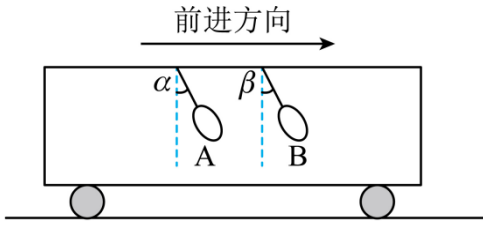


4. 地铁在水平直轨道上运行时某节车厢的示意图如图所示。某段时间内，车厢内两拉手 A、B 分别向前进方向偏离竖直方向角度 α 和 β 并保持不变。重力加速度为 g 。则该段时间内 ()



- A. 拉手所受合力的方向不一定沿水平方向
- B. 两拉手偏离竖直方向的角度满足 $\alpha = \beta$
- C. 列车的加速度大小为 $g \sin \alpha$
- D. 列车正在加速行驶

5. 真空中电荷量为 Q 的点电荷周围存在电场，根据电场强度的定义式 $E = \frac{F}{q}$ 可推导出点电荷周围某点的

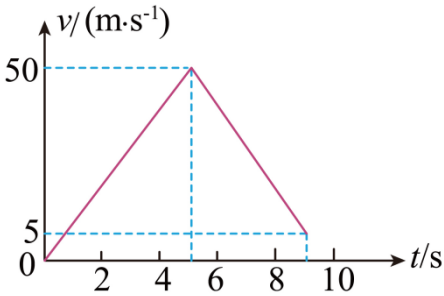
电场强度大小 $E = k \frac{Q}{r^2}$ (k 为静电力常量， r 为点电荷到该点的距离)，质量为 M 的质点周围存在引力

场，类比点电荷，可写出该质点周围某点的引力场强度大小为 $E_{引} = G \frac{M}{r^2}$ (G 为引力常量， r 为质点到该

点的距离)，则引力场强度的单位是 ()

- A. kg/m
- B. kg/m^2
- C. N/kg
- D. N/kg^2

6. 质量为 m 的跳伞运动员做低空跳伞表演。他从离开悬停的飞机后到落地前的运动过程可以大致用如图所示的 $v-t$ 图像描述，已知 $g = 10 \text{m/s}^2$ ，由图像可以推测出 ()

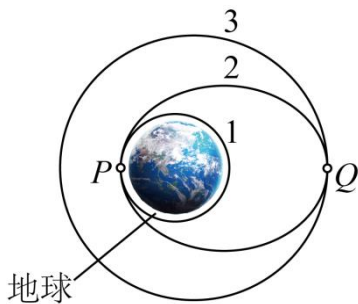


- A. 打开降落伞时运动员距地面的高度为 125m
- B. 打开降落伞后运动员的加速度小于 g
- C. 5~9s 内运动员受到的空气阻力大于 $2mg$
- D. 0~9s 内运动员的机械能先增大后减小



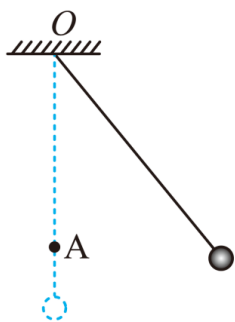
7. 2020 年 9 月 4 日，我国在酒泉卫星发射中心利用长征二号 F 运载火箭成功发射一型可重复使用的试验航天器，右图为此发射过程的简化示意图。航天器先进入圆轨道 1 做匀速圆周运动，再经椭圆轨道 2，最终进入圆轨道 3 做匀速圆周运动。轨道 2 分别与轨道 1、轨道 3 相切于 P 点、 Q 点。下列说法正确的是

()



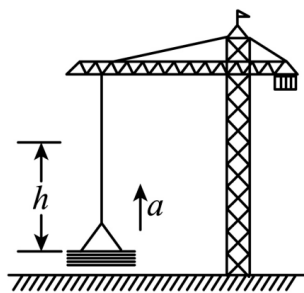
- A. 航天器在轨道 1 的运行周期大于其在轨道 3 的运行周期
- B. 航天器在轨道 2 上从 P 点运动到 Q 点过程中，速度越来越大
- C. 航天器在轨道 2 上从 P 点运动到 Q 点过程中，地球的万有引力对其做负功
- D. 航天器在轨道 1 上运行的加速度小于其在轨道 3 上运行的加速度

8. 如图所示，不可伸长的轻质细绳的一端固定于 O 点，另一端系一个小球，在 O 点的正下方一个钉子 A，小球从右侧某一高度，由静止释放后摆下，不计空气阻力和细绳与钉子相碰时的能量损失。下列说法中正确的是 ()



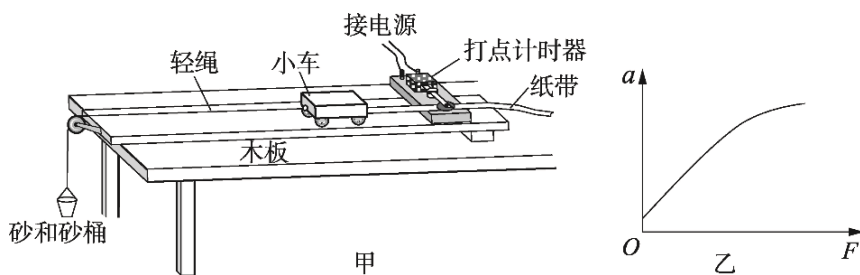
- A. 小球摆动过程中，所受合力大小保持不变
- B. 小球在左侧所能达到的最大高度可能大于在右侧释放时的高度
- C. 当细绳与钉子碰后的瞬间，小球的向心加速度突然变小
- D. 钉子的位置靠近小球，在细绳与钉子相碰时绳就越容易断

9. 如图所示，塔吊用钢绳沿竖直方向将质量为 m 的建材以加速度 a 匀加速向上提起 h 高，已知重力加速度为 g ，则在此过程中，下列说法正确的是



- A. 建材重力做功为 $-mah$
- B. 建材的重力势能减少了 mgh
- C. 建材的动能增加了 mgh
- D. 建材的机械能增加了 $m(a + g)h$

10. 某同学在“探究加速度与物体受力的关系”实验中，使用了如图甲所示的实验装置。保持小车质量不变，改变砂桶中砂的质量，小车的加速度 a 随其所受拉力 F 变化图线如图乙所示。对图线未经过原点 O 的原因分析，可能正确的是（ ）



- A. 平衡小车所受阻力时木板右端垫得过高
- B. 未将木板右端垫高以平衡小车所受阻力
- C. 实验过程中先释放小车后通电
- D. 小车质量未远大于砂和砂桶的总质量

11. 场地自行车比赛中某段圆形赛道如图所示，赛道与水平面的夹角为 θ ，某运动员骑自行车在该赛道上做水平面内的匀速圆周运动。当自行车的速度为 v_0 时，自行车不受侧向摩擦力作用；当自行车的速度为 v_1 ($v_1 > v_0$) 时，自行车受到侧向摩擦力作用。不考虑空气阻力。重力加速度为 g 。已知自行车和运动员的总质量为 m 。则（ ）



- A. 速度为 v_0 时，自行车所受的支持力大小为 $mg \cos \theta$
- B. 速度为 v_0 时，自行车和运动员的向心力大小为 $mg \sin \theta$
- C. 速度为 v_1 时，自行车和运动员的向心力大于 $mg \tan \theta$
- D. 速度为 v_1 时，自行车所受的侧向摩擦力方向沿赛道向外



12. 一辆质量为 m 的汽车，启动后沿平直路面行驶，行驶过程中受到的阻力大小一定，如果发动机的输出功率恒为 P ，经过时间 t ，汽车能够达到的最大速度为 v 。则（ ）

- A. 当汽车的速度大小为 $\frac{v}{2}$ 时，汽车的加速度的大小为 $\frac{P}{mv}$
- B. 汽车速度达到 $\frac{v}{2}$ 的过程中，牵引力做的功为 $\frac{Pt}{2}$
- C. 汽车速度达到 v 的过程中，汽车行驶的距离为 $\frac{v}{2}t$
- D. 汽车速度达到 v 的过程中，牵引力做的功为 $\frac{1}{2}mv^2$

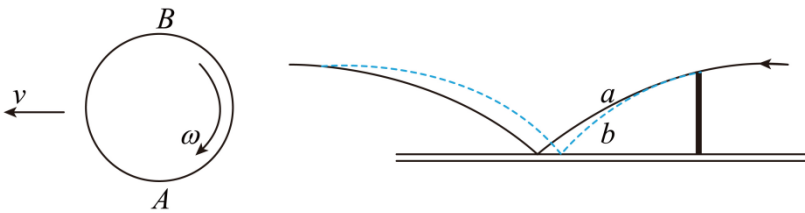
13. 如图所示，人们用“打夯”的方式把松散的地面夯实。设某次打夯符合以下模型：两人同时通过轻绳对质量为 m 的重物各施加一个大小为 F 、与竖直方向夹角为 θ 的拉力，重物离开地面上升 H 时两人停止施

力，最后重物下落将地面砸下的深度为 h 。重物对地面的冲击力可视为恒力。重力加速度为 g 。不计空气阻力。则 ()



- A. 重物上升过程中的最大动能为 $2FH\cos\theta$
- B. 重物刚落地时的动能为 $2FH\cos\theta + mgH$
- C. 仅根据题中信息可以推算出重物对地面的冲击力大小
- D. 仅根据题中信息无法推算出一次打夯过程所用时间

14. 旋转在乒乓球运动中往往有一击制胜的作用。乒乓球在飞行过程中，如果发生旋转，球就会带动周围的空气在球体附近产生环流。已知乒乓球球心开始以速度 v 水平向左飞行，球上各点同时绕球心以角速度 ω 顺时针旋转，如图甲所示。根据物理学原理可知，气体流速越大，压强越小，由于乒乓球附近 A 、 B 两处空气流速不同，两处的空气对乒乓球就形成压力差，这个压力差称为马格努斯力。由于旋转球在飞行过程中受到马格努斯力，其落点与无旋转球的落点就会不同。图乙所示的 a (实线)、 b (虚线) 两条轨迹中，一条为球心以水平速度 v 开始向左飞行的无旋转球的轨迹，另一条为图甲中旋转球从同一点飞出时的轨迹。下列说法正确的是 ()



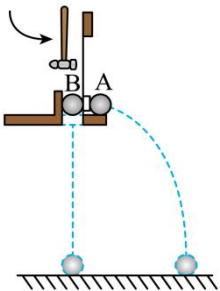
- A. 图甲中乒乓球下方 A 处气体的流速比 B 处的小
- B. 图乙中 a 为无旋转球的轨迹， b 为旋转球的轨迹
- C. 马格努斯力与乒乓球转动的角速度大小无关
- D. 无旋球弹起的高度可能超过发球位置的高度



第二部分

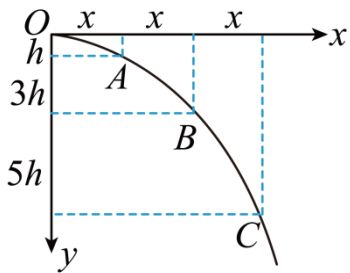
二. 实验题共 3 题，共 18 分。

15. 用如图所示的装置研究平抛物体的运动规律，击打弹片时， A 球做平抛运动， B 球做自由落体。

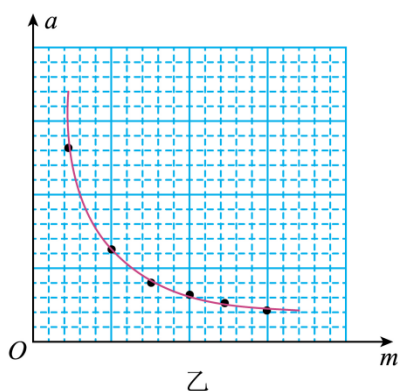
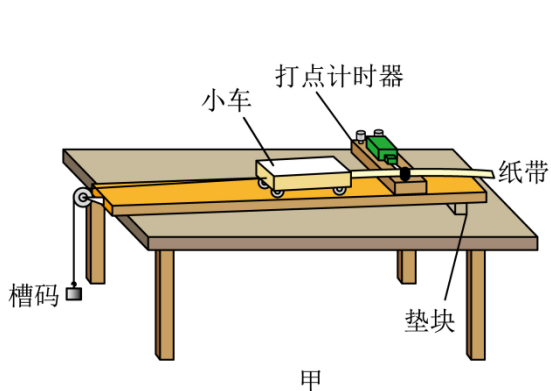


(1) 经过多次实验发现两个小球总是同时落地，则得到的结论是：_____。

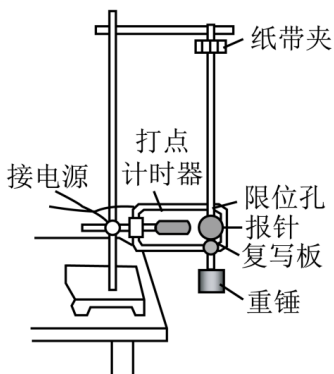
(2) 以 A 球的抛出点做为坐标原点，建立直角坐标系，如图所示，物体平抛的初速度是多少_____ (用 x 、 h 、 g 表示)



16. 某同学利用如图甲所示的装置探究加速度与力、质量的关系。保持小车所受的拉力不变，改变小车质量 m ，该同学分别测得不同质量时小车加速度 a ，并作出 $a-m$ 图像，如图乙所示。根据图像_____ (选填“能”或“不能”) 直接得出加速度 a 与质量 m 成反比；如何验证 a 与 m 是否成反比？



17. 利用如图装置做“验证机械能守恒定律”实验。



(1) 为验证机械能是否守恒，需要比较重物下落过程中任意两点间的_____。

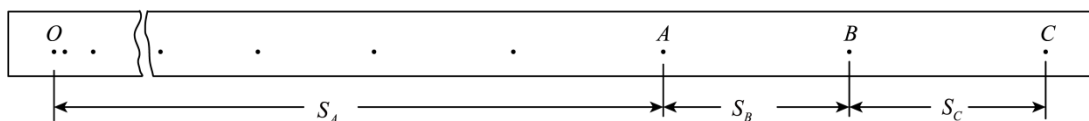
- A. 动能变化量与势能变化量
- B. 速度变化量和势能变化量
- C. 速度变化量和高度变化量

(2) 除带夹子的重物、纸带、铁架台 (含铁夹)、电磁打点计时器、导线及开关外，在下列器材中，还必须使用的两种器材是_____。

- A. 交流电源
- B. 刻度尺
- C. 天平 (含砝码)

(3) 此实验过程中机械能是否守恒，可以通过计算纸带打下两点的过程中，重锤减少的重力势能是否等

于其增加的动能来验证。下图是实验中得到的一条纸带。 O 为重锤开始下落时记录的点，在纸带上选取三个连续打出的点 A 、 B 、 C ，得到它们之间的距离分别为 S_A 、 S_B 、 S_C 。若重锤质量用 m 表示，已知当地重力加速度为 g ，打点计时器打点的周期为 T 。则在打下 O 点到 B 点的过程中，重力势能的减少量 $\Delta E_p = mg(S_A + S_B)$ ，动能的增加量 $\Delta E_k =$ _____。



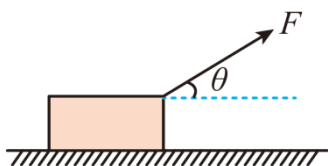
(4) 大多数学生的实验结果显示，重力势能的减少量大于动能的增加量，原因是_____。

- A. 利用公式 $v = gt$ 计算重物速度
- B. 利用公式 $v = \sqrt{2gh}$ 计算重物速度
- C. 存在空气阻力和摩擦阻力的影响
- D. 没有采用多次实验取平均值的方法

(5) 某同学想用下述方法研究机械能是否守恒，在纸带上选取多个计数点，测量它们到起始点 O 的距离 h ，计算对应计数点的重物速度 v ，描绘 $v^2 - h$ 图像，并做如下判断：若图像是一条过原点的直线，则重物下落过程中机械能守恒。请你分析论证该同学的判断依据是否正确。_____

三. 计算论述题（本题共 4 小题，共 40 分。解答应有必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤。解题过程中需要用到，但题目中没有给出的物理量，要在解题时做必要的说明。只写出最后答案的不能得分。有数值计算的，答案中必须写出数值和单位。）

18. 如图所示，一个质量 $m = 10 \text{ kg}$ 的物体放在水平地面上。对物体施加一个 $F = 50 \text{ N}$ 的拉力，使物体做初速为零的匀加速直线运动。已知拉力与水平方向的夹角 $\theta = 37^\circ$ ，物体与水平地面间的动摩擦因数 $\mu = 0.50$ ， $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ ，取重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$ 。



- (1) 求物体运动的加速度大小；
- (2) 求物体在 2.0 s 末的速度大小；
- (3) 求 2.0 s 末拉力 F 的功率。

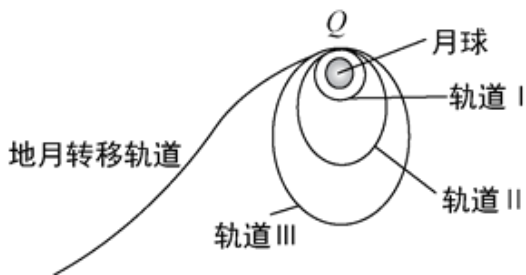


19. 一小孩自己不会荡秋千。爸爸让他坐在秋千板上，将小孩和秋千板一起拉到某一高度，此时绳子与竖直方向的偏角为 37° ，然后由静止释放。已知小孩的质量为 25 kg ，小孩在最低点时离系绳子的横梁 2.5 m 。重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$ ， $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ 。忽略秋千的质量，可把小孩看做质点。

- (1) 假设小孩和秋千受到的阻力可以忽略，当摆到最低点时，求：
 - a. 小孩的速度大小；
 - b. 秋千对小孩作用力的大小；
- (2) 假设小孩和秋千受到的平均阻力是小孩重力的 0.1 倍，求从小孩被释放到停止经过的总路程。

20. 如图所示，“嫦娥一号”卫星在飞向月球的过程中，经“地月转移轨道”到达近月点 Q ，为了被月球

捕获成为月球的卫星，需要在 Q 点进行制动（减速）。制动之后进入轨道III，随后在 Q 点再经过两次制动，最终进入环绕月球的圆形轨道I。已知“嫦娥一号卫星”在轨道I上运动时，卫星距离月球的高度为 h ，月球的质量 $M_{月}$ ，月球的半径 $r_{月}$ ，万有引力恒量为 G 。忽略月球自转，求：



- (1) “嫦娥一号”在 Q 点的加速度 a 。
- (2) “嫦娥一号”在轨道I上绕月球做圆周运动的线速度。
- (3) 若规定两质点相距无际远时引力势能为零，则质量分别为 M 、 m 的两个质点相距为 r 时的引力势能 $E_p = -\frac{GMm}{r}$ ，式中 G 为引力常量。为使“嫦娥一号”卫星在 Q 点进行第一次制动后能成为月球的卫星，同时在随后的运动过程其高度都不小于轨道I的高度 h ，试计算卫星第一次制动后的速度大小应满足什么条件。

21. 体育课上，直立起跳是一项常见的热身运动，运动员先蹲下，然后瞬间向上直立跳起，如图 1 所示。

(1) 一位同学站在力传感器上做直立起跳，力传感器采集到的 $F-t$ 图线如图 2 所示。根据图像求这位同学的质量，分析他在力传感器上由静止起跳过程中的超重和失重情况。取重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$ 。

(2) 为了进一步研究直立起跳过程，这位同学构建了如图 3 所示的简化模型。考虑到起跳过程中，身体各部分肌肉（包括上肢、腹部、腿部等肌肉）的作用，他把人体的上、下半身看作质量均为 m 的两部分 A 和 B，这两部分用一个劲度系数为 k 的轻弹簧相连。起跳过程相当于压缩的弹簧被释放后使系统弹起的过程。

已知弹簧的弹性势能 E_p 与其形变量 Δx 的关系为 $E_p = \frac{1}{2}k\Delta x^2$ 。要想人的双脚能够离地，即 B 能离地，起跳前弹簧的压缩量至少是多少？已知重力加速度为 g 。

(3) “爆发力”是体育运动中对运动员身体水平评估的一项重要指标，人们通常用肌肉收缩产生的力与速度的乘积来衡量肌肉收缩的爆发能力，其最大值称之为“爆发力”。某同学想在家通过直立起跳评估自己的“爆发力”，为了简化问题研究，他把人离地前重心的运动看作匀加速直线运动，认为起跳时人对地面的平均蹬踏力大小等于肌肉的收缩力。他计划用体重计和米尺测量“爆发力”，请写出需要测量的物理量，并利用这些物理量写出计算“爆发力”的公式。



图1

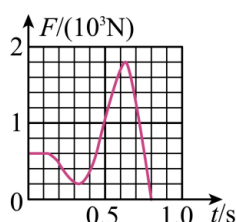
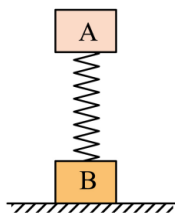


图2



参考答案

第一部分

一. 选择题, 每题 3 分, 共 42 分。在每题列出的四个选项中, 选出最符合题目要求的一项。

1. 【答案】B

【详解】对节点受力平衡可知:

$$F_1 \sin 30^\circ = F_2 \sin 60^\circ$$

$$F_1 \cos 30^\circ + F_2 \cos 60^\circ = F_3$$

解得

$$F_1 = \sqrt{3}F_2$$

$$F_3 = 2F_2$$

即:

$$F_3 > F_1 > F_2$$

- A. $F_1 > F_2 > F_3$, 与结论不相符, 选项 A 错误;
- B. $F_3 > F_1 > F_2$, 与结论相符, 选项 B 正确;
- C. $F_2 > F_3 > F_1$, 与结论不相符, 选项 C 错误;
- D. $F_3 > F_2 > F_1$, 与结论不相符, 选项 D 错误;

2. 【答案】C

【详解】A. 由于桌面光滑, 则两木块一起向右做加速运动, 则木块 A 受到重力、支持力和摩擦力三个力的作用, 选项 A 错误;

B. 木块 B 受到重力、地面的支持力、A 对 B 的压力和摩擦力以及力 F 共五个力的作用, 选项 B 错误;

C. 整体的加速度

$$a = \frac{F}{3m}$$

则木块 A 所受合力大小为

$$F_A = ma = \frac{F}{3}$$

选项 C 正确;

D. 木块 B 受到 A 的压力为 mg , 摩擦力为

$$f = \frac{F}{3}$$

则作用力大小为

$$F_{AB} = \sqrt{(mg)^2 + f^2} = \sqrt{(mg)^2 + \frac{1}{9}F^2}$$

选项 D 错误。

故选 C。



3. 【答案】D

【详解】A. 根据万有引力提供向心力可知

$$G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$$

解得

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

因此轨道半径越高，周期就越长，故“高分三号”的运行周期小于“高分四号”，即小于24h，故A错误；

B. 贴着地球表面运行的人造卫星，有

$$G \frac{Mm}{R^2} = mg$$

设高分三号的向心加速度为 a ，则

$$G \frac{Mm}{r^2} = ma$$

因为

$$r > R$$

所以可知

$$a < g$$

即“高分三号”的向心加速度大于 9.8m/s^2 ，故B错误；

C. “高分四号”处在地球同步轨道上，因此其运行角速度等于地球自转角速度，故C错误；

D. 根据万有引力提供向心力可知

$$G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$$

解得

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

可知半径越大，速度越小，故“高分三号”的运行速度大于“高分四号”的运行速度，故D正确。

故选D。

4. 【答案】B

【详解】A. 拉手向前进方向偏离竖直方向角度不变，与列车的加速度相同，沿水平方向，根据牛顿第二定律可知拉手所受合力的方向一定沿水平方向，故A错误；



BC. 根据力的分解和牛顿第二定律有

$$\tan \alpha = \frac{F}{mg} = \frac{ma}{mg} = \frac{a}{g} = \tan \beta$$

所以两拉手偏离竖直方向的角度满足 $\alpha = \beta$ ，且列车的加速度大小为

$$a = g \tan \alpha$$

故 B 正确，C 错误；

D. 由图可知拉手加速度方向与速度方向相反，所以做减速运动，即列车正在减速行驶，故 D 错误。

故选 B。

5. 【答案】C

【详解】由题意，类比电场强度的定义式可知引力场强的定义式为 $\frac{F}{m}$ ，所以引力场强度的单位是 N/kg，

故 C 正确，ABD 错误。

故选 C。

6. 【答案】C

【详解】A. 运动员打开降落伞时速度为 50m/s，则自由落体时间为

$$t_1 = \frac{v_1}{g} = 5\text{s}$$

所以后续打开降落伞后，运动的时间为

$$t_2 = 9\text{s} - t_1 = 4\text{s}$$

则由运动学公式知后一段距离为

$$x_2 = \frac{v_1 + v_2}{2} t_2 = 110\text{m}$$

故 A 错误；

B. 打开降落伞后，运动员的加速度大小为

$$a_2 = \frac{v_2 - v_1}{t_2} = -11.25\text{m/s}^2$$

所以打开降落伞后运动员的加速度大小大于 g ，故 B 错误；

C. 打开降落伞后，根据牛顿第二定律

$$mg - F_2 = ma_2$$

解得

$$F_2 = mg - ma_2 > 2mg, -a_2 > g$$



故 C 正确；

D. 0~5s 时，只有重力做功，运动员的机械能大小不变，而 5~9s 内阻力做负功，故运动员的机械能减小，故 D 错误。

故选 C。

7. 【答案】C

【详解】A. 由开普勒第三定律

$$\frac{R^3}{T^2} = k$$

可知，轨道半径越大，公转周期越大，所以航天器在轨道 1 的运行周期小于其在轨道 3 的运行周期，故 A 错误；

BC. 根据开普勒第二定律可知，航天器在轨道 2 上从 P 点运动到 Q 点过程中，速度越来越小，根据动能定理可知，地球的万有引力对其做负功，故 B 错误，C 正确；

D. 根据

$$\frac{GMm}{r^2} = ma$$

可知，航天器在轨道 1 上运行的加速度大于其在轨道 3 上运行的加速度，故 D 错误。

故选 C。

8. 【答案】D

【详解】A. 小球在由静止释放后，小球向下运动，故小球的重力做正功，小球会加速向下运动，小球做圆周运动的线速度在增大，故它受到的合外力是变化的，A 错误；

B. 根据能量守恒，小球在左侧也能摆到与右侧同样的高度，不会大于右侧，B 错误；

C. 细绳与钉子碰后的瞬间，小球的线速度可以认为是不变的，而半径变小了，故根据向心加速度

$$a = \frac{v^2}{R}$$

可知，加速度变大了，C 错误；

D. 钉子的位置越靠近小球，细绳与钉子相碰时，即 R 变小；小球在最下端，根据牛顿第二定律可知

$$F - mg = m \frac{v^2}{R}$$

所以

$$F = mg + m \frac{v^2}{R}$$

所以 R 越小，则 F 越大，绳就越容易断，D 正确。

故选 D。

9. 【答案】D

【详解】A. 建筑材料向上做匀加速运动，上升的高度为 h，重力做功： $W = -mgh$ ，故 A 错误；



B. 物体的重力势能变化量为: $\Delta E_p = -W = mgh$, 则建材的重力势能增加了 mgh , 故 B 错误;

C. 根据动能定理得: $mah = \Delta E_k$, 则动能增加了 mah , 故 C 错误;

D. 物体的机械能增加量为: $\Delta E = \Delta E_k + \Delta E_p = m(a+g)h$, 故 D 正确.

10. 【答案】A

【详解】AB. 图线不过原点, 说明在没有拉力时, 小车已经加速运动, 即平衡小车所受阻力时木板右端垫得过高, 故 A 正确, B 错误;

C. 实验过程中先释放小车后通电, 舍去开始一段纸带, 对实验结果无影响, 故 C 错误;

D. 如果小车质量 M 未远大于砂和砂桶的总质量 m , 则有

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

得

$$a = \frac{m}{m + M}g$$

影响图线的斜率, 不影响截距, 故 D 错误.

故选 A.

11. 【答案】C

【详解】AB. 由题知, 当速度为 v_0 时自行车不受侧向摩擦力作用, 则由重力和支持力提供向心力, 对自行车和运动员受力分析, 可得向心力大小为

$$F_n = mg \tan \theta$$

自行车所受的支持力大小为

$$F_N = \frac{mg}{\cos \theta}$$

故 AB 错误;

CD. 当速度为 v_1 时, 因 $v_1 > v_0$, 故自行车和运动员有向外滑的趋势, 则自行车所受的侧向摩擦力方向沿赛道向内, 与重力、支持力一起提供向心力, 故此时自行车和运动员的向心力大于 $mg \tan \theta$, 故 C 正确, D 错误.

故选 C.

12. 【答案】A

【详解】A. 由题意, 汽车行驶过程中受到的阻力大小为

$$f = \frac{P}{v}$$

当汽车的速度大小为 $\frac{v}{2}$ 时, 汽车的牵引力大小为

$$F = \frac{2P}{v}$$

设此时汽车的加速度大小为 a , 根据牛顿第二定律有

$$F - f = ma$$



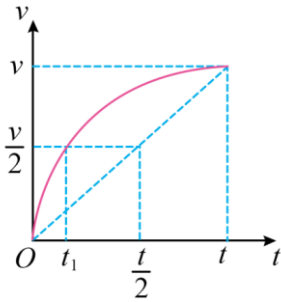
解得

$$a = \frac{P}{mv}$$

故 A 正确;

B. 汽车以恒定功率启动, 随着速度的增大, 牵引力减小, 合外力减小, 则加速度减小, 当速度达到最大值时, 加速度为零, 其大致的 $v-t$ 图像如图所示, 可知当汽车速度达到 $\frac{v}{2}$ 时, 所经历的时间小于 $\frac{t}{2}$, 所

以该过程中牵引力做的功小于 $\frac{Pt}{2}$, 故 B 错误;



C. $v-t$ 图像与 t 轴所围的面积表示位移, 根据 $v-t$ 图像可知, 汽车速度达到 v 的过程中, 汽车行驶的距离大于 $\frac{v}{2}t$, 故 C 错误;

D. 根据动能定理可知

$$W_{\text{牵}} - W_{\text{阻}} = \frac{1}{2}mv^2$$

可得

$$W_{\text{牵}} = W_{\text{阻}} + \frac{1}{2}mv^2$$

故 D 错误。

故选 A。

13. 【答案】C

【详解】A. 重物上升过程中, 当重物上升到高为 H 时动能最大, 由动能定理得

$$(2F \cos \theta - mg)H = E_{\text{km}} - 0$$

解得

$$E_{\text{km}} = (2F \cos \theta - mg)H$$

故 A 错误;

B. 重物从开始上升到落回地面, 全过程由动能定理得

$$2FH \cos \theta = E_k - 0$$

解得

$$E_k = 2FH \cos \theta$$



故 B 错误;

C. 重物从地面到将地面砸下的深度为 h , 根据动能定理有

$$mgh - F'h = 0 - E_k$$

解得重物对地面的冲击力大小为

$$F' = mg + \frac{2FH \cos \theta}{h}$$

故 C 正确;

D. 设重物从开始上升到高为 H 所用时间为 t_1 , 重物从高为 H 到落回地面所用时间为 t_2 , 重物从地面到将地面砸下的深度为 h 所用时间为 t_3 , 由动量定理得

$$(2F \cos \theta - mg)t_1 = \sqrt{2mE_{km}} - 0$$

$$mgt_2 = \sqrt{2mE_k} - (-\sqrt{2mE_{km}})$$

$$(mg - F')t_3 = 0 - \sqrt{2mE_k}$$

则一次打夯过程所用时间为

$$t = t_1 + t_2 + t_3$$

可知可求出一次打夯过程所用时间, 故 D 错误。

故选 C。

14. 【答案】A

【详解】A. AB 两处的空气都会有向右运动的速度, 同时球的旋转会带动周围的空气和球一样顺时针旋转, 则 A 处的两股流速是相反的因此速度小, B 处的两股流速是同向速度大, 故 A 正确;

B. A 处流速小 B 处流速大, 球旋转会受到向上的升力因此水平位移更远, a 是旋转的轨迹, 故 B 错误;

C. 角速度越大, 乒乓球附近 A、B 两处空气流速相差越大, 则两处的空气对乒乓球就形成压力差, 即马格努斯力越大, 故 C 错误;

D. 由于存在空气阻力, 故乒乓球在运动过程中机械能有损失, 故无旋球弹起的高度低于发球位置的高度, 故 D 错误。

故选 A。

第二部分

二. 实验题共 3 题, 共 18 分。

15. 【答案】(1) 做平抛运动的物体, 在竖直方向上是自由落体运动

$$(2) x\sqrt{\frac{g}{2h}}$$

【小问 1 详解】

经过多次实验发现两个小球总是同时落地, 则得到的结论是: 做平抛运动的物体, 在竖直方向上是自由落体运动。

【小问 2 详解】

由题意可知, A 球从图中 O 点开始抛出做平抛运动, 设物体从 O 点到 A 点所用时间为 t , 初速度为 v_0 , 则



水平方向有

$$x = v_0 t$$

竖直方向有

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

解得

$$v_0 = x \sqrt{\frac{g}{2h}}$$

16. 【答案】 ①. 不能 ②. 作出 $a - \frac{1}{m}$ 图像, 如果图像是一条过原点的直线, 则说明 a 与 m 成反比

【详解】 [1]由图乙可知, 作出的 $a - m$ 图像是曲线, 根据图像不能直接得出加速度 a 与质量 m 成反比;

[2]为了验证 a 与 m 是否成反比, 应作出 $a - \frac{1}{m}$ 图像, 如果图像是一条过原点的直线, 则说明 a 与 m 成反比。

17. 【答案】 (1) A (2) AB

$$(3) \frac{1}{2} m \left(\frac{S_B + S_C}{2T} \right)^2 \quad (4) C$$

(5) 见解析

【小问 1 详解】

根据机械能守恒定律可得

$$mgh = \frac{1}{2} m v^2 - 0$$

故需要比较动能变化量与势能变化量。

故选 A。

【小问 2 详解】

电磁打点计时器使用的是交流电源; 需要用到刻度尺测量纸带上两点之间的距离; 由于验证机械能守恒的表达式中质量可以消去, 所以不需要天平测质量。

故选 AB。

【小问 3 详解】

根据匀变速直线运动中间时刻速度等于该段过程的平均速度, 则有

$$v_B = \frac{S_B + S_C}{2T}$$

则从打 O 点到打 B 点的过程中, 动能变化量为

$$\Delta E_k = \frac{1}{2} m v_B^2 - 0 = \frac{1}{2} m \left(\frac{S_B + S_C}{2T} \right)^2$$

【小问 4 详解】



AB. 该实验中存在摩擦, 空气阻力, 实际加速度不是 g , 而利用公式 $v = gt$ 、 $v = \sqrt{2gh}$ 计算重物速度时都认为机械能守恒, 则重力势能的减少量等于动能的增加量, 故 AB 错误;

C. 存在空气阻力和摩擦阻力的影响时, 重力势能一部分会转化为内能, 则重力势能的减少量大于动能的增加量, 故 C 正确;

D. 采用多次实验取平均值的方法是为了减小偶然误差, 故 D 错误。

故选 C。

【小问 5 详解】

该同学的判断依据不正确。在重物下落 h 的过程中, 若阻力 f 恒定, 根据

$$mgh - fh = \frac{1}{2}mv^2 - 0$$

可得

$$v^2 = 2\left(g - \frac{f}{m}\right)h$$

可知, $v^2 - h$ 图像就是过原点的一条直线。要想通过 $v^2 - h$ 图像的方法验证机械能是否守恒, 还必须看图像的斜率是否接近 $2g$ 。

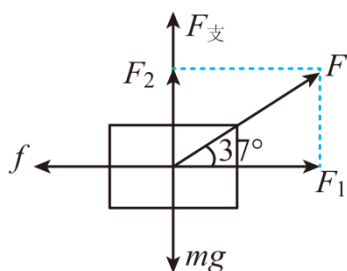
三. 计算论述题 (本题共 4 小题, 共 40 分。解答应有必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤。解题过程中需要用到, 但题目中没有给出的物理量, 要在解题时做必要的说明。只写出最后答案的不能得分。有数值计算的, 答案中必须写出数值和单位。)

18. 【答案】(1) 0.5 m/s^2

(2) 1 m/s (3) 40 W

【小问 1 详解】

对物体进行受力分析, 如图所示



以向右为正方向, 根据牛顿第二定律以及平衡条件可以得到, 水平方向

$$F\cos 37^\circ - f = ma$$

竖直方向

$$F_{\text{支}} + F\sin 37^\circ = mg$$

根据摩擦力公式

$$f = \mu N = \mu F_{\text{支}}$$

联立代入数据可以得到

$$a = 0.5 \text{ m/s}^2$$



【小问 2 详解】

根据速度与时间的关系可以得到

$$v = at = 0.5 \times 2 \text{m/s} = 1 \text{m/s}$$

【小问 3 详解】

2.0 s 末拉力 F 的功率为

$$P = Fv \cos 37^\circ = 50 \times 1 \times 0.8 \text{W} = 40 \text{W}$$

19. 【答案】(1) $v = \sqrt{10} \text{m/s}$, 350N; (2) 5m

【分析】

【详解】(1) a. 根据机械能守恒定律

$$mgL(1 - \cos 37^\circ) = \frac{1}{2}mv^2$$

可得

$$v = \sqrt{10} \text{m/s}$$

b. 根据牛顿第二定律

$$F - mg = m \frac{v^2}{L}$$

可得

$$F = 350 \text{N}$$

(2) 根据动能定理

$$mgL(1 - \cos 37^\circ) - fs = 0 - 0$$

其中 $f = 0.1mg$

可得

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

20. 【答案】(1) $\frac{GM_{\text{月}}}{(r_{\text{月}}+h)^2}$; (2) $\sqrt{\frac{GM_{\text{月}}}{r_{\text{月}}+h}}$; (3) $\sqrt{\frac{GM_{\text{月}}}{r_{\text{月}}+h}} < v < \sqrt{\frac{2GM_{\text{月}}}{r_{\text{月}}+h}}$

【详解】(1) 根据万有引力定律和向心力公式有:

$$\frac{GM_{\text{月}}m}{(r_{\text{月}}+h)^2} = ma$$

解得:

$$a = \frac{GM_{\text{月}}}{(r_{\text{月}}+h)^2}$$

(2) 根据万有引力定律和向心力公式有:

$$\frac{GM_{\text{月}}m}{(r_{\text{月}}+h)^2} = m \frac{v^2}{(r_{\text{月}}+h)}$$



解得：

$$v = \sqrt{\frac{GM_{\text{月}}}{r_{\text{月}}+h}}$$

(3) “嫦娥一号”在轨道 I 上绕月球做圆周运动的线速度为制动后的最小速度：

$$v = \sqrt{\frac{GM_{\text{月}}}{r_{\text{月}}+h}}$$

根据机械能守恒，最大速度为：

$$\frac{1}{2}mv_{\text{m}}^2 - \frac{GM_{\text{月}}m}{r_{\text{月}}+h} = 0$$

解得：

$$v_{\text{m}} = \sqrt{\frac{2GM_{\text{月}}}{r_{\text{月}}+h}}$$

所以速度范围为：

$$\sqrt{\frac{GM_{\text{月}}}{r_{\text{月}}+h}} < v < \sqrt{\frac{2GM_{\text{月}}}{r_{\text{月}}+h}}$$



21. 【答案】(1) 60kg，见解析；(2) $\Delta x_1 = \frac{3}{k}mg$ ；(3) 见解析

【详解】(1) 根据题意，由图像 2 可知，0~0.15s 时，人处于平衡状态，对接触面压力为 600N，所以人的重力为 600N，则人的质量

$$m = \frac{G}{g} = 60\text{kg}$$

0.15~0.45s 时，支持力小于重力，处于失重状态；0.45~0.75s 时，支持力大于重力，处于超重状态；0.75~0.80s 时，支持力小于重力，处于失重状态；0.80~1.00s 时，支持力等于 0，处于完全失重状态。

(2) 设起跳前弹簧的压缩量为 Δx_1 ，当 B 刚要脱离地面，A 速度刚好为零，设此时弹簧的伸长量为 Δx_2 ，则此时对 B 受力分析有

$$k\Delta x_2 = mg$$

从开始起跳到 B 刚要脱离地面的过程中，根据能量守恒可得

$$\frac{1}{2}k\Delta x_1^2 = mg(\Delta x_1 + \Delta x_2) + \frac{1}{2}k\Delta x_2^2$$

联立解得

$$\Delta x_1 = \frac{3mg}{k}$$

(3) 需要测量的物理量有：用体重计测量人的质量 m ；用米尺测量人蹲下时头顶到地面的高度 h_1 ；人直

立站起时头顶到地面的高度 h_2 ；人由下蹲用尽全力直立起跳，其头顶距离地面的最大高度 h_3 。设人离地时的速度大小为 v ，人离地前重心做匀加速直线运动，有

$$F - mg = ma, \quad 2a\Delta h_1 = v^2, \quad \Delta h_1 = \frac{1}{2}(h_2 - h_1)$$

人离地后重心做竖直上抛运动，有

$$2g\Delta h_2 = v^2, \quad \Delta h_2 = h_3 - h_2$$

人的“爆发力”

$$P = Fv$$

解得

$$P = mg \left(\frac{2h_3 - h_2 - h_1}{h_2 - h_1} \right) \sqrt{2g(h_3 - h_2)}$$

