

## 2023-2024 学年度第一学期 10 月练习题

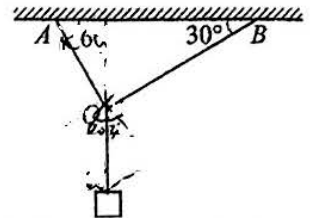
年级：高三 科目：物理

考试时间：90 分钟 满分：100 分

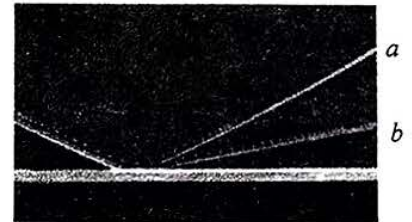
一、单项选择题（本题共 10 小题，每小题 3 分，共 30 分。）

1. 如图所示，水平天花板下用三根细绳悬挂一个物体，物体处于静止状态，绳  $OA$ 、 $OB$ 、 $OC$  上的力分别为  $F_A$ 、 $F_B$ 、 $F_C$ 。已知绳  $OA$ 、 $OB$  与水平方向的夹角分别为  $60^\circ$  和  $30^\circ$ ，则下列关系式正确的是

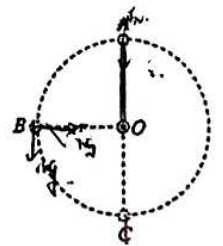
- A.  $F_A > F_B$                       B.  $F_A < F_B$   
C.  $F_B > F_C$                       D.  $F_A > F_C$



2. 伽利略曾设计过一个斜面实验：让小球沿一个斜面从静止开始向下运动，小球将“冲”上另一个斜面；减小第二个斜面的倾角，重复实验，直至斜面最终变为水平。右图是现代所做的伽利略斜面实验的频闪照片（组合图）。几次实验中小球都从同一位置释放，且频闪照相的频闪频率相同，有关小球在斜面  $a$ 、 $b$  上的运动说法正确的是

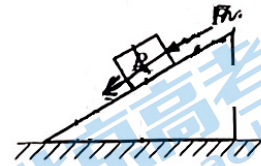


- A. 小球在斜面  $a$ 、 $b$  上运动越来越慢，主要是摩擦作用的影响  
B. 小球在斜面  $a$  上的影像个数较少，表示小球在斜面  $a$  上运动的平均速度较大  
C. 小球在斜面  $b$  上的影像个数较多，表示小球在斜面  $b$  上运动的时间较长  
D. 频闪照片中相邻的两个影像间的距离越大，表示这两个影像间的运动时间越长
3. 如图所示，轻杆的一端固定在通过  $O$  点的水平转轴上，另一端固定一小球，轻杆绕  $O$  点在竖直平面内沿顺时针方向做匀速圆周运动，其中  $A$  点为最高点、 $C$  点为最低点， $B$  点与  $O$  点等高，下列说法正确的是

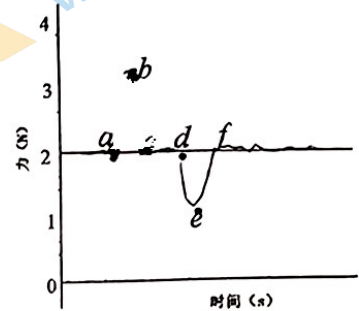


- A. 小球经过  $A$  点时，所受杆的作用力一定竖直向下  
B. 小球经过  $B$  点时，所受杆的作用力可能沿  $BO$  方向  
C. 从  $A$  点到  $C$  点的过程，杆对小球的作用力可能不做功  
D. 从  $A$  点到  $C$  点的过程，杆对小球的作用力一定做负功
4. 如图所示，斜面静止于粗糙水平面上，质量为  $m$  的小物块  $P$  恰好能沿斜面匀速下滑，该过程斜面保持静止。现给  $P$  施加一沿斜面向下的推力  $F$ ，使  $P$  沿斜面匀加速下滑。施加  $F$  后，下列说法错误的是

- A. 斜面对  $P$  的支持力和摩擦力都不变
- B.  $P$  对斜面的作用力方向竖直向下
- C. 水平面对斜面的支持力增大
- D. 小物块的加速度为  $a=F/m$

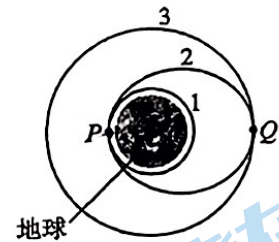


5. 一物理学习小组在竖直电梯里研究超重失重现象：力传感器上端固定在铁架台上，下端悬挂一个质量为  $m$  的钩码。当电梯在 1 楼和 3 楼之间运行时，数据采集系统采集到拉力  $F$  随时间  $t$  的变化如图所示。忽略由于轻微抖动引起的示数变化，下列说法正确的是



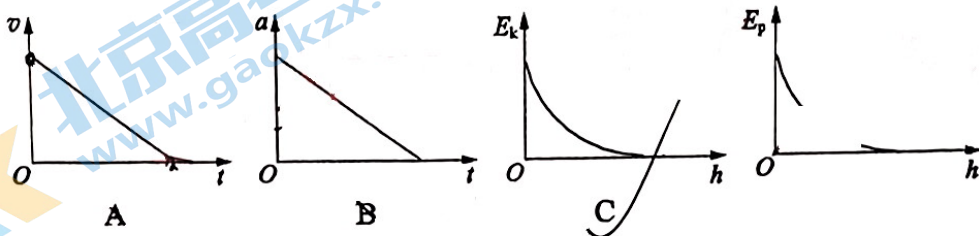
- A.  $a$  到  $b$  过程中电梯向上运动， $b$  到  $c$  过程中电梯向下运动
- B.  $a$  到  $c$  过程中钩码的机械能先增加后减小
- C.  $a$  到  $b$  过程中钩码处于超重状态， $b$  到  $c$  过程中钩码处于失重状态
- D. 图形  $abc$  的面积等于图形  $def$  的面积

6. 图示为一颗人造地球卫星发射过程的简化示意图。卫星先进入圆轨道 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  $P$ 、 $Q$  两点。下列说法正确的是



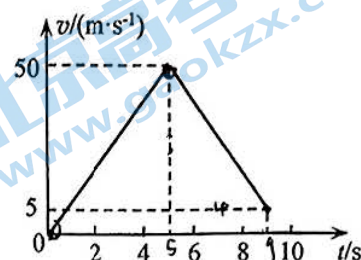
- A. 卫星在轨道 2 的运行周期大于其在轨道 3 的运行周期
- B. 卫星在轨道 2 上从  $P$  点运动到  $Q$  点过程中，卫星内部的仪器处于完全失重状态，机械能不变
- C. 卫星在轨道 1 的向心加速度小于在赤道上随地球自转的物体的向心加速度
- D. 卫星在轨道 2 运行经过  $Q$  点的加速度小于在轨道 3 运行时经过  $Q$  点的加速度

7. 将一个物体竖直向上抛出，若物体所受空气阻力大小与物体速率成正比，下图中可能正确反映小球抛出后上升过程中速度  $v$ 、加速度  $a$  随时间  $t$  的变化关系，以及其动能  $E_k$ 、重力势能  $E_p$  随上升高度  $h$  的变化关系的是

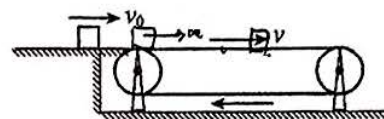


8. 质量为  $m$  的跳伞运动员做低空跳伞表演。他从离开悬停的飞机后到落地前的运动过程可以大致用如图所示的  $v-t$  图像描述, 已知  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , 由图像可以推测出

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



9. 如图甲所示, 两个皮带轮顺时针转动, 带动水平传送带以恒定的速率  $v$  运行。现使一个质量为  $m$  的物体 (可视为质点) 沿与水平传送带等高的光滑水平面以初速度  $v_0$  ( $v_0 < v$ ) 从传送带左端滑上传送带。若从物体滑上传送带开始计时,  $t_0$  时刻物体的速度达到  $v$ ,  $2t_0$  时刻物体到达传送带最右端。不计空气阻力, 则



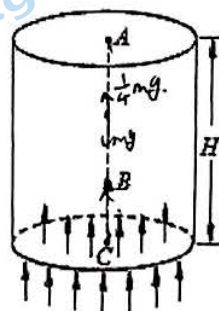
A. 0~ $t_0$  时间内, 物体受到滑动摩擦力的作用,  $t_0 \sim 2t_0$  时间内物体受到静摩擦力的作用

B. 电动机为传送物体多消耗的功率为  $m(v^2 - v_0^2)$

C. 若减小物体的初速度  $v_0$ , 则物体被传送的整个过程中传送带对物体所做的功一定增加

D. 若增大物体的初速度  $v_0$  但  $v_0$  仍小于  $v$ , 则物体与传送带摩擦产生的热量可能增加

10. “娱乐风洞”是一项将科技与惊险相结合的娱乐项目, 它能在一个特定的空间内把表演者“吹”起来。假设风洞内向上的风量和风速保持不变, 表演者调整身体的姿态, 通过改变受风面积 (表演者在垂直风力方向的投影面积), 来改变所受向上风力的大小。已知人体所受风力大小与受风面积成正比, 人水平横躺时受风面积最大, 设为  $S_0$ , 站立时受风面积为  $\frac{1}{8}S_0$ ; 当受风面积



为  $\frac{1}{2}S_0$  时, 表演者恰好可以静止或匀速漂移。如图所示, 某次表演中, 人体可上下移动的空间总高度为  $H$ , 表演者由静止以站立身姿从  $A$  位置下落, 经过  $B$  位置时调整为水平横躺身姿 (不计调整过程的时间和速度变化), 运动到  $C$  位置速度恰好减为零。关于表演者下落的过程, 下列说法中正确的是

- A. 从  $A$  至  $B$  过程表演者的加速度大于从  $B$  至  $C$  过程表演者的加速度  
 B. 从  $A$  至  $B$  过程表演者的运动时间小于从  $B$  至  $C$  过程表演者的运动时间  
 C. 从  $A$  至  $B$  过程表演者动能的变化量大于从  $B$  至  $C$  过程表演者克服风力所做的功  
 D. 从  $A$  至  $B$  过程表演者动量变化量的数值小于从  $B$  至  $C$  过程表演者受风力冲量的数值

二、多项选择题（本题共 4 小题，每小题 3 分，共 12 分。每小题全部选对的得 3 分，选对但不全的得 2 分，有选错的得 0 分。）

11. 一质量为  $m$  的物体竖直向下加速运动，加速度大小为  $\frac{5}{4}g$ 。物体下降  $h$  的过程中，

下列说法正确的是

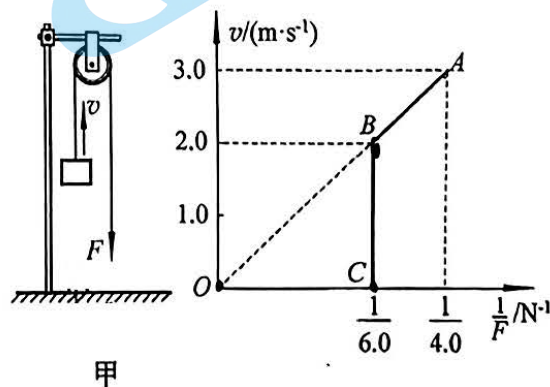
- A. 物体的重力势能变化了  $mgh$       B. 物体的动能变化了  $\frac{5mgh}{4}$   
 C. 物体的机械能增加了  $\frac{mgh}{4}$       D. 物体克服外力做功为  $\frac{mgh}{4}$

12. 如图所示，将拱形桥面近似看作圆弧面，一辆汽车以恒定速率通过桥面  $abc$ ，其中  $a$ 、 $c$  两点高度相同， $b$  点为桥面的最高点。假设整个过程中汽车所受空气阻力和摩擦阻力的大小之和保持不变。下列说法正确的是

- A. 在  $ab$  段汽车对桥面的压力大小不变  
 B. 在  $bc$  段汽车对桥面的压力逐渐减小  
 C. 在  $ab$  段汽车的输出功率逐渐增大  
 D. 在  $ab$  段汽车发动机做功比  $bc$  段多



13. 如图甲所示，某同学用轻绳通过定滑轮提升一重物。运用传感器（未在图中画出）测得此过程中不同时刻被提升重物的速度  $v$  与对轻绳的拉力  $F$ ，并描绘出  $v-F$  图像。假设某次实验得到的图像如图乙所示，线段  $BC$  与  $v$  轴平行，线段  $AB$  的延长线过原点。实验中还测得重物由静止开始经过  $t=1.4\text{s}$ ，速度增加到  $v_A=3.0\text{m/s}$ ，此后物体做匀速运动。取重力加速度  $g=10\text{m/s}^2$ ，滑轮质量、摩擦和其他阻力均可忽略不计。



- A.  $B$  点时拉力的功率为  $12W$
- B. 重物的质量为  $4kg$
- C. 重物在  $AB$  段做变加速运动, 在  $BC$  段做匀加速运动
- D. 重物在  $AB$  段的位移为  $3.15m$

14. 激光束可以看作是粒子流, 其中的粒子以相同的动量沿光传播方向运动。激光照射到物体上, 在发生反射、折射和吸收现象的同时, 也会对物体产生作用。光镊效应就是一个实例, 激光束可以像镊子一样抓住细胞等微小颗粒。

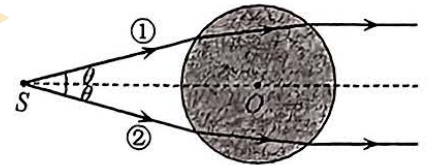


图 2

一束激光经  $S$  点后被分成若干细光束, 若不考虑光的反射和吸收, 其中光束①和②穿过介质小球的光路如图 2 所示。图中  $O$  点是介质小球的球心, 入射时光束①和②与  $SO$  的夹角均为  $\theta$ , 出射时光束均与  $SO$  平行。小球折射率大于周围介质的折射率, 不考虑光的吸收和反射, 光对小球的作用力可以通过光的折射和动量定理分析, 关于两光束因折射对小球产生的合力分析正确的是

- A. 光束①和②强度相同, 两光束因折射对小球产生的合力水平向左
- B. 光束①和②强度相同, 两光束因折射对小球产生的合力为零
- C. 光束①比②的强度大, 两光束因折射对小球产生的合力偏下
- D. 光束①比②的强度大, 两光束因折射对小球产生的合力偏上

### 三、实验题 (本题共 2 小题, 共 18 分。)

15. (8 分) 用图 1 所示的实验装置探究加速度与力、质量的关系。

(1) 除图中器材外, 还需要两种测量工具是\_\_\_\_\_ (选填选项前的字母)。

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

(2) 实验中, 需要平衡摩擦力和其它阻力, 在此过程中, 下列说法正确的是\_\_\_\_\_

- A. 小车后面不能拖纸带
- B. 系在小车的细绳上不能悬挂小桶
- C. 打点计时器必须接通电源

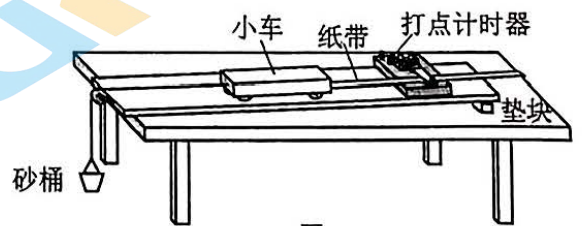
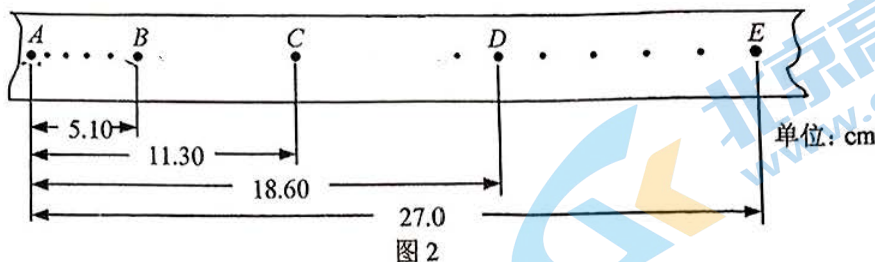


图 1

- (3) 图 2 所示为实验中得到的一条纸带，纸带上相邻两计数点之间的时间间隔为  $T=0.10\text{s}$ ，由图中数据可计算出小车的加速度  $a=$  \_\_\_\_\_  $\text{m/s}^2$ 。（结果保留 2 位有效数字）



- (4) 若实验中砂和桶的总质量为  $m'$ ，则从理论分析可得砂和桶的总重力  $m'g$  与细绳对小车的拉力  $F$  的大小关系为  $m'g$  \_\_\_\_\_  $F$  (选填“略大于”或“略小于”)，由此带来的误差属于 \_\_\_\_\_ 误差 (选填“偶然”或“系统”)。

- (5) 某同学猜想加速度与力成正比，与质量成反比，因此他认为可以不测量加速度的具体数值，仅测量不同条件下物体加速度的比值即可。他采用图 3 所示的实验装置，将轨道分为上下双层排列，两小车尾部的刹车线由后面的刹车系统同时控制，能使两小车同时运动或同时停下来。实验中通过比较两辆小车的位移来比较它们的加速度。你认为这位同学的方法可行吗？请说明理由。

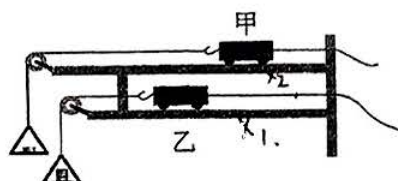


图 3

## 16. (10 分)

某同学探究平抛运动的特点。

- (1) 用如图 1 所示装置探究平抛运动竖直分运动的特点。用小锤打击弹性金属片后， $A$  球沿水平方向飞出，同时  $B$  球被松开并自由下落，比较两球的落地时间。

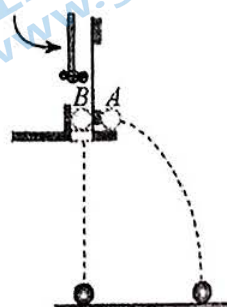


图 1

- ①关于该实验，下列说法正确的是 \_\_\_\_\_ (选填选项前的字母)

- A.  $A$ 、 $B$  两球应选用体积小、质量大的小球  
B. 打击弹性金属片后两球需要落在同一水平面上  
C. 比较两球落地时间必须要测量两球下落的高度

- ②多次改变  $A$ 、 $B$  两球释放的高度和小锤敲击弹性金属片的力度，发现每一次实验时都只会听到一下小球落地的声响，由此说明  $A$  球 \_\_\_\_\_。

(2) 用如图 2 所示装置研究平抛运动水平分运动的特点。将白纸和复写纸对齐重叠并固定在竖直硬板上。 $A$  球沿斜槽轨道  $PQ$  滑下后从斜槽末端  $Q$  飞出，落在水平挡板  $MN$  上。由于挡板靠近硬板一侧较低，钢球落在挡板上时， $A$  球会在白纸上挤压出一个痕迹点。移动挡板，依次重复上述操作，白纸上将留下一系列痕迹点。下列操作中有必要的是\_\_\_\_\_（选填选项前的字母）。

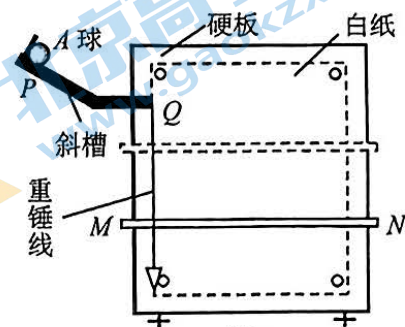


图 2

- A. 通过调节使斜槽末段保持水平
- B. 挡板高度等间距变化
- C. 通过调节使硬板保持竖直
- D. 尽可能减小  $A$  球与斜槽之间的摩擦
- E. 以小球在  $Q$  点时球心在白纸上对应点为起始点

(3) 若遗漏记录平抛轨迹的起始点，也可按下述方法处理数据：

如图 2 所示，在轨迹上取  $A$ 、 $B$ 、 $C$  三点， $AB$  和  $BC$  的水平间距相等且均为  $x$ ，测得  $AB$  和  $BC$  的竖直间距分别是

$y_1$  和  $y_2$ ，则  $\frac{y_1}{y_2}$  \_\_\_\_\_  $\frac{1}{3}$ （选填“大于”、“等于”或者“小于”）。

可求得钢球平抛的初速度大小为\_\_\_\_\_（已知当地重力加速度为  $g$ ，结果用上述字母表示）。

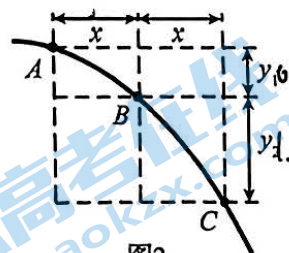
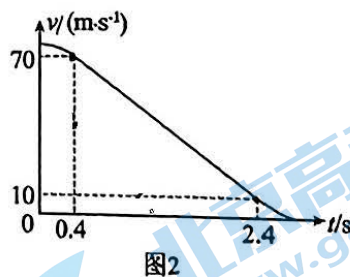
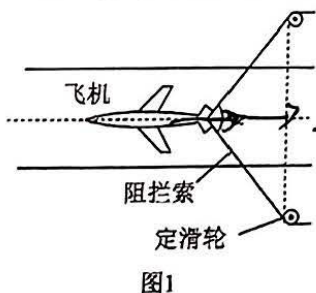


图 2

四、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。）

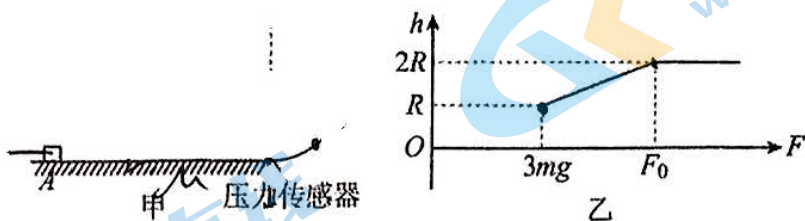
17. 2012 年 11 月，“歼 15”舰载机在“辽宁号”航空母舰上着舰成功。图 1 为利用阻拦系统让舰载机在飞行甲板上快速停止的原理示意图。飞机着舰并成功钩住阻拦索后，飞机的动力系统立即关闭，阻拦系统通过阻拦索对飞机施加一作用力，使飞机在甲板上短距离滑行后停止。若航母保持静止，在某次降落中，以飞机着舰为计时起点，飞机的速度随时间变化关系如图 2 所示。飞机在  $t_1 = 0.4\text{s}$  时恰好钩住阻拦索中间位置，此时速度  $v_1 = 70\text{m/s}$ ；在  $t_2 = 2.4\text{s}$  时飞机速度  $v_2 = 10\text{m/s}$ 。飞机从  $t_1$  到  $t_2$  的运动可看成匀减速直线运动。设飞机受到除阻拦索以外的阻力  $f = 5.0 \times 10^4\text{N}$  大小不变，“歼 15”舰载机的质量  $m = 2.0 \times 10^4\text{kg}$ 。

- (1) 若飞机在  $t_1$  时刻未钩住阻拦索，仍立即关闭动力系统，仅在阻力  $f$  的作用下减速，求飞机继续滑行的距离（假设甲板足够长）；
- (2) 在  $t_1$  至  $t_2$  间的某个时刻，阻拦索夹角  $\alpha = 120^\circ$ ，求此时阻拦索中的弹力  $T$ ；
- (3) 飞机钩住阻拦索后在甲板上滑行的距离比无阻拦索时少  $s = 898\text{m}$ ，求从  $t_2$  时刻至飞机停止，阻拦索对飞机做的功  $W$ 。





18. 如图 22 甲所示，粗糙平直轨道与半径为  $R$  的光滑半圆形竖直轨道平滑连接。质量为  $m$ 、可视为质点的滑块与平直轨道间的动摩擦因数为  $\mu$ ，由距离圆形轨道最低点为  $L$  的  $A$  点，以水平向右的不同初速度滑上平直轨道，滑过平直轨道后冲上圆形轨道，在圆形轨道最低点处有压力传感器，滑块沿圆形轨道上滑的最大高度  $h$  与滑块通过圆形轨道最低点时压力传感器的示数  $F$  之间的关系如图 22 乙所示。



- (1) 若滑块沿圆形轨道上滑的最大高度为  $R$  求滑块在  $A$  点初速度的大小  $v_0$ ;
- (2) 求图 22 乙中的  $F_0$  大小;
- (3) 请通过推导写出  $F < 3mg$  时  $h$  与  $F$  的关系式，并将图 22 乙中  $F < 3mg$  的部分图像补充完整。

19. 如图 16 甲所示，校园中的喷泉喷出的水的运动可视为一般的抛体运动，在水平方向不受力，在竖直方向只受重力。喷泉喷出水的运动轨迹示意图如图 16 乙所示，水上升

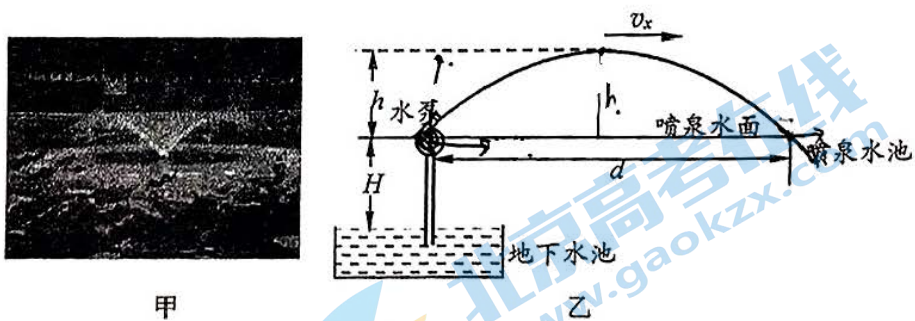


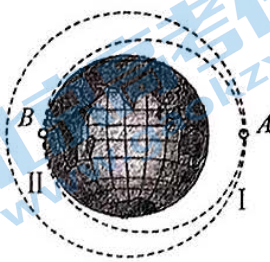
图 16

的最大高度为  $h$ ，落在水面的位置距喷水口的距离为  $d$ 。已知喷水口的水流量为  $Q$ （水流量  $Q$  定义为单位时间内喷出水的体积），水的密度为  $\rho$ ，重力加速度为  $g$ ，忽略空气阻力。

- (1) 求上述喷泉中水上升至最大高度时水平速度的大小  $v_x$ ;
- (2) 假设水击打在水面上时速度立即变为零，且在极短时间内击打水面的水受到的重力可忽略不计，求水击打水面竖直向下的平均作用力的大小  $F_y$ ;
- (3) 如图 16 乙所示，该喷泉利用水泵将水先从地下水池由静止提升至喷泉水面，然后再喷射出去。已知地下水池的水面距喷泉水面恒为  $H$ ，若  $H=h$ ， $d=4h$ ，水泵提升水的效率为  $\eta$ ，求水泵抽水的平均功率  $P$ 。

20. 有人设想：可以在飞船从运行轨道进入返回地球程序时，借飞船需要减速的机会，发射一个小型太空探测器，从而达到节能的目的。

如图所示，飞船在圆轨道 I 上绕地球飞行，其轨道半径为地球半径的  $k$  倍 ( $k > 1$ )。当飞船通过轨道 I 的  $A$  点时，飞船上的发射装置短暂工作，将探测器沿飞船原运动方向射出，并使探测器恰能完全脱离地球的引力范围，即到达距地球无限远时的速度恰好为零，而飞船在发射探测器后沿椭圆轨道 II 向前运动，其近地点  $B$  到地心的距离近似为地球半径  $R$ 。以上过程中飞船和探测器的质量均可视为不变。已知地球表面的重力加速度为  $g$ 。



(1) 求飞船在轨道 I 运动的速度大小；

(2) 若规定两质点相距无限远时引力势能为零，则质量分别为  $M$ 、 $m$  的两个质点相距为  $r$  时的引力势能  $E_p = -G\frac{Mm}{r}$ ，式中  $G$  为引力常量。在飞船沿轨道 I 和轨道 II 的运动过程，其动能和引力势能之和保持不变；探测器被射出后的运动过程中，其动能和引力势能之和也保持不变。

① 求探测器刚离开飞船时的速度大小；

② 已知飞船沿轨道 II 运动过程中，通过  $A$  点与  $B$  点的速度大小与这两点到地心的距离成反比。根据计算结果说明为实现上述飞船和探测器的运动过程，飞船与探测器的质量之比应满足什么条件。

## 2023-2024 学年度第一学期 10 月练习题答案

## 一、单项选择题

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	C	D	C	D	B	C	A	C	D

## 二、多项选择题

11	12	13	14
BC	BD	AC	AD

## 三、实验题

15. (8分)

- (1) BD (2) BC (3) 1.1 (4) 略大于、系统

(5) 这位同学的方法可行。两小车做初速度为0的匀加速直线运动,运动时间 $t$ 相等,根据 $x = \frac{1}{2}at^2$ ,有 $\frac{a_1}{a_2} = \frac{x_1}{x_2}$ , 它们的位移之比就等于加速度之比。

16. (10分)

- (1) ①AB ②在竖直方向做自由落体运动

(2) ACE

(3) 大于、 $x\sqrt{\frac{g}{y_2 - y_1}}$ 

## 四、计算论述题

17. (9分)

- (1) 飞机仅在阻力
- $f$
- 的作用下做匀减速直线运动,根据动能定理
- $-fx = 0 - \frac{1}{2}mv_1^2$

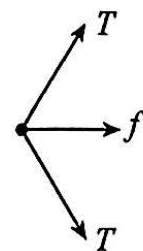
解得 $x = 980\text{m}$ 

- (2) 根据
- $v-t$
- 图像可求得飞机加速度大小为
- $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{70-10}{2.4-0.4} \text{m/s}^2 = 30\text{m/s}^2$

飞机受力如图所示

根据牛顿第二定律 $2T \cos \frac{\alpha}{2} + f = ma$ , 解得 $T = 5.5 \times 10^5 \text{N}$ 

- (3) 无阻拦索时,飞机需滑行
- $x = 980\text{m}$

有阻拦索时,飞机实际滑行距离 $x' = x - s = 82\text{m}$ 由图像面积可知,从 $t_1$ 时刻至 $t_2$ 时刻,飞机的位移为 $s_1 = 80\text{m}$ 因此,从 $t_2$ 时刻至飞机停止,飞机的位移为 $s_2 = 2\text{m}$ 从 $t_2$ 时刻至飞机停止,根据动能定理 $W - fs_2 = 0 - \frac{1}{2}mv_2^2$ , 解得 $W = -9 \times 10^5 \text{J}$ 

18. (9 分) (1) 滑块由 A 到沿圆轨道上滑高度 R 的过程, 根据动能定理, 有

$$-\mu mgL - mgR = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2 \quad \text{解得: } v_0 = \sqrt{2g(R + \mu L)}$$

(2) 由图乙可得, 当压力传感器的示数为  $F_0$  时, 滑块沿圆轨道上滑的最大高度恰为  $2R$ , 根据牛顿第三定律可得此时滑块所受支持力大小为  $F_0$ , 设滑块通过圆轨道最低点的速度为  $v_1$ , 到达圆轨道最高点的速度为  $v_2$ , 根据牛顿第二定律, 有

$$\text{滑块在圆轨道最低点 } F_0 - mg = m\frac{v_1^2}{R}$$

$$\text{滑块在圆轨道最高点 } mg = m\frac{v_2^2}{R}$$

滑块由圆轨道最低点滑到圆轨道最高点的过程, 根据动能定理, 有  $-mg2R = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$

$$\text{解得: } F_0 = 6mg$$

(3) 根据牛顿第三定律可得滑块所受支持力大小为  $F$ , 设滑块通过圆轨道最低点的速度为  $v$ , 沿圆轨道上滑的最大高度为  $h$ , 根据牛顿第二定律, 有

$$\text{滑块在圆轨道最低点 } F - mg = m\frac{v^2}{R}$$

滑块由圆轨道最低点沿圆轨道滑到最大高度  $h$  的过程, 根据动能定理, 有  $-mgh = 0 - \frac{1}{2}mv^2$

$$\text{联立上述两式解得: } h = \frac{R}{2mg}F - \frac{R}{2}$$

如图 2 所示

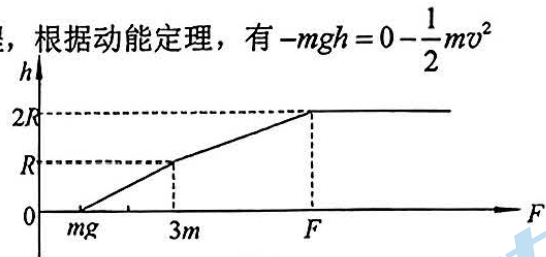


图 2

19. (10 分) (1) 由运动的合成与分解及平抛运动规律可知:

$$\text{竖直方向 } h = \frac{1}{2}gt^2 \quad \text{水平方向 } \frac{d}{2} = v_x t \quad \text{解得 } v_x = \frac{d}{2} \sqrt{\frac{g}{2h}}$$

(2) 极短时间  $\Delta t$  内击打在水面上的水的质量  $\Delta m = \rho Q \Delta t$

$$\text{水击打在水面上竖直方向的速度 } v_y = \sqrt{2gh}$$

设水受到的竖直方向的平均作用力为  $F$ , 向下为正, 由动量定理:  $-F\Delta t = 0 - \Delta m v_y$

依据牛顿第三定律, 可得竖直方向平均作用力的大小  $F_y = \rho Q \sqrt{2gh}$

(3) 在  $\Delta t$  时间内, 喷射出水的质量  $\Delta m = \rho Q \Delta t$

对  $\Delta t$  时间内喷出的水, 在最高点竖直方向速度为零, 因此, 其动能  $E_k = \frac{1}{2} \Delta m v_x^2$

$$\text{由功能关系, } \eta P \Delta t = \Delta mg(H+h) + \frac{1}{2} \Delta m v_x^2 \quad \text{解得 } P = \frac{\rho Q g}{16\eta h} (16h^2 + 16Hh + d^2) = \frac{3\rho Q g h}{\eta}$$

20. (12 分)

(1) 设地球质量为  $M$ , 飞船质量为  $m$ , 探测器质量为  $m'$ , 当飞船与探测器一起绕地球做圆周运动时的速度为  $v_0$

根据万有引力定律和牛顿第二定律有 
$$\frac{GM(m+m')}{(kR)^2} = (m+m') \frac{v_0^2}{kR}$$

对于地面附近的质量为  $m_0$  的物体有 
$$m_0g = GMm_0/R^2$$

解得: 
$$v_0 = \sqrt{\frac{gR}{k}}$$

(2) ① 设探测器被发射出时的速度为  $v'$ , 因其运动过程中动能和引力势能之和保持不变, 所以探

测器刚好脱离地球引力应满足 
$$\frac{1}{2}m'v'^2 - \frac{GMm'}{kR} = 0$$

解得: 
$$v' = \sqrt{\frac{2GM}{kR}} = \sqrt{2}v_0 = \sqrt{\frac{2gR}{k}}$$

② 设发射探测器后飞船在  $A$  点的速度为  $v_A$ , 运动到  $B$  点的速度为  $v_B$ . 因其运动过程中动能和引力势能之和保持不变, 所以有

$$\frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{GMm}{R} = \frac{1}{2}mv_A^2 - \frac{GMm}{kR}$$

对于飞船发射探测器的过程, 根据动量守恒定律有  $(m+m')v_0 = mv_A + m'v'$   
因飞船通过  $A$  点与  $B$  点的速度大小与这两点到地心的距离成反比, 即  $Rv_B = kRv_A$

解得: 
$$\frac{m}{m'} = \frac{\sqrt{2}-1}{1-\sqrt{\frac{2}{k+1}}}$$

## 关于我们

北京高考在线创办于 2014 年，隶属于北京太星网络科技有限公司，是北京地区极具影响力的中学升学服务平台。主营业务涵盖：北京新高考、高中生涯规划、志愿填报、强基计划、综合评价招生和学科竞赛等。

北京高考在线旗下拥有网站门户、微信公众平台等全媒体矩阵生态平台。平台活跃用户 50W+，网站年度流量数千万量级。用户群体立足于北京，辐射全国 31 省市。

北京高考在线平台一直秉承“精益求精、专业严谨”的建设理念，不断探索“K12 教育+互联网+大数据”的运营模式，尝试基于大数据理论为广大中学和家长提供新鲜的高考资讯、专业的高考政策解读、科学的升学规划等，为广大高校、中学和教科研单位提供“衔接和桥梁纽带”作用。

平台自创办以来，为众多重点大学发现和推荐优秀生源，和北京近百所中学达成合作关系，累计举办线上线下升学公益讲座数千场，帮助数十万考生顺利通过考入理想大学，在家长、考生、中学和社会各界具有广泛的口碑影响力

未来，北京高考在线平台将立足于北京新高考改革，基于对北京高考政策研究及北京高校资源优势，更好的服务全国高中家长和学生。

推荐大家关注北京高考在线网站官方微信公众号：**京考一点通**，我们会持续为大家整理分享最新的高中升学资讯、政策解读、热门试题答案、招生通知等内容！

