功和物体动能变化关系”的实验。

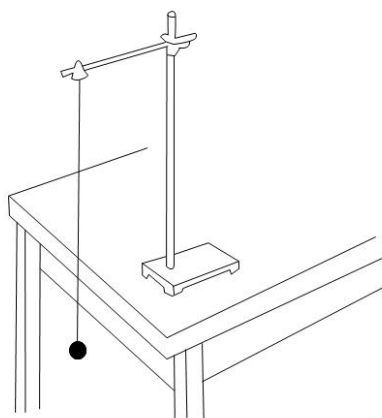
(1) 为达到平衡阻力的目的，取下细绳及托盘，通过调整垫块的位置，改变长木板倾斜程度，根据纸带打出点的间隔判断小车是否做_____运动。



(2) 按上图所示装置, 接通打点计时器电源, 由静止释放小车, 打出若干条纸带, 从中挑选一条点迹清晰的纸带, 如图所示. 纸带上打出相邻两个点之间的时间间隔为 T , O 点是打点计时器打出的第一个点, 从 O 点到 A 、 B 、 C 、 D 、 E 、 F 点的距离依次为 s_1 、 s_2 、 s_3 、 s_4 、 s_5 、 s_6 . 已知小车的质量为 M , 盘和砝码的总质量为 m . 由此可求得纸带上由 O 点到 E 点所对应的运动过程中, 盘和砝码受到的重力所做功的表达式 $W = \underline{\hspace{2cm}}$, 该小车动能改变量的表达式 $\Delta E_k = \underline{\hspace{2cm}}$. 由于实验中存在误差, 所以, $W \underline{\hspace{1cm}} \Delta E_k$. (选填“小于”、“等于”或“大于”).



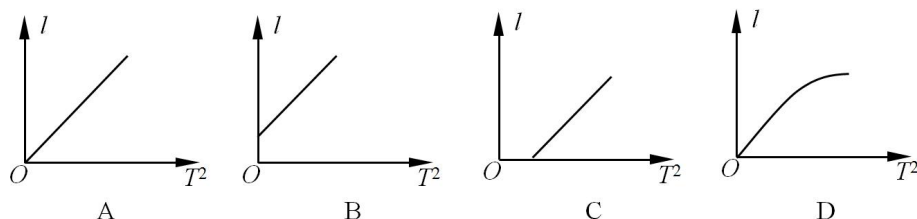
12. 在用如图所示单摆“测重力加速度”的实验中, 某同学的操作步骤如下:



- 取一根细线, 下端系住直径为 d 的金属小球, 上端固定在铁架台上;
- 用米尺测量细线长度为 l , l 与小球半径之和记为摆长;
- 缓慢拉动小球, 使细线偏离竖直方向约为 5° 位置由静止释放小球;
- 用秒表记录小球完成 n 次全振动所用的总时间 t , 计算单摆周期 $T = t/n$;
- 用公式 $g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$ 计算当地重力加速度;
- 改变细线长度, 重复 b 、 c 、 d 、 e 步骤, 进行多次测量.

(1) 在上述步骤中, 错误的是_____ (写出该步骤的字母); 改正后正确的应该是:_____.

(2) 该同学为了减少误差, 利用上述未改正错误测量中的多组实验数据做出了 $l-T^2$ 图像, 该图像对应下图中的_____图.



(3) 在“用单摆测定重力加速度”的正确实验中, 下列做法有利于减小实验误差的是_____.

- A. 适当加长摆线
- B. 质量相同, 体积不同的摆球, 应选用体积较大的
- C. 单摆偏离平衡位置的角度不能太大
- D. 当单摆经过平衡位置时开始计时, 经过一次全振动后停止计时, 用此时间间隔作为单摆振动的周期

(4) 北京时间 2005 年 5 月 22 日上午 10 点 05 分, 中国女子登山队首次登上珠穆朗玛峰顶峰, 五星红旗再一次在珠峰峰顶飘扬. 若登山队员利用单摆来确定珠峰的高度, 测得该单摆在海平面处的周期是 T_0 , 在峰顶的周期是 T , 则珠峰顶峰的海拔高度 $h =$ _____. (地球可看作质量均匀分布的半径为 R 的球体)

四、计算题: 共 6 题

13. 商场工作人员推着质量 $m=20\text{kg}$ 的货箱沿水平地面滑行. 若用力 $F_1=100\text{N}$ 沿水平方向推货箱, 货箱恰好做匀速直线运动; 现改用 $F_2=120\text{N}$ 水平推力把货箱从静止开始推动. (g 取 10m/s^2).

- (1) 求货箱与地面之间的动摩擦因数;
- (2) F_2 作用在货箱上时, 求货箱运动的加速度大小;
- (3) 在 F_2 作用下, 货箱运动 4.0s 时撤掉推力, 求货箱从静止开始运动的总位移大小.

14. 如图所示为一滑梯的实物图, 滑梯的斜面段长度 $L=5.0\text{m}$, 倾角 $\theta=37^\circ$, 水平段与斜面段平滑连接. 某小朋友从滑梯顶端由静止开始滑下, 经斜面底端后水平滑行一段距离, 停在滑道上. 已知小朋友质量为 20kg , 小朋友与滑梯轨道间的动摩擦因数 $\mu=0.3$, 不计空气阻力. 已知 $\sin 37^\circ=0.60$, $\cos 37^\circ=0.80$. (g 取 10m/s^2). 求小朋友:

- (1) 沿滑梯下滑时所受摩擦力的大小;
- (2) 滑到斜面底端时的速度大小;
- (3) 在水平段滑行至停止过程中摩擦力做的功.

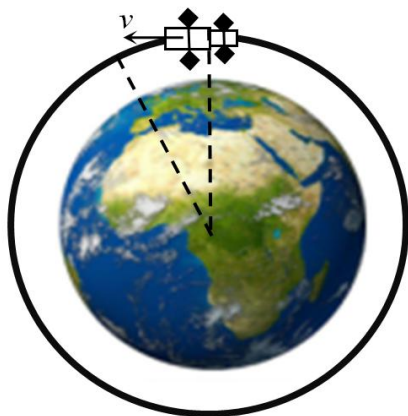


15. 2017 年 9 月 12 日晚上 11 时 58 分, 中国“天舟一号”货运飞船顺利完成与“天宫二号”太空实验室的自主快速交会对接试验, 此次试验将中国太空交会对接的两天的准备时间缩短至 6.5 小时, 为中国太空站工程后续研制建设奠定更加坚实的技术基础. 如图是“天舟”与“天宫”对接过程示意图, 已知“天舟 1 号”与“天宫 2 号”成功对接后, 组合体沿圆形轨道运行. 经过时间 t , 组合体绕地球转过的角度为 θ , 地球半径为 R , 地球表面重力加速度为 g , 引力常量为 G , 不考虑地球自转. 求:

地球质量 M ;

组合体运动的周期 T ;

(3) 组合体所在圆轨道离地面高度 H .



16. 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, 如图甲所示, 该游艺机顶上有一个半径为 4.5m 的“伞盖”, “伞盖”在转动过程中带动下面的悬绳转动, 其示意图如图乙所示. “摇头飞椅”高 $O_1O_2=5.8\text{m}$, 绳长 5m. 小明挑选了一个悬挂在“伞盖”边缘的最外侧的椅子坐下, 他与座椅的总质量为 40kg. 小明和椅子的转动可简化为如图乙所示的圆周运动. 在某段时间内, “伞盖”保持在水平面内稳定旋转, 绳与竖直方向夹角为 37° . g 取 10m/s^2 , $\sin 37^\circ=0.6$, $\cos 37^\circ=0.8$, 在此过程中, 求:

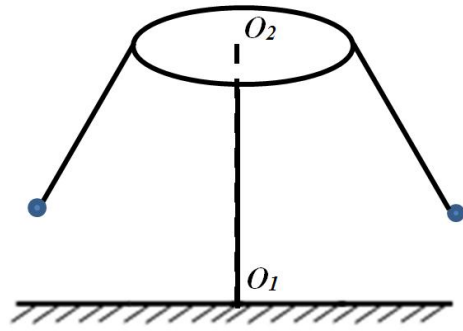
(1) 座椅受到绳子的拉力大小;

(2) 小明运动的线速度大小;

(3) 小明随身带的玻璃球从座椅上不慎滑落, 求落地点与游艺机转轴 (即图乙中 O_1 点) 的距离 (保留两位有效数字).



图甲



图乙

17. 我国高速铁路使用的和谐号动车组是由动车和拖车编组而成,提供动力的车厢叫动车,不提供动力的车厢叫拖车.某列动车组由 8 节车厢组成,其中车头第 1 节、车中第 5 节为动车,其余为拖车,假设每节动车和拖车的质量均为 $m=2\times 10^4\text{kg}$,每节动车提供的最大功率 $P=600\text{kW}$.



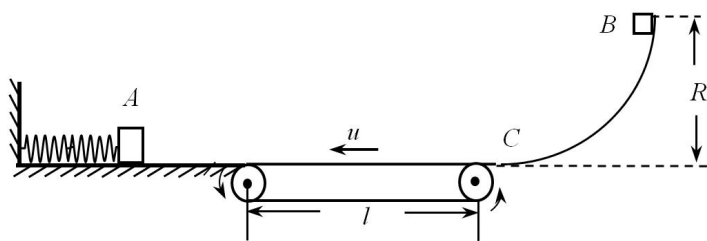
(1) 假设行驶过程中每节车厢所受阻力 f 大小均为车厢重力的 0.01 倍,若该动车组从静止以加速度 $a=0.5\text{m/s}^2$ 加速行驶.

a.求此过程中,第 5 节和第 6 节车厢间作用力大小;

b.以此加速度行驶时所能持续的时间.

(2) 若行驶过程中动车组所受阻力与速度成正比,两节动车带 6 节拖车的动车组所能达到的最大速度为 v_1 .为提高动车组速度,现将动车组改为 4 节动车带 4 节拖车,则动车组所能达到的最大速度为 v_2 ,求 v_1 与 v_2 的比值.

18. 如图所示为某种弹射装置的示意图,该装置由三部分组成,传送带左边是足够长的光滑水平面,一轻质弹簧左端固定,右端连接着质量 $M=6.0\text{kg}$ 的物块 A.装置的中间是水平传送带,它与左右两边的台面等高,并能平滑对接.传送带的皮带轮逆时针匀速转动,使传送带上表面以 $u=2.0\text{m/s}$ 匀速运动.传送带的右边是一半径 $R=1.25\text{m}$ 位于竖直平面内的光滑 $\frac{1}{4}$ 圆弧轨道.质量 $m=2.0\text{kg}$ 的物块 B 从 $\frac{1}{4}$ 圆弧的最高处由静止释放.已知物块 B 与传送带之间的动摩擦因数 $\mu=0.1$,传送带两轴之间的距离 $l=4.5\text{m}$.设物块 A、B 之间发生的是正对弹性碰撞,第一次碰撞前,物块 A 静止.取 $g=10\text{m/s}^2$.求:



- (1) 物块 B 滑到 $\frac{1}{4}$ 圆弧的最低点 C 时对轨道的压力；
- (2) 物块 B 与物块 A 第一次碰撞后弹簧的最大弹性势能；
- (3) 如果物块 A 、 B 每次碰撞后，物块 A 再回到平衡位置时弹簧都会被立即锁定，而当它们再次碰撞前锁定被解除，求物块 B 经第一次与物块 A 碰撞后在传送带上运动的总时间.

参考答案

1.B

【解析】本题考查了位移的计算，意在考查考生的理解能力.位移是矢量，是指从初位置指向末位置的有向线段，根据勾股定理可知该同学的位移大小为 50m，选项 B 正确，选项 ACD 错误；综上本题选 B.

2.C

【解析】本题考查了共点力的平衡，意在考查考生的分析和解决能力.足球受到重力、拉力和支持力作用，根据共点力平衡有： $F\cos\alpha=mg$ ； $F\sin\alpha=N$ ，解得 $F=\frac{mg}{\cos\alpha}$ ，选项 C 正确，选项 ABD 错误；综上本题选 C.

3.D

【解析】本题考查了简谐运动的图像，意在考查考生的理解和分析能力.根据题意，经过二分之一的周期，振子具有沿 x 轴正方向的最大加速度，可知振子位于负向最大位移处，那么初始位置应该处于正向最大位移处，选项 D 正确，选项 ABC 错误；综上本题选 D.

4.B

【解析】本题考查了动量定理的应用，意在考查考生的分析和解决能力.豆粒下落过程做自由落体运动，落到秤盘上的速度为： $v=\sqrt{2gh}=4\text{m/s}$ ，根据题意反弹速度为 2m/s，对 1000 粒豆粒受力分析，对豆粒碰撞秤盘的过程应用动量定理有：

$$F = \frac{0.1 \times 2 - 0.1 \times (-4)}{1} N = 0.6N, \text{选项 B 正确, 选项 ACD 错误; 综上本题选 B.}$$

5.CD

【解析】本题考查了超重和失重的相关知识，意在考查考生的理解能力.稳定站立时，重力等于支持力，起立过程同学要先加速上升再减速上升最后静止，所以加速度先向上，后向下，最后为零，体重计的示数先大于 A_0 后小于 A_0 最后等于 A_0 ，先超重后失重，选项 A 错误，选项 D 正确；下蹲过程：同学要先加速向下，后减速向下，最后静止，体

重计的示数要先小于 A_0 ，后大于 A_0 ，最后等于 A_0 ，选项 B 错误，选项 C 正确；综上本题选 CD.

6.ABC

【解析】本题考查了摩擦力的探究实验，意在考查考生的理解和分析能力.小木块受到重力、支持力、拉力和摩擦力作用，运动前处于静止状态，拉力等于静摩擦力，随着拉力增大，静摩擦力逐渐变大，选项 A 正确，选项 D 错误；当拉力等于最大静摩擦力时，木块开始运动，此时摩擦力会突然变为滑动摩擦力，又因为滑动摩擦力略小于最大静摩擦力，所以木块开始移动时拉力会突然变小，选项 B 正确；木块开始运动时的拉力等于最大静摩擦力，所以该装置可以记录最大静摩擦力，选项 C 正确；综上本题选 ABC.

7.AD

【解析】本题考查了平抛运动的规律，意在考查考生的分析和解决能力.两束平行光分别将小球水平和竖直的位置照射在了两个坐标轴上，由于小球水平做匀速直线运动，所以 $x=v_0t$ ，选项 A 正确，选项 B 错误；竖直方向小球做自由落体运动，所以 $y=\frac{1}{2}gt^2$ ，选项 C 错误，选项 D 正确；综上本题选 AD.

8.BC

【解析】本题考查了机械波的形成与传播，意在考查考生的理解和分析能力.根据上下坡法可知 $t=\frac{T}{4}$ 时，质点 5 开始向上运动，质点 3 具有向下的加速度，选项 A 错误，选项 B 正确； $t=\frac{T}{2}$ 时，质点 8 位于正向某一位移处，且处于下坡，因此在之后的一小段时间内，它的速度逐渐减小，加速度逐渐增大，选项 C 正确，选项 D 错误；综上本题选 BC.

9.AB

【解析】本题考查了万有引力定律的应用，意在考查考生的理解能力.探测器从轨道 II A 点运动到 B 点的过程中，万有引力做正功，动能增加，速度增大，所以经过 A 点的速度小于经过 B 点，选项 A 正确；探测器在轨道 I 运动过程中，处于完全失重状态，对支持面的压力为零，选项 B 正确；探测器从轨道 I 变轨到轨道 II，在 A 点应减速做近心运

动, 选项 C 错误; 探测器在同一点受到的万有引力相等, 根据牛顿第二定律可知加速度相等, 选项 D 错误; 综上本题选 AB.

10.ACD

【解析】本题考查了机械能守恒的应用, 意在考查考生的分析能力. 开始过程是自由落体, 之后先做加速度减小的加速运动, 当重力和弹力等大时, 加速度为零, 速度最大, 之后做加速度增大的减速运动, 直到最低点; 当 $x=h+x_0$, 弹力等于重力, 动能最大, 根据机械能守恒可知, 此时重力势能与弹性势能之和最小, 选项 A 正确; $x=h$ 和 $x=h+2x_0$ 两点关于 $x=h+x_0$ 点对称, 根据对称性可知 $x=h+2x_0$ 点速度不为零, 该点不是最低点, 选项 B 错误; 由对称性得 $x=h+2x_0$ 的形变量也为 x_0 , 所以该点的弹力为 $2mg$, 由于不是最低点, 所以小球还要继续向下运动, 因此小球速度为零时小球受到的弹力最大值大于 $2mg$, 选项 C 正确; 从开始到小球速度最大的过程, 应用机械能守恒, 有 $E_k = \Delta E_{PG} + \Delta E_{P弹}$

$$= mg(h+x_0) - \frac{mg}{2}x_0 = mgh + \frac{mgx_0}{2}, \text{选项 D 正确, 综上本题选 ACD.}$$

11. (1) 匀速直线 (2) $mg s_5$, $\frac{M(s_6-s_4)^2}{8T^2}$, 大于

【解析】本题考查了研究合外力做功和物体动能变化关系, 意在考查考生的理解能力.

(1) 根据实验原理, 可知要研究合外力做功和物体动能变化关系, 所以实验中要用细绳的拉力作为小车受到的合力, 所以实验前应先平衡摩擦力, 即通过调整垫块的位置, 改变长木板倾斜程度, 根据纸带打出点的间隔判断小车是否做匀速直线运动;

(2) 盘和砝码的总质量为 m , 由 O 点到 E 点所对应的运动过程中, 盘和砝码受到的重力所做功的表达式 $W = mg s_5$; 小车打下 E 点时的速度为 $\frac{s_6-s_4}{2T}$, 动能改变量的表达式

$$\Delta E_k = \frac{M(s_6-s_4)^2}{8T^2}. \text{由于实验中存在误差, 所以合力做功应大于小车动能的增加量, 即 } W$$

大于 ΔE_k .

12. (1) e , $g = \frac{4\pi^2(l+\frac{d}{2})}{T^2}$ (2) C (3) A C (4) $h = \left[\frac{T}{T_0} - 1 \right] R$

【解析】本题考查了用单摆测定重力加速度的实验探究, 意在考查考生的理解和应用能力.

(1) 实验时单摆的摆长应该是从球心到悬点的距离, e 步骤错误; 根据单摆的周期公式:

$$T = 2\pi \sqrt{l + \frac{d}{2} \over g} \Rightarrow g = \frac{4\pi^2(l + \frac{d}{2})}{T^2};$$

(2) 根据周期公式可得 $l = \frac{g}{4\pi^2} T^2 - \frac{d}{2}$, 故 C 正确, 选项 ABD 错误;

(3) 为了减小实验误差, 摆长适当即可, 不易太长, 且对实验误差影响不大, 选项 A 错误; 质量相同, 体积不同的摆球, 应选用体积较小的, 选项 B 错误; 单摆摆角太大就不再符合简谐运动的规律了, 选项 C 正确; 当单摆经过平衡位置时开始计时, 经过 n 次全振动后停止计时, 用此时间间隔与 n 的比值作为单摆振动的周期, 选项 D 错误; 综上所述本题选 C.

(4) 根据单摆周期公式: $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$, $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g'}}$ 联立可得: $\frac{T_0}{T} = \sqrt{\frac{g'}{g}} \Rightarrow g' = \frac{T_0^2}{T^2} g$, 再根

据万有引力与重力加速度的关系有: $G \frac{M}{R^2} = mg$, $G \frac{M}{(R+h)^2} = mg'$, 解得 $h = \left[\frac{T}{T_0} - 1 \right] R$

13. (1) 0.5 (2) 1.0 m/s^2 (3) 9.6m

【解析】本题考查了牛顿运动定律的综合应用, 意在考查考生的分析和解决问题的能力.

(1) 木箱在水平拉力下匀速运动, 由牛顿第二定律

$$F_1 - \mu mg = 0$$

$$\mu = \frac{F_1}{mg} = \frac{100}{20 \times 10} = 0.5$$

(2) 由牛顿第二定律

$$F_2 - \mu mg = ma,$$

$$a = \frac{F_2 - \mu mg}{m} = \frac{120 - 100}{20} = 1.0 \text{ m/s}^2$$

(3) 设在 F_2 作用下木箱的位移为 x_1 , 撤掉推力时木箱速度大小为 v , 撤掉推力后木箱加速度大小为 a_1 , 移动的位移为 x_2 , 总位移为 x , 则

$$x_1 = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} \times 1.0 \times 16 = 8.0 \text{ m}$$

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

$$-\mu mg = ma_1, \quad a_1 = -5.0 \text{ m/s}^2$$

$$0 - v^2 = 2a_1 x_2$$

$$x_2 = 1.6 \text{ m}$$

$$x = x_1 + x_2 = 9.6 \text{ m}$$

14. (1) 48N (2) 6m/s (3) -360J

【解析】本题考查了牛顿第二定律和动能定理的应用，意在考查考生的分析和解决能力.

(1) 小孩在斜面上滑行时所受的摩擦力大小为

$$F_f = \mu mg \cos \theta = 48 \text{ N}$$

(2) 小孩在斜面上滑行时，由牛顿第二定律得

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

$$\text{解得 } a_1 = g \sin \theta - \mu g \cos \theta = 3.6 \text{ m/s}^2$$

由运动学公式 $v^2 = 2aL$ 解得小孩滑至 B 点时的速度大小为

$$v = \sqrt{2aL} = 6 \text{ m/s}$$

(3) 小孩在水平段滑行时，由动能定理得

$$W_f = 0 - \frac{1}{2}mv^2 = -360 \text{ J}$$

$$15. (1) M = \frac{gR^2}{G} \quad (2) \frac{2\pi t}{\theta} \quad (3) H = \sqrt[3]{\frac{gR^2 t^2}{\theta^2}} - R$$

【解析】本题考查了万有引力定律的应用，意在考查考生的识记和应用能力.

(1) 地球表面的万有引力等于重力， $G \frac{Mm}{R^2} = mg$

$$\text{所以 } M = \frac{gR^2}{G}$$

(2) 设组合体角速度为 ω ，依题意 $\omega = \frac{\theta}{t}$

$$\text{故周期 } T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi t}{\theta}$$

(3) 根据牛顿第二定律： $G \frac{Mm}{(R+H)^2} = m\omega^2(R+H)$

$$H = \sqrt[3]{\frac{gR^2 t^2}{\theta^2}} - R$$

16. (1) 500N (2) 7.5m/s (3) 8.8m

【解析】本题考查了圆周运动、平抛运动的综合问题，意在考查考生的理解和应用能力.

(1) 向心力沿水平方向，由平行四边形定则，得

$$\text{拉力 } T = \frac{mg}{\cos 37^\circ} = 500 \text{ N}$$

$$(2) \text{ 由牛顿第二定律有: } mg \tan 37^\circ = m \frac{v^2}{R_0}$$

其中 $R_0 = 7.5 \text{ m}$

解得, $v = 7.5 \text{ m/s}$

$$(3) \text{ 由几何关系, 座椅离地高度 } h = O_1 O_2 - L \cos 37^\circ = 5.8 \text{ m} - 4 \text{ m} = 1.8 \text{ m}$$

由平抛运动规律, 得:

$$x = vt$$

$$h = \frac{1}{2} g t^2$$

解得, $x = 4.5 \text{ m}$

由勾股定理, 落地点与游艺机中心距离

$$r' = \sqrt{R_0^2 + x^2} = 1.5\sqrt{34} \text{ m} = 8.8 \text{ m}$$

$$17. (1) \text{ a. } 3.6 \times 10^4 \text{ N} \quad \text{b. } 25 \text{ s} \quad (2) \frac{1}{\sqrt{2}}$$

【解析】本题考查了整体隔离法、牛顿运动定律的综合应用以及瞬时功率的计算, 意在考查考生的分析和解决能力.

(1) a. 以第 6、7、8 三节车厢为整体分析, 总质量为 $3m$, 所受拉力为 F , 据牛顿第二定律有 $F - 3f = 3ma$

$$f = 0.01mg$$

代入数据解得 $F = 3.6 \times 10^4 \text{ N}$

b. 设每个动车提供最大功率为 p , 提供的牵引力为 F , 动车匀加速行驶能达到的最大速度为 v_m , 对整个动车组进行分析, 据牛顿第二定律, 有

$$2F - 8f = 8ma$$

$$2p = 2Fv_m \quad \frac{2p}{v_m} - 8f = 8ma$$

代入数据解得 $v_m = 12.5 \text{ m/s}$

$$\text{持续时间 } t = \frac{v_m}{a} = 25 \text{ s}$$

(2) 动车组以最大速度行驶时有 $F_{\text{牵}} = f_{\text{阻}} = kv$, 依据公式 $p = F_{\text{牵}} \times v$

$$2p = kv_1 \times v_1$$

$$4p = kv_2 \times v_2$$

$$\text{两式相比得 } \frac{v_1}{v_2} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

18. (1) 60N 方向竖直向下 (2) 12J (3) 8s

【解析】本题考查了动量守恒定律、动量定理、动能定理以及牛顿运动定律等相关知识，意在考查考生的综合分析和解决能力。

(1) 设物块 B 沿光滑曲面下滑到水平位置时的速度大小为 v_0 。

$$\text{由机械能守恒知：} mgR = \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$\text{得 } v_0 = \sqrt{2gR} = 5 \text{ m/s}$$

设物块 B 滑到 $\frac{1}{4}$ 圆弧的最低点 C 时受到的支持力大小为 F ，

$$\text{由牛顿第二定律得：} F - mg = m\frac{v_0^2}{R}$$

解得： $F = 60\text{N}$

由牛顿第三定律得：物块 B 滑到 $\frac{1}{4}$ 圆弧的最低点 C 时受到的支持力大小为 $F_1 = 60\text{N}$ ，

方向竖直向下。

(2) 设物块 B 在传送带上滑动过程中因受摩擦力所产生的加速度大小为 a ，则

$$\mu mg = ma$$

设物块 B 通过传送带后运动速度大小为 v ，有 $v^2 - v_0^2 = -2al$

$$\text{联立解得 } v = 4 \text{ m/s}$$

由于 $v > u = 2 \text{ m/s}$ ，所以 $v = 4\text{m/s}$ 即为物块 B 与物块 A 第一次碰撞前的速度大小。

设物块 A 、 B 第一次碰撞后的速度分别为 v_2 、 v_1 ，取向左为正方向，

由动量守恒定律和能量守恒定律得

$$mv = mv_1 + Mv_2$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}Mv_2^2 \quad (\text{动量守恒、能量守恒})$$

$$\text{解得 } v_1 = -\frac{1}{2}v = -2\text{m/s}, \quad v_2 = 2\text{m/s}$$

弹簧具有的最大弹性势能等于碰后物块 M 的初动能

$$E_P = \frac{1}{2}Mv_2^2 = 12\text{J}$$

(3) 物块 B 经第一次与物块 A 碰撞后物块 B 沿水平面向右匀速运动。

设物块 B 在传送带上向右运动的最大位移为 l' ，

$$\text{由动能定理得: } -\mu mgl' = 0 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

$$\text{得 } l' = 2\text{m} < 4.5\text{m}$$

所以物块 B 不能通过传送带运动到右边的曲面上. 当物块 B 在传送带上向右运动的速度为零后, 将会沿传送带向左加速运动. 可以判断, 物块 B 运动到左边台面时的速度大小为 $v_1' = 2\text{m/s}$, 继而与物块 A 发生第二次碰撞. 设第 1 次碰撞到第 2 次碰撞之间, 物块 B 在传送带运动的时间为 t_1 .

$$\text{由动量定理得: } \mu mgt_1 = 2mv_1'$$

$$\text{解得 } t_1 = \frac{2v_1'}{\mu g} = \frac{2}{\mu g} \times \frac{1}{2}v = 2 \times \frac{1}{2} \times 4 = 4\text{s}$$

设物块 A 、 B 第二次碰撞后的速度分别为 v_4 、 v_3 , 取向左为正方向, 由动量守恒定律和能量守恒定律得

$$mv_1' = mv_3 + Mv_4$$

$$\frac{1}{2}mv_1'^2 = \frac{1}{2}mv_3^2 + \frac{1}{2}Mv_4^2$$

$$\text{解得 } v_3 = -\frac{1}{2} \times 2 = -1\text{m/s}$$

当物块 B 在传送带上向右运动的速度为零后, 将会沿传送带向左加速运动. 可以判断, 物块 B 运动到左边台面时的速度大小为 $v_3' = 1\text{m/s}$, 继而与物块 A 发生第 3 次碰撞. 则第 2 次碰撞到第 3 次碰撞之间, 物块 B 在传送带运动的时间为 t_2 .

$$\text{由动量定理得: } \mu mgt_2 = 2mv_3$$

$$\text{解得 } t_2 = \frac{2v_3'}{\mu g} = \frac{2}{\mu g} \times \frac{1}{2}v_1 = \frac{2}{\mu g} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}v = 2 \times \frac{1}{2^2} \times 4 = 2\text{s}$$

同上计算可知: 物块 B 与物块 A 第三次碰撞、第四次碰撞……第 n 次碰撞后物块 B 在传

送带运动的时间为 $t_n = \frac{1}{2^{n-1}} \times 4\text{s}$, 构成无穷等比数列, 公比 $q = \frac{1}{2}$

由无穷等比数列求和公式 $t_{\text{总}} = t_1 \frac{1-q^n}{1-q}$ 可知, 当 $n \rightarrow \infty$ 时, 有

物块 B 经第一次与物块 A 碰撞后在传送带运动的总时间为

$$t_{\text{总}} = \frac{1}{1 - \frac{1}{2}} \times 4 = 8\text{s}$$