



## 太原市 2017~2018 学年第二学期高一年级期末考试

### 物理试卷

一、单项选择题：本题包含 10 小题，每小题 3 分，共 30 分。在每小题给出的四个选项中，只有一个选项是最符合题目要求的，请将正确选项前的字母填在下表内相应的位置

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

1. 如图所示的四种情景中,其中力对物体不做功的是( )



- A. 竖直上升的火箭，发动机对火箭的推力
- B. 静止的叉车将重物从地面举高时，举起重物的弹力
- C. 人推石头未动时，人对石头的推力
- D. 马在雪地上拉木头前进时，马对石头的拉力

考点：做功的两个必要因素

解析：做功的两个必要因素为：（1）物体受到力的作用；（2）物体在力的方向上发生了位移，两者必须同时满足。A、B、D 都同时满足了以上两个条件，因此力都对物体做了功。C 中物体没在力的方向上发生位移，因此人对石头的推力没有做功。

答案：C

2. 下列情况中，系统机械能守恒的是 ( )

- A. 被推出后做斜抛运动的铅球在忽略空气阻力时
- B. 在弯曲的雪道参加速降比赛的滑雪运动员
- C. 被起重机匀速吊起的集装箱
- D. 足球运动员踢出的足球做“香蕉球”运动时

考点：机械能守恒的条件

解析：机械能守恒的条件是系统内部只有重力或弹力做功，其它力不做功或做功的代数和为零。A 中铅球运动过程中只有重力做功，因此机械能守恒。B 中除了重力做功还有摩擦力做功，因此机械能不守恒。C 中除了重力做功还有起重机的拉力做功，因此机械能不守恒。D 中除了重力还有空气阻力做功，因此机械能不守恒。





答案: A

- 3.关于弹簧的弹性势能,下列说法正确的是( )
- A.弹簧长度变大时,弹性势能一定增大
  - B.弹簧长度变小时,弹性势能一定变小
  - C.两个不同的弹簧长度相同时,劲度系数大的弹簧弹性势能大
  - D.两个不同的弹簧形变量相同时,劲度系数大的弹簧弹性势能大

考点: 弹簧的弹性势能

解析: 弹簧弹性势能的表达式为  $E_p = \frac{1}{2}kl^2$ ,  $l$  为形变量,  $k$  为劲度系数。对于 A、B 从弹簧的长度变化无法得知形变量的变化情况, 因此 A、B 错。对于 C 选项, 两个弹簧长度相同时不知道弹簧形变量的关系, 因此也无法判断弹性势能大小。对于 D, 由于形变量相同, 因此劲度系数大的弹性势能大。

答案: D

- 4.拖着橡胶轮胎跑是训练身体耐力的一种有效方法。如果受训者以与水平方向成  $\theta$  角的、斜向上的恒力  $F$ , 拖着轮胎在水平直道上匀速运动了  $L$ , 那么( )
- A. 摩擦力对轮胎做的功为  $-FL$
  - B. 摩擦力对轮胎做的功为  $-FL \cos \theta$
  - C. 拉力对轮胎做的功为  $FL \sin \theta$
  - D. 拉力对轮胎做的功为 0



考点: 力做功的计算

解析: 力做功的公式为  $W = Fx \cos \alpha$ , 其中  $x$  为位移的大小,  $\alpha$  为位移与力的夹角。由于物体匀速运动, 因此水平方向上  $f = F \cos \theta$ 。摩擦力做的功为  $W_f = fL \cos \pi = -FL \cos \theta$ , 因此 A 错 B 对。拉力做的功为  $W = FL \cos \theta$ , 因此 C、D 错。

答案: B

5. 2018 年 2 月,我国首颗电磁监测试验卫星“张衡一号”在酒泉卫星发射中心成功发射,标志着我国地震监测和地球物理探测正式迈入太空。卫星质量约为 730kg, 运行于高度为 500km, 通过两极的太阳同步轨道, 对同一地点的重访周期为 5d。下列说法正确的是( )
- A.“张衡一号”绕地球运行的速度大于第一宇宙速度
  - B.“张衡一号”绕地球运行的周期为 5d





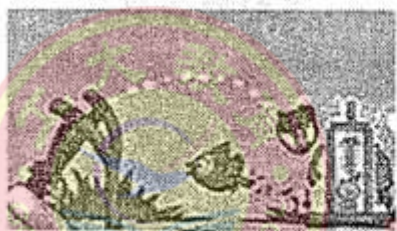
- C. “张衡一号”的加速度小于地面的重力加速度
- D. “张衡一号”的轨道平面与地球赤道平面共面

考点：万有引力

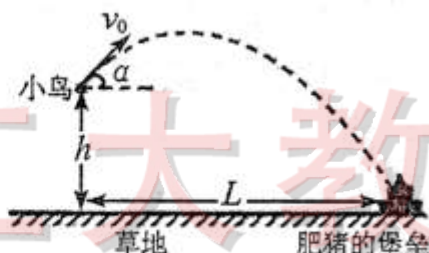
解析：卫星的轨道半径大于近地轨道半径，所以速度要小于第一宇宙速度。由于卫星过两极的太阳同步轨道，所以对同一地点的重访周期不是卫星本身的运行周期，B 错。由半径关系可证卫星上的重力加速度要小于地面上的。由题意可知 D 错。

答案：C

6. 游戏“愤怒的小鸟”中，通过调节发射小鸟的力度和角度去轰击肥猪的堡垒，现将其简化为图乙的模型，小鸟从离地高度为  $h$  处用弹弓弹出，初速度  $v_0$  斜向上且水平方向成  $\alpha$  角，处于地面上的肥猪的堡垒到抛出点的水平距离为  $L$ ，不考虑其他作用，取地面为零势面，将小鸟和堡垒均视为质点则（ ）



图甲



图乙

- A. 当  $v_0$  一定时，改变  $\alpha$  的大小，小鸟在空中运动的时间不变
- B. 在最高点时，小鸟的机械能为  $mgh$
- C. 从射出到上升至最高点，小鸟增加的重力势能为  $\frac{1}{2}mv_0^2 \sin^2 \alpha$
- D. 到达肥猪的堡垒时，小鸟的机械能为  $\frac{1}{2}mv_0^2$

考点：平抛运动

解析：由于  $\alpha$  变化导致竖直方向分速度变化，所以竖直高度会变化，A 错。由于是斜抛运动小鸟还将上升一段距离，所以竖直高度会大于  $h$ ，B 错。竖直方向分速度为  $v_0 \sin \alpha$ ，到达最高点时竖直方向的末速度为 0，所以列动能定理可证 C 正确。到达肥猪堡垒过程中重力做正功将大于  $\frac{1}{2}mv_0^2$

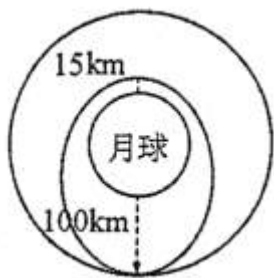
答案：C

7. “嫦娥三号”分三步实现了月球表面平稳着陆. 第一步，从 100 千米×100 千米的绕月圆轨道上，





通过变轨进入 100 千米×15 千米的绕月椭圆轨道；第二步，着陆器在 15 千米高度开始发动机反推减速，进入缓慢的下降状态，到 100 米左右的高度悬停，自动寻找合适的着陆点，第三步，着陆器缓慢下降到距离月面 4 米高度时无初速度自由下落到着陆。已知月球表面的重力加速度为地球表面重力加速度的 $\frac{1}{6}$ ，则( )



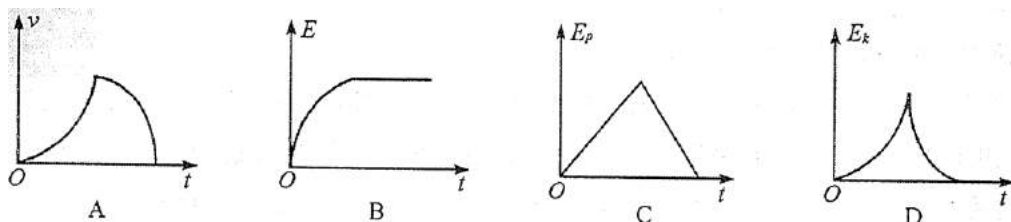
- A. “嫦娥三号”在椭圆轨道上的周期小于在圆轨道上的周期
- B. “嫦娥三号”在圆轨道和椭圆轨道经过相切点时的速率相同
- C. 着陆器在 100m 高处悬停时处于超重状态
- D. 着陆器着陆瞬间的速度大约等于 $4\sqrt{5}m/s$

考点：万有引力

解析：由于轨道半径减小，对应的运动时间减小，所以在椭圆轨道上的运动周期要小于圆轨道的周期，A 对。切点处圆轨道的速度与椭圆轨道的速度不相同，B 错。悬停处时平衡状态，C 错。着陆过程相当于 4m 处的自由落体运动，速度不同，D 错。

答案：A

8. 静止在地面上的物体在竖直向上的恒力作用下上升，在某一高度撤去恒力。若不计空气阻力，则在整个上升过程中，下列关于物体的速度大小  $v$ 、机械能  $E$ 、重力势能  $E_p$ 、动能  $E_k$  随时间变化的关系中，大致正确的是(取地面为零势面)



考点：运动学 机械能守恒

解析：启动阶段看作匀加速直线运动，A 错





$E = F \cdot \Delta h = F \cdot \frac{1}{2}at^2$ ，可知 E-t 图像为开口向上的抛物线，B 错

撤去外力前， $E_p = mg \cdot \Delta h = mg \cdot \frac{1}{2}at^2$ ，可知  $E_p$ -t 图像为开口向上的抛物线，C 错

撤去外力前， $E_k = \frac{1}{2}m(at)^2$ ，可知  $E_k$ -t 图像为开口向上的抛物线

撤去外力后， $E_k = \frac{1}{2}m(v_0 - gt)^2$ ，可知  $E_k$ -t 图像为开口向上的抛物线，D 对

答案：D

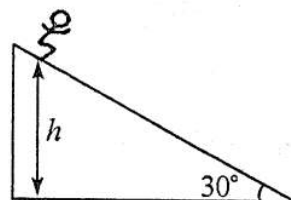
9. 如图所示，高山雪道倾角为  $30^\circ$ 。质量为  $m$  的运动员从距底端高为  $h$  处的雪道上由静止开始匀加速滑下，加速度为  $\frac{1}{3}g$ 。在运动员从静止下滑到底端的过程中，下列说法正确的是

A. 运动员减少的重力势能全部转化为动能

B. 运动员减少的机械能为  $mgh$

C. 运动员获得的动能为  $\frac{1}{3}mgh$

D. 运动员减少的机械能为  $\frac{1}{3}mgh$



考点：机械能守恒

解析：由于  $a = \frac{1}{3}g < g \sin 30^\circ$ ，人在下滑过程中受到摩擦力作用，机械能不守恒，A 错。

运动员动能  $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m \cdot 2 \cdot \frac{1}{3}g \cdot 2h = \frac{2}{3}mgh$ ，C 错

$\Delta E = mgh - E_k = \frac{1}{3}mgh$ ，B 错，D 对

答案：D

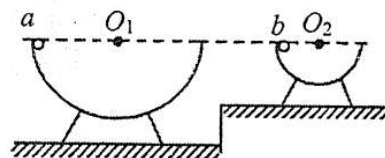
10. 如图所示，两个内壁光滑的半球形碗，圆心分别为  $O_1$ 、 $O_2$ ，半径分别为  $R_1$ 、 $R_2$  ( $R_1 > R_2$ )，放在不同高度的水平面上，两碗口处于同一水平面上。现将质量相同的两个小球 (可视为质点) a 和 b，分别从两个碗的边缘由静止释放，当两球分别通过碗的最低点时

A. a 球绕  $O_1$  运动的角速度大于 b 球绕  $O_2$  运动的角速度

B. a 球与 b 球的加速度大小相等

C. a 球对碗底的压力大于 b 球对碗底的压力

D. a 球的动能等于 b 球的动能



考点：机械能守恒 圆周运动 牛顿第二定律





解析：有机械能守恒定律  $mgR = \frac{1}{2}mv^2$ ，得  $v = \sqrt{2gR}$ ， $\omega = \sqrt{\frac{2g}{R}}$ ，AD 错

$a = \frac{v^2}{R} = 2g$  与半径无关，B 对； $N - mg = ma$ ， $N = 3mg$  与半径无关，C 错

答案：B

二、多项选择题目：本题包含 5 小题，每小题 3 分，共 15 分。在每小题给出的四个选项中，至少有两个选项正确。全部选对得 3 分，选不全的得 2 分，有错者或不答的得 0 分。请将正确选项前的字母填在下表内相应的位置。

题号	11	12	13	14	15
答案	AC	AB	AD	BC	ACD

11. 2017 年 6 月 16 日，来自中国的“墨子号”量子卫星从太空发出两道红色的光射向青海德令哈站与千里外的云南丽江高美古站，首次实现了人类历史上第一次距离达千里级的量子密钥分发。

下列说法正确的是 ( )

- A. 经典力学适用于“量子号”绕地球运动的规律，
- B. 经典力学适用于光子的运动规律，
- C. 量子力学可以描述“量子号”发出“两道红光”的运动规律
- D. 的发现说明经典力学已经失去了使用价值

考点：经典力学、相互作用

解析：经典力学适用于宏观低速，卫星的运动相对微观粒子的运动速度小很多，属于宏观低速；量子力学适用于微观高速。量子力学和经典力学的适用范围不同，各自在自己的范围内是有价值的，并不会失去用处。

答案：AC

12. 水平路面上行驶的汽车自动滑行一段距离后，最后停下来；“天宫一号”重返大气层与大气摩擦并发出明亮的光；降落伞在空中匀速下降。上述现象中所包含的相同物理过程是。





- A.物体克服阻力做功
- B.物体的机械能转化为其他形式的能量
- C.物体的重力势能转化为其他形式的能量
- D.物体处于平衡状态

**考点：功能关系和平衡状态**

**解析：**题中的物体都受到阻力作用，方向也都与物体运动方向相反，阻力做负功叫做克服阻力做功；只要有滑动摩擦力，相对滑动，就会有机械能转化为内能；水平路面的汽车重力势能并没有变化，没有重力势能的转化；水平路面的汽车速度大小变化，不是平衡状态。

**答案：AB**

13.将 0.5kg 的石块，从教学楼顶端释放经 2s 到达地面，不计空气阻力，取  $g=10\text{ m/s}^2$ ，则

- A.2s 末重力的瞬时功率为 100W
- B.2s 末重力的瞬时功率为 50W
- C.2s 内重力的瞬时功率为 100W
- D.2s 内重力的瞬时功率为 50W

**考点：功与功率**

**解析：**瞬时功率  $P = G \times v$ ； $G=5\text{N}$ ； $v=20\text{m/s}$ 。所以瞬时功率为 100W。

平均功率  $P = \frac{W}{t}$ ； $W = Gx = 100\text{J}$ ；所以平均功率为 50W

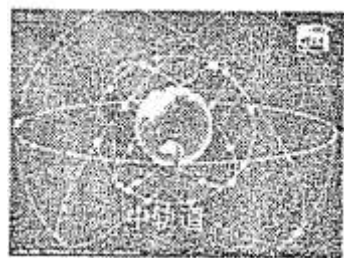
**答案：AD**

14.北斗卫星导航系统空间段计划由 35 颗卫星组成，包括 5 颗静止同步轨道卫星和 3 颗倾斜同步轨道卫星，以及 27 颗相同高度的中轨道卫星。中轨道卫星运行在 3 个轨道面上，轨道面之间相隔  $120^\circ$  均匀分布，如图所示。已知同步轨道、中轨道、倾斜同步轨道卫星距地面的高度分别约为  $6R$ 、 $4R$ 、 $6R$  ( $R$  为地球半径)，则





- A. 静止同步轨道卫星和倾斜同步轨道卫星的周期不同;
- B. 3 个轨道面上的中轨道卫星角速度的值均相同;
- C. 同步轨道卫星与中轨道卫星周期的比值约为  $\frac{7}{5}\sqrt{\frac{7}{5}}$
- D. 倾斜同步轨道卫星与中轨道卫星角速度的比值约为  $\frac{5}{7}$



考点: 宇宙航行、同步卫星、万有引力定律的运用

解析: A: 静止和倾斜卫星都为同步卫星, 故周期都与地球相同,  $T=24h$ , 错误;

B: 根据公式  $G\frac{Mm}{r^2} = m\omega^2r$  得, 相同轨道半径的情况下, 角速度相同。由于 3 个轨道面中轨道卫星的轨道半径均为  $4R+R=5R$ , 故角速度相同。正确;

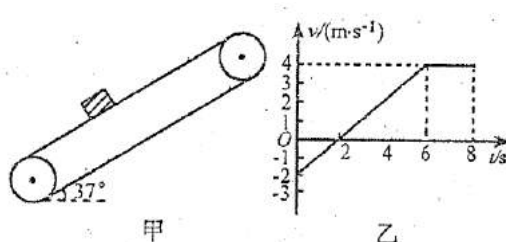
C: 由开普勒第三定律  $\frac{a^3}{T^2} = k$  得, 同步轨道卫星  $r_1=7R$ , 中轨道卫星  $r_2=5R$ , 所以  $\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{r_1^3}{r_2^3}} = \frac{7}{5}\sqrt{\frac{7}{5}}$ , 正确;

D: 根据公式  $G\frac{Mm}{r^2} = m\omega^2r$  得,  $\omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$ , 同步轨道卫星与中轨道卫星的比值为:  $\frac{\omega_1}{\omega_2} = \sqrt{\frac{r_2^3}{r_1^3}} = \frac{5}{7}\sqrt{\frac{5}{7}}$ , 错误。

答案: BC

15. 如图甲所示, 倾角为  $37^\circ$  的传送带以恒定速度运行。现将质量为  $1kg$  的小物体以一定的初速度平行射到传送带上, 物体相对地面的速度随时间变化的关系如图乙所示。取沿传送带向上为正方向,  $g=10m/s^2, \sin 37^\circ=0.6, \cos 37^\circ=0.8$ 。则

- A. 物体与传送带间的动摩擦因数为 0.875
- B. 0~8s 内物体位移的大小为 18m
- C. 0~8s 内的物体机械能的增量为 90J
- D. 0~8s 内的物体与传送带由于摩擦力产生的热量为 126J



考点: 运动学图像、传送带问题、功能关系

解析: A: 结合题目的方向, 初速度沿斜面向下, 且  $v=2m/s$ , 且为减速运动, 根据图像可得加速度大小为  $1m/s^2$ , 方向沿斜面向上。根据牛顿第二定律,  $umg\cos\theta - mg\sin\theta = ma$ , 得  $u=0.875$ , 正确。





B: 根据图像性质, v-t 图像的面积即为物体在该段时间内的位移, 由图像计算可得,  $x=14\text{m}$ , 错误。

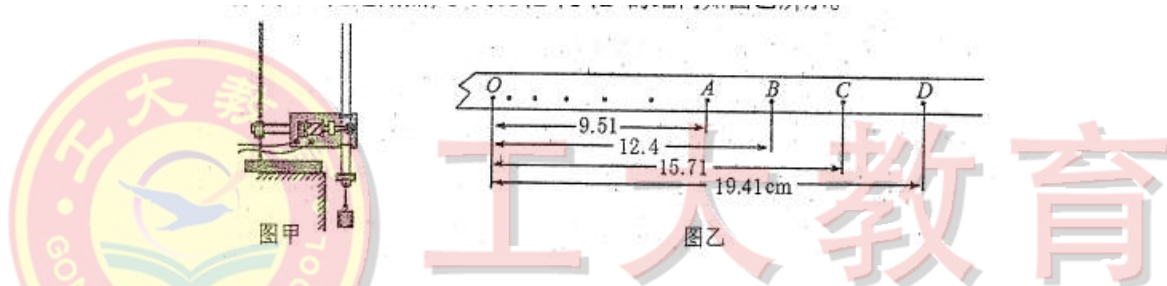
C: 在 0-8s 内, 动能增量为  $\Delta E_k = \frac{1}{2} \times 1 \times (4^2 - 2^2) = 6\text{J}$ , 重力势能增量为  $\Delta E_p = mgh = 84\text{J}$ , 机械能增量为 90J, 正确;

D: 由图像得传送带的速度为 4m/s, 摩擦力做功为滑动摩擦力与相对位移的乘积, 由图像得相对位移为 18m, 系统生热为  $Q=umg\cos\theta \times x_{\text{相}} = 126\text{J}$ , 正确。

答案: ACD

三、实验题: 本题包含 2 小题, 共 14 分。请将答案填在题中横线上或按要求作答

16. (6 分) 某同学用图甲的装置验证“机械能守恒定律”。该同学按照正确的操作选得纸带如图乙所示。其中 O 是起始点, O 到 A、B、C、D 的距离如图乙所示。



- (1) 在图甲中, 重锤应选择密度\_\_\_\_\_ (选填“大”或“小”) 的重物;
- (2) 在图乙的四个数据中, 不符合有效数字规则的一组是\_\_\_\_\_
- (3) 若 O 点到某计数点的距离用  $h$  表示, 重力加速度为  $g$ , 该点对应重锤的瞬时速度为  $v$  则实验中要验证的等式为\_\_\_\_\_。

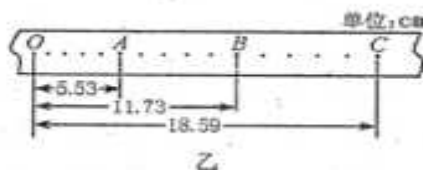
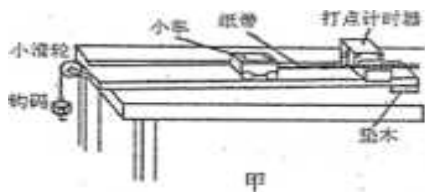
考点: 打点计时器, 机械能守恒

解析: 1. 密度大, 阻力相对较小;  
2. 有效数字出错为第二组;  
3. 根据初末状态机械能相等列等式。

答案: 1. 大; 2. 12.4 (OB、B 均可); 3.  $gh = \frac{1}{2}v^2$

17. (8 分) 用图甲的方案做“探究合力做功与小车动能变化的关系”实验。为简化实验, 认为小车受到的合力等于细绳的拉力, 并且细绳的拉力等于钩码的重力。用  $M$  表示小车的质量、 $m$  表示钩码的质量, 打点计时器使用 50Hz 的交流电源。





(1)把长木板右端垫高,在不挂钩码且\_\_\_\_\_的情况下,轻推一下小车,若小车拖着纸带做匀速运动,表明小车受到的合力等于细绳的拉力。

- A. 计时器不打点
- B. 计时器打点.

(2)为使细绳的拉力近似等于钩码的重力, M 与 m 应满足的关系是\_\_\_\_\_;

(3)图乙是实验中得到的一条纸带,纸带上各点是打出的计时点,其中 O 点为打出的第一个点,则 B 点的瞬时速度大小为\_\_\_\_\_m/s.若  $M=200.0g$ ,  $m=40.0g$ ,则从 O 点到 B 点,小车动能的变化量是\_\_\_\_\_,绳的拉力对小车做的功是\_\_\_\_\_J. (结果保留两位有效数字,取  $g=10m/s^2$ )

**考点: 打点计时器, 动能定理**

**解析:** (1) 使小车受到合理等于拉力, 故首先要消除摩擦, 应考路纸带与打点计时器的摩擦;

- (2) 使拉力近似等于重力, 要让  $M \gg m$ ;
- (3) 中间时刻瞬时速度等于该段位移平均速度;
- (4) 根据动能及功的定义求解。

**答案:** 1.B; 2.  $M \gg m$  ; 3. 0.65 0.042 0.047

四、计算题: 本题包含 5 小题, 共 41 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。

18、一物体静止在水平地面上, 现用  $F=12N$  的水平拉力使它由静止开始做匀加速直线运动, 经  $t=4s$  物体的速度为  $v=8m/s$ , 求: **做最感动客户的专业教育组织**

- (1) 4s 末拉力的功率;
- (2) 4s 内拉力做的功。

**考点: 瞬时功率、功、匀加速直线运动的规律**

**解析:** (1) 根据瞬时功率计算公式  $P=Fv$  得,  $P=12 \times 8w=96w$

(2) 根据匀加速直线运动公式  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$  得,  $a = 2m/s^2$ , 又根据公式  $x = v_0t + \frac{1}{2}at^2$  得,  $x = \frac{1}{2} \times 2 \times 4^2 m = 16m$ , 则 4s 内拉力做的功  $W = Fx = 12 \times 16J = 192J$ 。

**难度: 低**

19.登陆火星是人类的梦想。“嫦娥之父”欧阳自远透露, 我国计划与 2020 年登陆火星。设想宇航员在火星上从高度为 h 处释放一小球, 小球做自由落体运动经时间 t 落到地面。已知火星半径为 R, 求:

- (1) 火星表面的重力加速度;
- (2) 火星的第一宇宙速度。





考点：自由落体、宇宙航行

解析：（1）物体做自由落体运动： $h = \frac{1}{2}g_{火}t^2$ ，解得： $g_{火} = \frac{2h}{t^2}$ 。

（2）由向心力公式得： $mg = m\frac{v^2}{R}$ ： $v_I = \sqrt{gR} = \frac{\sqrt{2hR}}{t}$

答案：见解析。

20.(8分)空降兵是现代军队的重要兵种。一次训练中,某空降兵及随身装备的总质量为90kg,他从悬停在空中的直升机由静止开始先做自由落体运动,下落3s时打开降落伞开始减速运动,又下降15m后开始匀速下降。设空降兵打开降落伞之后受到的空气阻力与速度的平方成正比

即 $f = kv^2$ ,比例系数 $k = 25N \cdot s^2/m^2$ ,取 $g = 10m/s^2$ 。求空降兵:

- (1) 3s内下降的高度及3s时的速度;
- (2) 匀速下降的速度;
- (3) 从跳下到刚匀速的过程中,克服空气阻力做的功。



考点：自由落体，牛顿第二定律，动能定理

解：（1）前三秒做自由落体运动，则：

$$H = \frac{1}{2}gt^2 = 45m$$

$$v_m = gt = 30m/s$$

（2）由条件可知空降兵做加速度减小的减速运动，当重力与阻力相等时，开始匀速运动，即：

$$mg = kv^2$$

$$v = 6m/s$$

（3）自由落体 $H = 45m$ ，减速的高度 $h = 15m$ ，末速度 $v = 6m/s$ ，克服空气阻力做功为 $W_f$ ，则：

$$mg(H + h) - W_f = \frac{1}{2}mv^2$$

$$W_f = 5.238 \times 10^4 J$$

难度：低

# 工大教育

——做最感动客户的专业教育组织





21. (8分) 选做题: 本题包含 A、B 两题, 请任选一题作答。若两题都做, 按 A 题计分。

A. 日前, 全球首款 12 米智能驾驶客车在株洲公开路试, 汽车先后自动完成牵引、转向、变道等动作。已知该客车的质量  $m = 1.5 \times 10^4 \text{ kg}$ , 假设客车起动后沿直线运动且保持功率不变。经  $t = 12.5 \text{ s}$ , 速度达到最大值  $v_m = 10 \text{ m/s}$  后保持不变。已知客车受到的阻力恒为重力的 0.2 倍, 取  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , 求:

- (1) 客车受到的阻力及客车的功率;
- (2) 从起动到匀速的过程中, 客车发生的位移。

考点: 机车启动问题, 动能定理

难度: 中等

解析:

(1) 在起动的过程中功率不变, 汽车所受地面阻力不变。根据  $\begin{cases} F = \frac{P}{v} \\ F - f = ma \end{cases}$  可知加速为 0 时

汽车的速度达到最大值, 此时牵引力  $F$  等于阻力  $f$ 。所以:

阻力  $f = kmg$

$$f = 3 \times 10^4 \text{ N}$$

功率  $p = Fv$

$$p = 3 \times 10^5 \text{ W}$$

(2) 由动能定理, 合外力做功就等于动能的变化量可得:

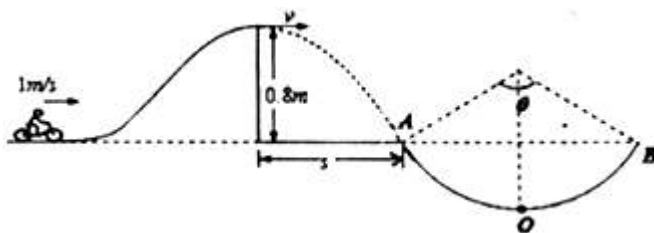
$$pt - fs = \frac{1}{2}mv^2$$

带入数据的  $s = 100 \text{ m}$

21 (B)、如图所示, 人骑摩托车做腾跃特技表演, 以  $1.0 \text{ m/s}$  的初速度沿曲面冲上高  $0.8 \text{ m}$ 、顶水平的高台, 若摩托车冲上高台的过程中始终以额定功率  $1.8 \text{ kW}$  行驶, 经过  $1.2 \text{ s}$  到达平台顶部, 到达顶部后立即关闭发动机油门, 人和车落至地面时, 恰能无碰撞地沿圆弧切线从  $A$  点切入光滑竖直圆弧轨道, 并沿轨道下滑。已知圆弧半径为  $R = 1.0 \text{ m}$ , 圆弧所对的圆心角  $\theta = 106^\circ$ , 人和车的总质量为  $180 \text{ kg}$ , 特技表演的全过程中不计一切阻力, 取  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ,  $\cos 53^\circ = 0.6$ 。求:

- (1) 人和车到达顶部平台时速度的大小;
- (2) 人和车运动到圆弧轨道最低点  $O$  时受到轨道的支持力的大小。





考点：动能定理、圆周运动结合

解析：（1）从刚开始运动到冲上高台的过程中，对人和车运用动能定理得：

$$\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = Pt - mgh, \text{ 代入数据得: } v = 3\text{m/s}$$

（2）从刚开始运动到到达 O 点的过程中，竖直下落的位移  $y = R - R\cos\frac{\theta}{2}$ ，运用动能定理：

$$\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = Pt + mgy$$

O 点时，有：  $F_N - mg = \frac{mv^2}{R}$ ，代入数据得：  $F_N = 7740\text{N}$

难度：中等

22. (9分) 选做题：本题包含 A、B 两题，请任选一题作答。如两题都做，按 A 题计分。

A. 如图所示，ABCD 为固定在竖直平面内的轨道，其中 ABC 为光滑半圆形轨道，半径为 R，CD 水平粗糙轨道。一质量为 m 的小滑块（可视为质点）从圆轨道中点 B 由静止释放，滑至 D 点恰好静止。已知 CD 间距为 4R，重力加速度为 g。求：

- (1) 滑块到达 C 点时的速度；
- (2) 与水平面间的动摩擦因数  $\mu$ ；
- (3) 若在 D 点给小滑块一初动能  $E_{k0}$ 。使它向左运动冲上圆轨道，滑块通过 A 点时的速度恰为  $\sqrt{gR}$ ，求  $E_{k0}$ 。

考点：动能定理、动能定理与圆周运动结合

解析：(1) 对小物块从 B 点到 C 点；过程中列动能定理

$$mgR = \frac{1}{2}mV_C^2 - 0$$

解的  $V_C = \sqrt{2gR}$

(2) 小物块从 C 点到 D 点列动能定理

$$-\mu mg4R = 0 - \frac{1}{2}mV_C^2$$

$$\mu = 0.25$$

(3) 小物块从 D 点到 A 点列动能定理

$$-\mu mg4R - 2mgR = \frac{1}{2}mV_A^2 - E_{k0}$$



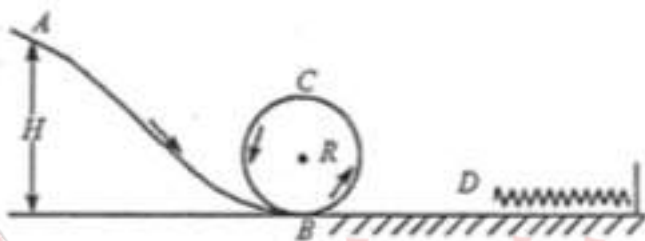


$$E_{k0} = \frac{7}{2} mgR$$

难度：中等

B. 如图的竖直平面内，一小物块（视为质点）从  $H=10\text{m}$  高处，由静止开始沿光滑弯曲轨道 AB 进入半径  $R=4\text{m}$  的光滑竖直圆环内侧，弯曲轨道 AB 在 B 点与圆环轨道平滑相接。之后物块沿 CB 圆弧滑下，由 B 点（无动量损失）进入右侧的粗糙水平面上压缩弹簧。已知物块的质量  $m=2\text{kg}$ ，与水平面间的动摩擦因数  $\mu = 0.2$ ，弹簧自然状态下最左端 D 点与 B 点距离  $L=15\text{m}$ ，求：（ $g = 10\text{m/s}^2$ ）

- (1) 物块从 A 滑到 B 时的速度大小；
- (2) 物块到达圆环顶点 C 时对轨道的压力；
- (3) 若弹簧最短时的弹性势能  $E_p=100\text{J}$ ，求此时弹簧的压缩量。



考点：动能定理、动能定理与圆周运动结合、弹性势能

解析：(1) 对小物块从 A 点到 B 点；过程中列动能定理

$$mgH = \frac{1}{2} mV_B^2 - 0$$

解的  $V_B = 10\sqrt{2}\text{m/s}$

(2) 小物块从 B 点到 C 点列动能定理

$$-2mgR = \frac{1}{2} mV_C^2 - \frac{1}{2} mV_B^2$$

C 点对小物块受力分析  $F_{\text{向}} = mg + F_N = m \frac{V_C^2}{R}$

代入数据解的 C 点时对轨道压力大小为 0N

(3) 当弹簧压缩到最短时设此时弹簧的压缩量为  $\chi$

对小物块从 B 点到压缩到最短的过程中列动能定理

$$-\mu mg(L + \chi) - W_{\text{弹}} = 0 - \frac{1}{2} mV_B^2$$

$$W_{\text{弹}} = E_p = 100\text{J}$$

由上试联立解的  $\chi = 10\text{m}$

难度：中等

