



高考科学总复习第一教材

2005版  
新课标 新考纲



- ▶ 透视五年高考命题规律
- ▶ 把握三年模拟跳动脉搏
- ▶ 体现最新课程改革精神
- ▶ 洞悉最新高考命题趋势
- ▶ 探索科学复习最新理念

## 物理答案全解全析

WULIDAAANQUANJIEQUANXI

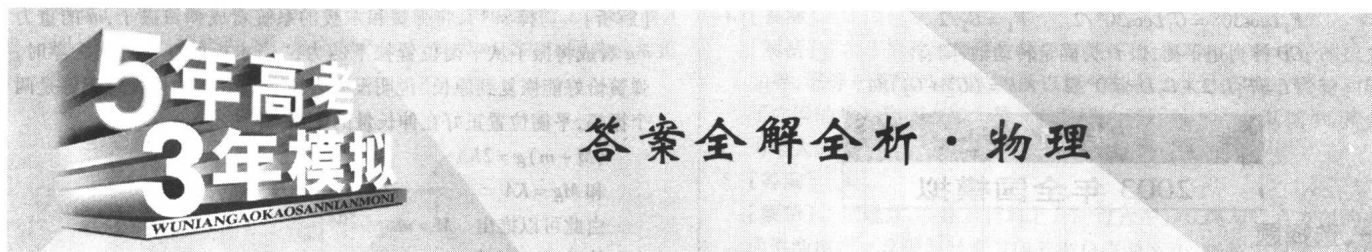
首都师范大学出版社  
文化艺术出版社

SAY 42/0502

# Contents

## 目录

专题一	力、物体的平衡	(001)
专题二	直线运动	(021)
专题三	牛顿运动定律	(034)
专题四	曲线运动	(055)
专题五	万有引力定律	(069)
专题六	机械能	(084)
专题七	动量	(108)
专题八	振动、波	(133)
专题九	分子动理论、热和功、气体	(155)
专题十	电场	(171)
专题十一	恒定电流	(201)
专题十二	磁场	(235)
专题十三	电磁感应	(264)
专题十四	交变电流、电磁振荡、电磁波	(295)
专题十五	光的反射和折射	(314)
专题十六	光的本性	(331)
专题十七	原子物理	(348)
	答案全解全析	(367)



**专题一**  
**2002 年模拟**

**一、选择题**

1. [答案] AC

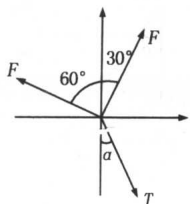
[解析] 卡车开始运动时是加速运动,集装箱有与卡车运动相反的运动趋势,集装箱受到与卡车运动方向相同的摩擦力,故选项 A 是正确的. 当卡车匀速运动时,集装箱和卡车没有相对运动的趋势,所以选项 B 是错误的,而 C 选项是正确的. 卡车制动后的情况与启动时情况正好相反,故选项 D 是错误的.

2. [答案] D

[解析] 活塞受力平衡的表达式为  $F = Mg + \rho ghS$  其中  $M$  是活塞的质量,  $\rho$  为水的密度, 开始阶段  $h$  减小, 直至水全部进入粗圆筒为止,  $h$  才保持不变. 故选项 D 是正确的.

3. [答案] C

[解析] 该题的陷阱是小球的摆动, 实质问题是共点力平衡. 对过 O 点的力进行正交分解可得:



$$F \sin 30^\circ + T \sin \alpha = F \sin 60^\circ$$

$$F \cos 30^\circ + T \cos 60^\circ = T \cos \alpha$$

式中  $F$  为 OA 和 OB 绳的拉力,  $T$  为下面绳子的拉力. 可以解得  $\tan \alpha = 2 - \sqrt{3}$  故选项 C 是正确的.

4. [答案] D

[解析] 选梯子底端为固定转动轴, 墙对梯子的弹力为  $N$ , 可得力矩平衡的表达式:

$$NL \sin \theta = G(1 - \frac{3}{5})L \cos \theta$$

$$N = 0.4 mg \cot \theta$$

梯子在水平方向上受到两个力的作用而处于平衡状态, 所以摩擦力  $F_f = N = 0.4 mg \cot \theta$ , 故选项 D 是正确的.

5. [答案] D

[解析] 满足题设条件只需让增加的阻力和动力相等即可.  $F \cos \theta = \mu F \sin \theta$

$$\tan \theta = 1/\mu$$

故选项 D 正确.

6. [答案] A

[解析] 由于 8 条绳的分布是均匀的, 所以每条绳的拉力大小相等, 且与竖直方向上的夹角也都相等, 取运动员为研究对象, 有  $8 \cdot T \cos 30^\circ = G_1$

$$T = \frac{\sqrt{3}G_1}{12} \text{ 故选项 A 正确.}$$

7. [解析] C

[解析] 将这个过程看成斜面倾角逐渐增大的过程. 根据力的平

衡知识可知, 由正交分解可得

$$F_f = mg \sin \alpha$$

$F_N = mg \cos \alpha$  当  $\alpha$  增大时,  $F_N$  减小,  $F_f$  增大. 所以选项 A 不正确. 物块对木板的力矩是物块对木板的作用力不变而力臂减小, 所以选项 B 不正确. 由于物块越来越低, 故其机械能减小, 选项 D 不正确, 只有选项 C 正确.

8. [解析] A

[解析] 因为整个过程一直处于平衡状态, 故  $F$  的力矩与重力的力矩始终相等, 由  $oa, ob$  是定值得力  $F$  是不变的, 故选项 C、D 错误. 只有当杆水平时重力的力臂才最大, 所以  $F$  的力矩先增大后减小. 故选项 A 是正确的.

9. [答案] BD

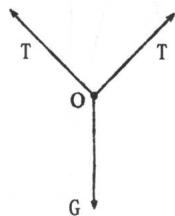
[解析] 因为匀速运动受力情况与静止受力都是平衡状态, 故可以静止代替匀速运动.  $M$  和  $m$  这个整体受一个沿斜面向上的拉力  $F$ , 所以需要水平向左的摩擦力才能在水平方向平衡, 竖直方向上因有  $F$  竖直向上的分力而使支持力小于重力. 故选项 B、D 是正确的.

10. [答案] A

[解析] A 对绳的作用力与绳对 A 的作用力为一对作用力和反作用力, 因此  $T = mg$ , 由受力分析知物体 A 受到的支持力  $N = Mg - mg$ , 所以  $N$  的反作用力  $N' = N = (M - m)g$

11. [答案] A

[解析] 受力分析如图所示知  $\frac{G}{2} = T \sin \alpha$



$$\alpha = \arcsin \frac{G}{2T} \text{ 当 } \alpha \geq \arcsin \frac{G}{2T} \text{ 时钢丝绳不会断}$$

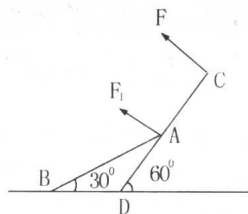
12. [答案] C

[解析] 根据受力平衡可知, A 受到水平方向上的两个力应该是平衡力, 所以木板 A 受到的滑动摩擦力大小等于  $T$ . 所以选项 C 是正确的. 木板 A 和 B 的质量关系以及各接触面间的动摩擦因数不明, 无法确定  $T$  与  $F$  的定量关系, 所以 A、B 选项是不正确的. 受力情况只能说明物体运动状态改变情况, 而与物体的运动速度没有直接关系. 故选项 D 不正确.

**二、计算题**

13. [答案]  $(G_1 + G_2)/4$

[解析] AB 棒力矩平衡, 以 B 为固定转动轴, 则有



$$F_1 L \cos 30^\circ = G_1 L \cos 30^\circ / 2 \quad F_1 = G_1 / 2$$

$$CD \text{ 棒力矩平衡, 以 } D \text{ 为固定转动轴, 则有}$$

$$FL = F_1 L / 2 + G_2 L \cos 60^\circ / 2 \quad F = (G_1 + G_2) / 4$$

## 专题一

## 2003 年全国模拟

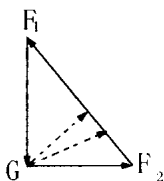
## 一、选择题

1. [答案] B

[解析] 由牛顿第三定律可知, 作用力与反作用力大小相等方向相反. 故选项 B 正确.

2. [答案] B

[解析] 由于 A 和 B 的相对位置始终不变, A 球受到的三个力方向都不会发生改变, 可以推出 AB 球之间的相互作用力不变. B 与挡板之间的弹力可由三角形法则判断出来挡板对 B 球的弹力逐渐减小. 如图故选项 B 是正确的.



3. [答案] B

[解析] 由图像可知物体的运动是匀速运动, 受力平衡, 故选项 B 正确.

4. [答案] B

[解析] 木块在以 ad 为底边的斜面上, 受到的摩擦力等于  $mg \sin \theta$ , 同时它又处在以 ab 为底边的斜面上, 所受的摩擦力也等于  $mg \sin \theta$ . 这两个摩擦力的方向是垂直的, 其合力 (实际摩擦力) 为  $\sqrt{2} mg \sin \theta$ , 故选项 B 正确.



5. [答案] A

[解析] 开始时, AO 绳虽然拉直但没有拉力, 所以它的拉力是一直增大的. OB 绳的拉力开始远离时等于重力, 远离后先减小后增大 (如上图). 故答案只有 A 正确.

## 二、计算题

6. [解答] 当 F 作用在物体上时, 沿斜面向下的力为:

$$(F + mg) \cdot \sin \theta \quad ①$$

假设物体滑动, 则沿斜面向上的摩擦力为:

$$\mu (F + mg) \cdot \cos \theta \quad ②$$

由  $\mu > \tan \theta$  可得:

$$\mu (F + mg) \cdot \cos \theta > (F + mg) \cdot \sin \theta \quad ③$$

从③式可以看出, 无论 F 多大, 作用在物体上的滑动摩擦力总是大于“下滑力”. 所以物体不会滑动.

## 专题一

## 2004 年全国模拟

1. [答案] A

[解析] 单摆摆球通过平衡位置时和做匀速圆周运动的物体都需要提供向心力, 故受力不平衡; 竖直上抛的物体因只受重力的作用, 所以受力不平衡, 所以选项 A 是正确的, 其他都是错误的.

2. [答案] B

[解析] 剪掉 m 后, 将弹簧和木板的系统看成弹簧振子, m 的重力 mg 看成将振子从平衡位置拉下的力, “当木板的速率再次为零时, 弹簧恰好能恢复到原长”说明没有去掉 m 时弹簧的伸长量正好是两个振幅, 平衡位置正好在伸长量的中点, 即有

$$(M + m)g = 2KA$$

$$\text{和 } Mg = KA$$

$$\text{由此可以推出 } M = m.$$

故选项 B 正确.

3. [答案] D

[解析] 由于物体始终静止, 故  $F_{\text{合}} = 0$ , 故 A 选项不正确, 物体所受斜面的摩擦力沿斜面向上, 而不是竖直向上, 故摩擦力的减小量为 F 沿斜面向上的分力 5.0N, 故选项 B 是错误的, 斜面受到的压力减小量是 F 在垂直于斜面上的分力大小, 故选项 C 也不正确. 其中 D 项中“物体对斜面的作用力”应理解为压力和摩擦力的合力, 故选项 D 是正确的.

4. [答案] B

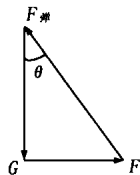
[解析] 在读题时, 只要明白测力计的拉力就是降落伞在下降过程中受到的空气阻力, 就知道选项 B 是正确的.

5. [答案] C

[解析] 由于船匀速行驶, 受到的力应该是平衡力, 即船受到的阻力在大小上与绳子的拉力的合力相等. 利用力的平行四边形法则和几何知识可以计算出拉力的合力为 2400N, 故选项 C 是正确的.

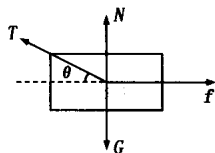
6. [答案] D

[解析] 由于小球一直处于平衡状态, 就可以按照受力平衡来解决. 将小球受到的三个力画成矢量三角形, 如下图所示.



需要强调的是重力是不变的, 拉力 F 的方向不变, 由此可得弹簧的拉力  $F_{\text{弹}} = G / \cos \theta$ , 由胡克定律知  $F_{\text{弹}} = kx$ , 即能够得到  $x = G / k \cos \theta$ , 由余弦函数的规律可以判断出 D 是正确的.

7. [答案] B



[解析] 分析物体 B 受力, 如图所示, 平衡状态时  $T \cos \theta = f$  · ①

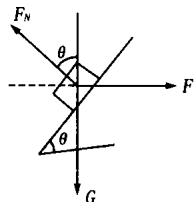
$$T \sin \theta + N = mg \quad ②$$

$$T = m_A g \quad ③$$

当 B 向左移动时,  $\theta$  增大, f 减少, N 减少, 故应选 B.

8. [答案] D

[解析] 物体受力如图, 分解  $F_N$  可得  $\begin{cases} F_N \sin \theta = F \\ F_N \cos \theta = G \end{cases}$  有:  $F_N = \frac{F}{\sin \theta}$ .

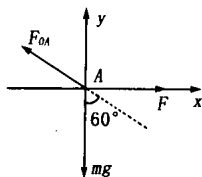


分解 F、G 可得,  $F_N = F \sin \theta + mg \cos \theta$

利用力的三角形可得  $F_N = \sqrt{F^2 + (mg)^2}$ , 故选项 D 是正确的.

9. [答案] C

【解析】对于B球,若受力平衡的话,AB球之间的绳拉力为零,故A球只受三个力的作用,OA绳拉力 $F_{OA}$ 、 $F$ 、重力 $mg$ ,由几何关系和正交分解得:



$$\begin{cases} F_{OA} \cos 60^\circ = mg \\ F_{OA} \sin 60^\circ = F \end{cases}$$

$$\text{即 } F = mg \tan 60^\circ = \sqrt{3}mg$$

故选项 C 是正确的。

## 二、计算题

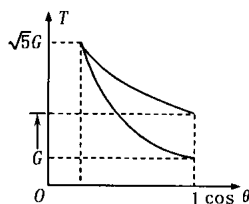
10. 【解析】(1)当水平拉力 $F=0$ 时,轻绳处在竖直位置时,轻绳张力 $T_1=G$ ,当水平拉力 $F=2G$ 时,由平衡条件得轻绳张力 $T_2 = \sqrt{G^2 + (2G)^2} = \sqrt{5}G$  (5分)

因此轻绳张力范围为: $G \leq T \leq \sqrt{5}G$  (3分)

(2)球的各位置均处于平衡状态,由平衡条件得: $T \cos \theta = G$

$T = G / \cos \theta$ ,即  $T \propto 1 / \cos \theta$  (4分)

$T$ 与 $\cos \theta$ 的关系如下图所示。(图3分)



### 专题一

#### 新题好题

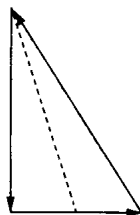
### 一、选择题

1. 【答案】 C

【解析】注意题中文字的隐含意义,“缓慢上提”即指出木块 $m_2$ 在上升过程中是一动态平衡过程,因此当弹簧 $k_1$ 达到原长时, $m_2$ 上升达到最高点而处于静止状态,不会因惯性而继续上升。在初始状态,对 $k_2$ 有 $k_2 x_1 = (m_1 + m_2)g$ ,即 $x_1 = \frac{(m_1 + m_2)g}{k_2}$ 。在末状态对 $k_2$ 有 $k_2 x_2 = m_2 g$ ,即 $x_2 = \frac{m_2 g}{k_2}$ 。因而, $m_2$ 移动的距离为 $\Delta x = x_1 - x_2 = \frac{(m_1 + m_2)g}{k_2} - \frac{m_2 g}{k_2} = \frac{m_1 g}{k_2}$ 。

2. 【答案】 B

【解析】将两球与杆看成一个整体,竖直方向上只有重力和地面对B球的支持力,这是一对平衡力,所以支持力 $N$ 不变;分析A球受力,画出力的矢量三角形如下图所示,则可以确定 $F$ 变小。故选项 B 正确。



3. 【答案】 BCD

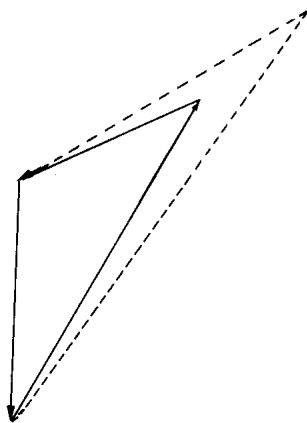
【解析】物体受到摩擦力或静摩擦力与否主要是看物体间有无相对运动或相对运动的趋势。A选项中的情况没有相对运动的趋势, B、C选项中的情况均有相对运动的趋势。而D选项则是具有相对运动。所以选项BCD是正确的。

4. 【答案】 C

【解析】由于滑轮和绳子之间的摩擦不计,AC和CD段绳子的拉力相等,都等于重物D的重力,所以绳子的拉力大小不变。滑轮和绳子之间的相互作用力增大是由于两段绳子间的夹角不断减小,其合力增大的缘故。所以选项 C 是正确的。

5. 【答案】 A

【解析】依题意,在建筑材料上升的过程中,AC绳与竖直方向的夹角逐渐增大,CD绳与竖直方向的夹角逐渐减小,将建筑材料上升的过程看成平衡状态,作出力的三角形,满足上面两个夹角变化,只能是两段绳子拉力都增大。所以选项 A 是正确的。



6. 【答案】 BC

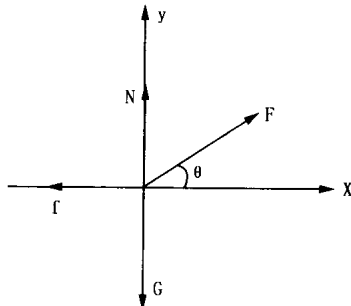
【解析】先对物体进行受力分析,利用正交分解可得

$$F \cos \theta = f$$

$$N + F \sin \theta = G$$

$$\text{可得 } f = F \cos \theta \quad N = G - F \sin \theta$$

由正弦和余弦函数在 $0 \sim 180^\circ$ 的变化规律就能够确定选项 BC 是正确的。



### 二、填空题

7. 【答案】  $\frac{G}{2}, G$

【解析】该题亦是力矩平衡问题,对杆 $O_1 B$ 分析,其转轴为 $O_1$ ,此时力矩平衡, $G \cdot \frac{3}{4}l + T_A \cdot \frac{l}{2} = T_B \cdot l$ ,对杆 $AO_2$ ,转轴为 $O_2$ ,由力矩平衡可知: $T_A \cdot l = T_B \cdot \frac{l}{2}$ ,由以上两式可得 $T_A = \frac{G}{2}, T_B = G$ 。

### 专题二

#### 2002 年全国模拟

### 一、选择题

1. 【答案】 B

【解析】由图中可以看出,轿车之间的距离约为 $S_1 = 12m, S_2 = 20m$ 。由公式 $\Delta S = aT^2$ 得 $a = \frac{\Delta S}{T^2} = \frac{20 - 12}{2^2} = 2m/s^2$

所以 B 正确。

## 2. [答案] C

[解析] 把下抛乙物体时做为起始零时刻,则有:

甲物体的速度:  $v_1 = g(t+T)$ ; 乙物体的速度:  $v_2 = v_0 + gt$

所以甲相对于乙的速度:  $v_1 - v_2 = gT - v_0$  可见相对速度是一定值,所以 C 正确.

## 二、填空题

3. [答案] (1)丙 (2)3.11m/s<sup>2</sup>

[解析] (1)由匀变速直线运动规律可知:  $\Delta S = S_2 - S_1 = S_3 - S_2 = \dots = aT^2$

$$\therefore \Delta S = S_2 - S_1 = 6.11 - 3.00 = 3.11 \text{ cm}$$

$$S_5 = S_1 + 4\Delta S = 3.00 + 4 \times 3.11 = 15.44 \text{ cm}$$

所以纸带丙的数据最接近,应和 A 是同一条纸带.

$$(2) a = \frac{\Delta S}{T^2} = \frac{3.11 \times 10^{-2}}{0.1^2} = 3.11 \text{ m/s}^2$$

## 专题二

## 2003 年全国模拟

## 一、选择题

## 1. [答案] BC

$$[解析] a = \frac{v_t - v_0}{t} = \frac{8 - 12}{2} = -2 \text{ m/s}^2$$

$$\text{故 } t = \frac{v_t' - v_0}{a} = \frac{\pm 2 - 12}{-2} = 5 \text{ s 或 } 7 \text{ s. BC 正确}$$

题目中只有速度的大小,说明有两种可能的方向.

## 2. [答案] C

[解析]  $\because v_t = v_0 + at \therefore B$  物体停止运动需要的时间  $t = \frac{v_t - v_0}{a} = \frac{10}{2} = 5 \text{ s}$  在这一段时间内,  $B$  的位移  $S_B = v_0 t - \frac{1}{2} at^2 = 10 \times 5 - \frac{1}{2} \times 2 \times 5^2 = 25 \text{ m}$ ,  $A$  的位移  $S_A = vt = 4 \times 5 = 20 \text{ m}$  这时  $A$ 、 $B$  之间的距离是  $12 \text{ m}$ ,  $A$  物体还需要  $3 \text{ s}$  才能赶上  $B$ . 所以 C 正确.

## 3. [答案] D

[解析] 时间不能倒流,一个物体在同一时刻不能对应两个速度.

## 二、填空题

4. [答案]  $\frac{2V}{\pi}$ 

[解析] 由平均速度的定义可知:  $\bar{v} = \frac{s}{t} = \frac{2R}{\frac{\pi R}{v}} = \frac{2v}{\pi}$

## 三、计算题

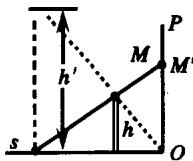
## 5. [答案] 如图,矮墙在高墙上影子刚好消失的点光源上升的高度为

$h'$ . 连接  $OM$  并延长,则有  $\frac{h}{h'} = \frac{1}{4}$ ,  $h' = 4h = 3.2 \text{ m}$  点光源上升的最

大高度为  $H$ ,  $H = \frac{v_0^2}{2g} = 5 \text{ m}$  点光源  $S$  在  $3.2 \text{ m}$  到  $5 \text{ m}$  所用时间为  $t$ , 根据

运动的对称性,则  $H - h' = \frac{1}{2} gt^2$ , 所以  $t = \sqrt{\frac{2(H-h')}{g}} =$

$$\sqrt{\frac{2 \times (5 - 3.2)}{10}} = 0.6 \text{ s} \text{ 影子消失时间 } t_{\text{总}} = 2t = 1.2 \text{ s}$$



## 专题二

## 2004 年全国模拟

## 一、选择题

## 1. [答案] C

[解析] 加速度反映的是速度变化的快慢,与速度没有直接关系,理解了加速度的定义,就能够判断选项 C 是正确的.

## 2. [答案] D

[解析] 加速度不为零说明物体的速度是改变的,速度改变包括大小的变化和方向的改变,故选项 A、B 不正确. 由于动能是标量,动量是矢量,速度改变动量一定改变,动能则不一定改变,故选项 D 是正确的.

## 二、计算题

3. [解析] (1)由给出的数据可知,重物落地后,木块在连续相等的时间  $T$  内的位移是

$$s_1 = 8.69 \text{ cm} \quad s_2 = 7.30 \text{ cm} \quad s_3 = 5.88 \text{ cm}$$

$$s_4 = 4.48 \text{ cm} \quad s_5 = 3.10 \text{ cm} \quad s_6 = 1.72 \text{ cm}$$

以  $a$  表示加速度,根据匀变速直线运动的规律有

$$s_4 - s_1 = 3a_1 T^2 \quad a_1 = -1.403 \text{ m/s}^2$$

$$s_5 - s_2 = 3a_2 T^2 \quad \text{其中 } T = 0.1 \text{ s, 代入数据解得}$$

$$a_2 = -1.400 \text{ m/s}^2$$

$$s_6 - s_3 = 3a_3 T^2 \quad a_3 = -1.387 \text{ m/s}^2$$

$$\text{由解得 } a = -1.40 \text{ m/s}^2 \quad (4 \text{ 分})$$

$$(2) \text{打点 3 时的速度 } v_3 = \frac{S_4 - S_2}{2T}$$

$$\text{代入数据解得 } v_3 = 0.518 \text{ m/s} \quad (3 \text{ 分})$$

4. [解析] (1)在斜面上小球沿  $v_0$  方向做匀速运动,垂直  $v_0$  方向做初速度为零的匀加速运动,加速度

$$a = g \sin 30^\circ$$

$$s = v_0 t \quad (1)$$

$$t = \frac{1}{2} g \sin 30^\circ t^2 \quad (2)$$

由②得:

$$t = \sqrt{\frac{2l}{g \sin 320^\circ}} \quad (3)$$

由①、③得:

$$s = v_0 \sqrt{\frac{2l}{g \sin 30^\circ}} = 10 \sqrt{\frac{2 \times 10}{10 \times 0.5}} \text{ m} = 20 \text{ m} \quad (4)$$

(2)设小球运动到斜面底端时的速度为  $v$ , 由动能定理得:

$$mgl \sin 30^\circ = \frac{1}{2} mv^2 - \frac{1}{2} mv_0^2 \quad (5)$$

$$v = \sqrt{v_0^2 + gh} = \sqrt{10^2 + 10 \times 10} \text{ m/s} = 14.1 \text{ m/s} \quad (6)$$

①、②两式各 2 分;④式 2 分;⑤、⑥两式各 3 分;⑥式 3 分. 计

12 分

5. [解析] 设列车做匀加速运动的加速度为  $a_1$ , 所用时间为  $t_1$ ; 做匀速运动所用时间为  $t_2$ ; 做匀减速运动的加速度大小为  $a_2$ , 所用时间为  $t_3$ . 则

$$a_1 t_1 = v = a_2 t_3 \quad (1) \quad (3 \text{ 分})$$

$$\therefore t_1 = t_3 \quad \therefore a_1 = a_2 \quad (2) \quad (2 \text{ 分})$$

$$S = \frac{1}{2} a_1 t_1^2 + vt_2 + \frac{v^2}{2a_2} \quad (3) \quad (3 \text{ 分})$$

$$\text{又 } t = t_1 + t_2 + t_3 \quad (4) \quad (3 \text{ 分})$$

把①、②和③式代入④式,解得

$$t_1 = 190 \text{ s} \quad a_1 = 0.63 \text{ m/s}^2 \quad (4 \text{ 分})$$

**专题二**  
**新题好题**

**一、选择题**

1. [答案] B

[解析] 由题可知,人的重心在跳高时约升高 0.9m,因而初速度  $v_0 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 0.9} = 4.2 \text{ m/s}$ ,答案选 B. 跳高是一项常见的体育活 动,如何正确处理数据,选择恰当的物理过程分析实际问题,是 学生们应该注意的解决实际问题的能力的一个方面.

**二、填空题**

2. [答案] 1.7 (答 1.8 同样给分).

[解析] 运动员跳起达到最高点的时间  $t_1 = \sqrt{\frac{2h_1}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 0.45}{10}} = 0.3 \text{ s}$ ,人从最高点至水面的高度是  $10 + 0.45 = 10.45 \text{ m}$ ,下落可看成是 自由落体运动,时间为  $t_2$ . 所以  $t_2 = \sqrt{\frac{2h_2}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 10.9}{10}} = 1.446 \text{ s}$ ,所以  $t = t_1 + t_2 = 0.3 + 1.4 = 1.7 \text{ s}$ . 注意运动员跳起时和落水时手脚位置 变换以及在空中所做各种动作,并不影响整体下落时间. 可将运 动员离台到落水分为竖直上抛及自由落体运动的两个阶段,分别求 上升和下降时间

3. [答案]  $\frac{1}{H}, 1 \times 10^{10}$

[解析] 由于爆炸后各星体做匀速运动,令宇宙年龄为  $T$ ,则星球现 在距我们距离为  $r = vT = HrT$ ,得  $T = \frac{1}{H}$ .

$$\begin{aligned} \text{即 } T &= \frac{1}{H} = \frac{1}{3 \times 10^{-2} (\text{m/s} \cdot \text{光年})} \\ &= \frac{365 \times 24 \times 3600 \times 3 \times 10^8}{3 \times 10^{-2} \times 3600 \times 24 \times 365} \\ &= 1 \times 10^{10} \text{ 光年.} \end{aligned}$$

该题以天文观测中的宇宙膨胀为背景资料,给出相关结论,要 求考生通过阅读,正确分析,抓住问题的关键所在,亦是一个很好的 联系实际的问题.

**专题三**  
**2002 年全国模拟**

**一、选择题**

1. [答案] C

[解析] 分析 A、B 整体的受力情况,根据牛顿第二定律,可得:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{m_A g}{m_A + m_B}$$

再由 B 物体的受力分析,可得:

$$T = m_B a = \frac{m_A m_B g}{m_A + m_B} = \frac{m_A}{m_A + m_B} m_B g$$

显然,  $T < m_B g$   
所以 C 正确.

2. [答案] D

[解析] 电梯刚启动时,具有向下的加速度. 以人为研究对象,由 牛顿第二定律可知:人受到重力应大于于电梯对人的支持力. 再根据 牛顿第三定律可知:人对地板的压力应等于于电梯对人的支持力. 所 以 D 正确.

3. [答案] D

[解析] 对物体 M 进行受力分析,沿斜面方向上有三个力,重力沿 斜面的分力  $G_1 = Mgsin\alpha$ ;绳子的拉力  $T = mg$ ;摩擦力  $f$ . 当 M 保持静 止时,三个力应该平衡,但由于题中并未给出 M 和 m 的大小关系,所 以存在两种可能

①如果  $G_1 > T$ ,则有:  $f = G_1 - T = mgsin\alpha - mg$ ;  $f$  随  $\alpha$  的增大而增 大

②如果  $G_1 < T$ ,则有:  $f = T - G_1 = mg - mgsin\alpha$ ;  $f$  随  $\alpha$  的增大而减 小

当物体沿斜面下滑时,摩擦力为滑动摩擦力,所以  $f = \mu F_N$ . 由物 体在垂直斜面方向上的受力可知:  $F_N = mgcos\alpha$ ;故  $f = \mu mgcos\alpha$ ,  $f$  随  $\alpha$  的增大而减小.

所以 D 正确.

4. [答案] B

[解析] 以滑轮为研究对象,进行受力分析,由平衡条件很容易得 出绳上的拉力  $T = F/2$ . 再以物体 A 为研究对象进行受力分析,由平 衡条件可知 A 受到的摩擦力方向向左,大小为  $f_1 = F/2$ . 同理,以物 体 B 为研究对象进行受力分析,由平衡条件可得 B 物体受到的地面 的摩擦力  $f_2 = T + F_1 = F$ ,方向向左.

5. [答案] C

[解析] 由静止时知:  $mg = F_{浮}$ ,又  $F_{浮} = \rho g V$ ,知当加速上升时  $F'_{浮} = \rho V g' = mg'$  因为  $g' > g$ . 所以  $F'_{浮} > F_{浮} = mg$  ∴ C 正确

6. [答案] C

[解析] 由  $a = g - \frac{f}{m}$  知,随  $v$  增大  $f$  增大,所以  $a \downarrow$  在图像上体现 出曲线斜率逐渐减小.

7. [答案] B

[解析] 由题意知:物体向左做匀减速直线运动. 加速方向向右. 加速度  $a = g \tan \theta$ . M 所受的摩擦力  $f = F_{合} = Ma = Mg \tan \theta$ ,方向向右.

8. [答案] A、D

[解析] 两次加速度  $a_1 = a_2 = \frac{F}{m_A + m_B}$

$$\begin{aligned} f_1 = F_B &= \frac{F}{m_A + m_B} \cdot m_B & f_2 = F_A &= \frac{F}{m_A + m_B} \cdot m_A & \because m_A \neq m_B \\ \therefore f_1 &\neq f_2 \end{aligned}$$

9. [答案] C

[解析] 由图像可知物体的运动情况分四个阶段:1s 内,物体静止; 第 2s、3s、4s 内由于  $F_2$  不断减小,合力不断增大. 根据牛顿第二定 律:  $F_1 - F_2 = ma$  知物体做变加速运动,加速度均匀增大;第 5s 内物 体做变加速运动,加速度均匀减小;第 6s 内物体做匀速运动. 所以 C 正确.

**二、填空题**

10. [答案] ①3.79 ②0.19 ③497.5N

[解析] ①由匀变速运动公式  $\Delta S = aT^2$ ,可得摩托车加速时的加 速度

$$a = \frac{\Delta S}{T^2} = \frac{8.31 - 4.52}{1} = 3.79 (\text{m/s}^2)$$

②方法同上,可得摩托车减速时的加速度  $a = \frac{\Delta S}{T^2} = \frac{10.17 - 9.98}{1} = 0.19 (\text{m/s}^2)$

③根据牛顿第二定律可得:摩托车加速时的加速度  $a_1 = \frac{F - f}{m}$ ,

减速时的加速度  $a_2 = \frac{f}{m}$ ,两式联立可得:  $F = ma_2 + ma_1 = 125 \times (3.79 + 0.19) = 497.5 (\text{N})$

**三、计算题**

11. [答案] ①甲乙间的距离:  $s_1 = v_{甲} t + \frac{1}{2} a t^2$

$$\text{乙丙间距离: } s_2 = (v_{甲} + at)t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$\therefore a = \frac{s_2 - s_1}{t^2} = \frac{17.5 - 12.5}{1} = 5 \text{ m/s}^2$$

由牛顿第二定律  $mgsin\theta = ma$

$$\therefore sin\theta = \frac{5}{10} = \frac{1}{2} \quad \theta = 30^\circ$$

$$s_1 - \frac{1}{2} a t^2 = 12.5 - \frac{1}{2} \times 5 \times 1$$

$$\text{② } v_{甲} = \frac{s_1 - \frac{1}{2} a t^2}{t} = \frac{12.5 - \frac{1}{2} \times 5 \times 1}{1} = 10 \text{ m/s}$$

$$v_T = v_{甲} + 3at = 10 + 3 \times 5 \times 1 = 25 \text{ m/s}$$

③设摄像时甲滑动的时间为  $t_{甲}$ ,  $t_{甲} = \frac{v_{甲}}{a} = 10/5 = 2 \text{ s}$ , 可知甲

上面有 2 个小孩.

12. [解析] 根据牛顿第二定律  $F - mg = ma$  可得火箭装置起飞的加速度  $a = \frac{F}{m} - g = \frac{4.21 \times 10^6}{3.05 \times 10^5} - 9.80 = 4.00 \text{ m/s}^2$  由此可得火箭离

开火箭塔的时间  $t$  和速度  $v$  根据  $h = \frac{1}{2}at^2$  得  $t = \sqrt{\frac{2h}{a}} = \sqrt{\frac{2 \times 100}{4}} \text{ s} = 7.07 \text{ s}$  根据  $v^2 = 2ah$  得  $v = \sqrt{2ah} = \sqrt{2 \times 4 \times 100} \text{ m/s} = 28.3 \text{ m/s}$

### 专题三

#### 2003 年全国模拟

#### 一、选择题

1. [答案] D

[解析] 对整体  $a = \frac{F}{M+m}$  对  $m$ :  $f = ma = \frac{mF}{M+m}$  D 正确

2. [答案] B

[解析] 由物体的受力图像, 可以看出物体受力随时间呈周期性变化, 一个周期内分四个阶段. 根据牛顿第二定律和运动学知识可知, 从  $t_2$  时刻释放, 物体会始终向左运动. 所以 B 正确.

3. [答案] B

[解析]  $s = h/\cos\alpha$   $a = g\cos\alpha$  由  $s = \frac{1}{2}at^2$  得  $t = \sqrt{\frac{2s}{a}} = \sqrt{\frac{2h}{g\cos^2\alpha}}$

B 正确

4. [答案] B

[解析] 依据弹簧振子的运动特点, B 刚好离开地面的最小压力应等于  $(m_A + m_B)g = 50 \text{ N} > 45 \text{ N}$ , 故 B 不能离开地面, 且与  $k$  无关.

5. [答案] A

[解析] A 和 B 的图像和纵坐标相交于同一点, 说明两物体在不受  $F$  只受重力的作用下, 它们的加速度相同, 可知: 两地的重力加速度相同; 由 A 和 B 的图像和横坐标相交于不同点, 说明两物体在平衡状态时  $F$  的大小不同, A 物体的  $F$  小, 表明 A 的重力小, 即 A 的质量小于 B 的质量.

所以 A 正确.

6. [答案] C

[解析] 由于物体处于平衡状态, 可知两根弹簧产生的合力大小等于  $2mg$ , 方向竖直向上. 故剪断细线后  $3mg - mg = 2mg$ , 小球的加速度应  $a = 2g$ , 方向向上.

所以 C 正确.

#### 二、计算题

7. [答案] (1) 9N. (2) 0.125.

$$[\text{解析}] \quad (2) \begin{cases} a = \frac{10}{10} = 1 = \frac{F-f}{m} = \frac{F-f}{4} \\ a = \frac{10}{20} = 0.5 = \frac{f - \frac{1}{3}F}{m} = \frac{f - \frac{1}{3}F}{4} \end{cases}$$

解得:  $F = 9 \text{ N}$   $f = 5 \text{ N} = \mu mg$   $\mu = 0.125$

8. [答案] 26N

[解析] 设 B 在 A 上运动时, A、B 加速度分别为  $a_A$ 、 $a_B$ , 历时  $t$ , 则  $a_B = \mu_1 g = 1 \text{ m/s}^2$  ①

$$a_A = \frac{F - f_1 - f_2}{M} = \frac{F - 16}{5} \quad ②$$

A、B 位移分别是  $s_{A1}$ 、 $s_{B1}$

$$s_{B1} = \frac{1}{2}a_B t^2 = \frac{1}{2}t^2$$

$$s_{A1} = \frac{1}{2}a_A t^2 = \frac{F - 16}{10}t^2$$

$$s_{A1} - s_{B1} = 2$$

$$\therefore \frac{F - 16}{10}t^2 - \frac{1}{2}t^2 = 2 \quad ③$$

此时 B 速度,  $v_B = a_B t = t$

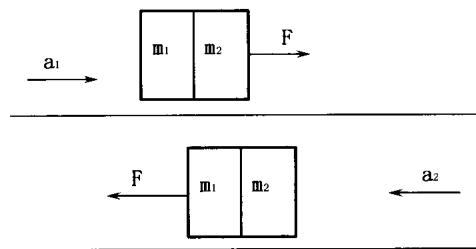
掉下后 B 的加速度  $a_B = \mu_2 g = 2 \text{ m/s}^2$  到停下来滑行  $s_{B2}$

$$s_{B2} = \frac{v_B^2}{2a_{B2}} = \frac{t^2}{4}$$

$$\text{又 } s_{B1} + s_{B2} = 2 \quad \therefore t = 2 \text{ s}$$

代入③有  $F = 26 \text{ N}$

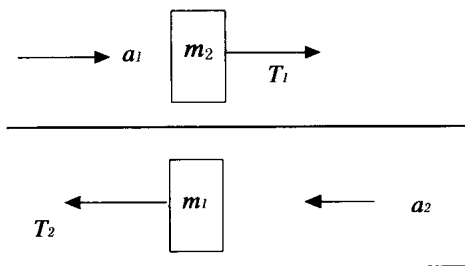
9. [解析] 以整体为对象, 先后两种情况下, (水平方向) 受力如图: (竖直方向受平衡力)



由牛顿第二定律, 分别列出:

$$F = (m_1 + m_2)a_1 \dots\dots ①; \quad F = (m_1 + m_2)a_2 \dots\dots ②;$$

(2) 以尾端物体为研究对象, 先后两种情况下, (水平方向) 受力如图:



(竖直方向受平衡力)

由牛顿第二定律, 分别列出:

$$T_1 = m_2 a_1 \dots\dots ③; \quad T_2 = m_1 a_2 \dots\dots ④$$

(3) 联立以上四式得:

$$T_1 = \frac{m_2}{m_1 + m_2} F \dots\dots ⑤; \quad T_2 = \frac{m_1}{m_1 + m_2} F \dots\dots ⑥$$

$$(4) \text{由上二式得: } \frac{T_1}{T_2} = \frac{m_2}{m_1}$$

所以, 若  $m_2 > m_1$ , 则  $T_1 > T_2$ ; 若  $m_2 < m_1$ , 则  $T_1 < T_2$ ; 若  $m_1 = m_2$ , 则  $T_1 = T_2$

10. [解析] 物块加速运动时的加速度为  $a_1$ , 减速运动时的加速度为  $a_2$ , 因为物块向右作加速与减速运动的时间和位移的大小均相等.

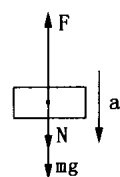
所以加速、减速运动的加速度大小相等, 即  $a_1 = a_2$ .

根据牛顿第二运动定律  $F_1 - \mu mg = ma_1$

$$F_2 - \mu mg = -ma_2$$

$$\text{解得: } \mu = \frac{F_1 + F_2}{2mg}$$

11. [解析] (1) 下底板传感器的示数等于轻弹簧的弹力  $F$ , 金属块受力如右图所示, 上顶板的压力  $N = 7.2 \text{ N}$ , 弹簧的弹力  $F = 12.0 \text{ N}$  和重力  $mg$ , 加速度为  $a$ , 方向向下, 有



$$mg + N - F = ma$$

求得金属块的质量  $m = 0.60 \text{ kg}$



上顶板传感器的示数是下底板传感器的示数的一半时,弹簧的弹力仍是  $F$ ,上顶板的压力为  $F/2$ ,设箱和金属块的加速度为  $a_1$ ,有

$$mg + \frac{F}{2} - F = ma_1$$

解得  $a_1 = 0$ ,箱处于静止或做匀速直线运动.

(2) 当上顶板的压力恰好等于零时,  $mg - F = ma_2$

得加速度  $a_2 = -10\text{m/s}^2$ ,“-”号表示加速度方向向上

若箱和金属块竖直向上的加速度大于  $10\text{m/s}^2$ ,弹簧将被进一步压缩,金属块要离开上顶板,上顶板压力传感器的示数也为零只要竖直向上的加速度大于或等于  $10\text{m/s}^2$ ,不论箱是向上加速或向下减速运动,上顶板压力传感器的示数都为零.

### 专题三

### 2004 年全国模拟

#### 一、选择题

1. [答案] C

[解析] 先将弹簧秤和重物看成整体,利用牛顿第二定律可得:

$$F - (m + m_0)g = (m + m_0)a \quad ①$$

然后隔离重物利用牛顿第二定律可得

$$F' - mg = ma \quad ②$$

由①②两式可得

$$F' = \frac{m}{m_0 + m}g$$

故选项 C 正确.

2. [答案] D

[解析] 撤去一个力,物体受力就不平衡了,考虑到题目中没有给出物体运动的初始情况,故物体做直线运动和曲线运动都有可能,故选项 D 是合理的.

3. [答案] C

[解析] 由于物体原来处于匀速直线运动状态,说明物体原来受力已经是平衡状态,当物体受到水平向左的恒力时,物体受力可以认为只受这个恒力的作用,故其先减速为零又反向加速,根据对称性,其速率不变,所以选项 C 是正确的.

4. [答案] D

[解析] 根据牛顿第二定律,水平面上的物体受到拉力获得的加速度  $a$  和拉力  $F$  的关系:  $a = \frac{F - \mu mg}{m} = \frac{F}{m} - \mu g$ ,由数学知识可知 A、B

图像的斜率都等于  $\frac{1}{m}$ ,图像 B、C 和纵坐标的交点等于  $-\mu g$ .可见

$$m_A = m_B < m_C, \mu_A < \mu_B = \mu_C.$$

所以 D 选项正确.

5. [答案] D

[解析] 由弹簧的情况可以看出,铁球处于失重一半状态,即具有向下  $5\text{m/s}^2$  的加速度.因此可判断出电梯的状态,根据牛顿第二定律进一步可算出乘客对地板的压力.

所以 D 选项正确.

#### 二、填空题

6. [答案] (1) 0.3000m

5 分

(2)  $2.40\text{m/s}^2$

5 分

(3) 用米尺测量:木板的长度  $L$ ,木板上端到水平桌面的高度  $H$ .

4 分

$$(4) \mu = \frac{H}{\sqrt{L^2 - H^2}} - \frac{a}{g} \cdot \frac{L}{\sqrt{L^2 - H^2}}$$

4 分

[解析] (1) 从图中可以读出是 30cm,根据尺子的最小刻度是毫米,再加上一位估计读数,应记录 30.00cm,以米为单位则是 0.3000m

(2) 根据题目中的条件有四个点未画出知记数点间的时间间隔是  $T = 0.1\text{s}$ .

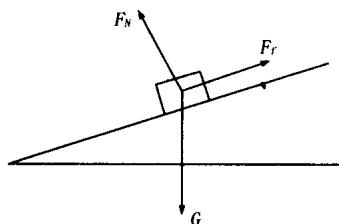
从纸带上读出  $S_{AB} = 0.0840\text{m}$ ,  $S_{CD} = 0.1320\text{m}$

由匀变速运动的特点可知  $S_{CD} - S_{AB} = 2aT^2$

代入数据计算得  $a = 2.40\text{m/s}^2$

(3) 由于物体是在一个斜面上的运动,进行力的运算需要知道斜面的夹角,在没有量角器的条件下,可以通过测量斜面的高度和长度的办法解决.

(4) 对斜面上的物体进行受力分析,如图



沿斜面建立坐标系,并取沿斜面向下为正,有

$$mgsin\theta - \mu mgcos\theta = ma$$

代入有关数据可得:

$$\mu = \frac{H}{\sqrt{L^2 - H^2}} - \frac{a}{g} \cdot \frac{L}{\sqrt{L^2 - H^2}}$$

7. [答案]  $mg/2s_0f$

[解析] 由闪光照片找出钢球匀速运动的阶段,从中判断出在一个时间间隔  $T = 1/f$  内,钢球下落的距离是  $2s_0$ ,由匀速直线运动公式得

$$v = 2s_0/T = 2s_0f \quad ①$$

匀速下落时受力平衡有

$$mg = kv^2 \quad ②$$

解①②可得答案结果.

$$k = mg/2s_0f$$

#### 三、计算题

8. [解析] (1) 物体受拉力向上运动过程中,受拉力  $F$ ,重力  $mg$  和摩擦力  $f$ ,设物体向上运动的速度为  $v$ ,根据牛顿第二定律有

$$F - mgsin\theta - f = ma_1 \quad 3 \text{ 分}$$

$$\text{因 } f = \mu N, N = mgcos\theta \quad 2 \text{ 分}$$

$$\text{解得 } a_1 = 2.0\text{m/s}^2 \quad 1 \text{ 分}$$

$$\text{所以 } t = 4.0\text{s} \text{ 时物体的速度大小为 } v_1 = a_1 t = 8.0\text{m/s} \quad 2 \text{ 分}$$

$$(2) \text{绳断时物体距斜面底端的位移 } S_1 = \frac{1}{2} a_1 t_1^2 = 16\text{m}$$

绳断后物体沿斜面向上做匀减速直线运动,设运动的加速度大小为  $a_2$ ,则根据牛顿第二定律,对物体沿斜面向上运动的过程有

$$mgsin\theta + \mu mgcos\theta = ma_2 \quad 2 \text{ 分}$$

$$\text{解得 } a_2 = 8.0\text{m/s}^2 \quad 1 \text{ 分}$$

$$\text{物体做减速运动的时间 } t_2 = v_1/a_2,$$

$$\text{减速运动的位移 } s_2 = v_1 t_2/2 \quad 2 \text{ 分}$$

此后物体将沿斜面匀加速下滑,设物体下滑的加速度为  $a_3$ ,根据牛顿第二定律对物体加速下滑的过程有

$$mgsin\theta - \mu mgcos\theta = ma_3 \quad 2 \text{ 分}$$

$$\text{解得 } a_3 = 4.0\text{m/s}^2 \quad 1 \text{ 分}$$

设物体由最高点到底端的时间为  $t_3$ ,所以物体向下匀加速

$$\text{运动的位移, } s_1 + s_2 = \frac{1}{2} a_3 t_3^2$$

$$\text{解得 } t_3 = \sqrt{10}\text{s} = 3.2\text{s} \quad 1 \text{ 分}$$

$$\text{所以物体返回到底端的时间为 } t_{\text{总}} = t_2 + t_3 = 4.2\text{s} \quad 1 \text{ 分}$$

(答案中带有  $\sqrt{10}$  的不扣分)

9. [解析] (1) 小滑块与木板间的滑动摩擦力

$$f = \mu N = \mu mg \quad 3 \text{ 分}$$

小滑块在滑动摩擦力  $f$  作用下向右匀加速运动的加速度

$$a_1 = f/m = \mu g = 4\text{m/s}^2 \quad 3 \text{ 分}$$

木板在拉力  $F$  和滑动摩擦力  $f$  作用下向右匀加速运动的加速度

$$a_2 = (F - f)/M \quad 3 \text{ 分}$$

使  $m$  能从  $M$  上面滑落下来的条件是  $a_2 > a_1$  3分

即  $(F-f)/M > f/m$

解得  $F > \mu(M+m)g = 20\text{N}$  3分

(2) 设  $m$  在  $M$  上面滑动的时间为  $t$ , 当恒力  $F = 22.8\text{N}$ , 木板的加速度  $a_2 = (F-f)/M = 4.7\text{m/s}^2$  1分

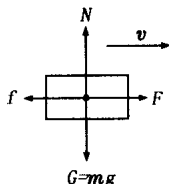
小滑块在时间  $t$  内运动位移  $S_1 = a_1 t^2 / 2$  1分

木板在时间  $t$  内运动位移  $S_2 = a_2 t^2 / 2$  1分

因  $S_2 - S_1 = L$  1分

即  $4.7t^2/2 - 4t^2/2 = 1.4$  解得  $t = 2\text{s}$  1分

10. [解析] 1. 物体的受力如下图所示, 由物体做匀速运动得

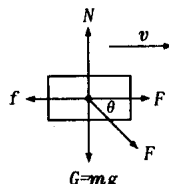


$$\left. \begin{aligned} F - f &= 0 \\ N - mg &= 0 \\ f &= \mu N \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$$\text{解得: } \mu = \frac{F}{mg} \quad (2)$$

2. 分两种情形:

(1) 设所加的力  $F$  斜向右下方, 且与水平方向的夹角为  $\theta$ , 由物体做匀速运动得



$$\left. \begin{aligned} F + F\cos\theta - f &= 0 \\ N - mg - F\sin\theta &= 0 \\ f &= \mu N \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

由以上三式可以推得,

$$F\cos\theta = \mu F\sin\theta \quad (4)$$

$$\tan\theta = \frac{1}{\mu} = \frac{mg}{F}, \text{ 即 } \theta = \arctan \frac{mg}{F} \quad (5)$$

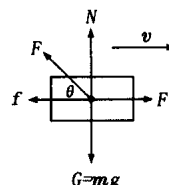
(2) 设所加的力  $F$  斜向左上方, 且与水平方向的夹角为  $\theta$ , 由物体做匀速运动得知

$$F - F\cos\theta - f = 0$$

$$N + F\sin\theta - mg = 0$$

$$\text{解得 } F = \mu N$$

$$\tan\theta = \frac{1}{\mu} = \frac{mg}{F}, \text{ 即 } \theta = \arctan \frac{mg}{F}$$



故所加外力  $F$  与水平面的夹角为  $\arctan \frac{mg}{F}$ , 斜向右下方或左上方.

(3) 由动能定理知道,  $\Delta E_k = F_{\text{合}} \cdot s \cos\theta$ , 因  $s$  一定,  $F_{\text{合}}$  有最大值时  $\Delta E_k$  最大.

设后来所加的外力  $F$  斜向右上方且与水平方向的夹角为  $\theta$ , 则物体所受的合外力  $F_{\text{合}} = F + F\cos\theta - f = 0$

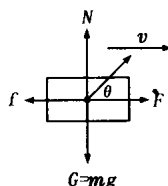
$$\left. \begin{aligned} \text{在竖直方向 } F\sin\theta + N - mg &= 0 \\ \text{由摩擦定律 } f &= \mu N \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

$$\text{解得 } F_{\text{合}} = F(\cos\theta + \mu\sin\theta) \quad (7)$$

$$\text{令 } \tan\alpha = \mu$$

$$F_{\text{合}} = \frac{F}{\sqrt{1+\mu^2}} \left( \frac{1}{\sqrt{1+\mu^2}} \cos\theta + \frac{\mu}{\sqrt{1+\mu^2}} \sin\theta \right) = \frac{F}{\sqrt{1+\mu^2}} \cos(\theta + \alpha) \quad (8)$$

由上式可知当  $\cos(\theta + \alpha) = 1$ ,  $\alpha = \theta = \arctan \frac{F}{mg}$ ,



即所加外力斜向右上方与水平夹角为  $\arctan \frac{F}{mg}$  时

$$F \text{ 取最大值 } F_{\text{max}} = \frac{F}{\sqrt{1+\mu^2}} \quad (10)$$

方程组①1分、②1分、③1分、④1分、⑤1分, 另外一种情形参照给分, 共6分; ⑥、⑦、⑧、⑨、⑩各1分.

### 专题三

#### 新题好题

#### 一、选择题

1. [答案] BC

[解析] 汽车和拖车之间的相互作用力, 是一对作用力和反作用力, 总是大小相等, 方向相反, A 不正确, B 正确, 对于汽车和拖车能加速前进, 是因为汽车的牵引力大于汽车和拖车所受到的阻力, 而对于拖车之所以能加速前进, 是因为汽车对拖车的拉力大于拖车所受到的阻力, 所以 C 正确, D 不正确.

2. [答案] BC

[解析] 平衡时两弹簧均处于伸长状态时,  $T_M = T_N + mg$ , 拔去  $M$  后,  $T_N + mg = ma = m \times 12$ , 拔去  $N$  后,  $T_M - mg = ma'$ , 则  $ma' = T_M - mg = T_N + mg - mg = ma - mg = m \times 2$ , 得  $a' = 2\text{m/s}^2$ , 方向向上, C 正确.

平衡时,  $M$  处于伸长状态,  $N$  处于压缩状态, 则  $T_M + T_N = mg$ ①, 拔去  $M$  后,  $T_N - mg = ma = m \times 12$ ②, 由①式可判断  $T_N < mg$ , 由②式判断  $T_N > mg$ , 矛盾, 该情况不成立.

平衡时, 两弹簧均处于压缩状态, 则可得:  $T_N = T_M + mg$ ①, 拔去  $M$  后,  $T_N - mg = ma = m \times 12$ ②, 拔去  $N$  后,  $T_M + mg = ma'$ , 则:  $ma' = T_M + mg = T_N - mg + mg = T_N = mg + m \times 12 = m \times 22$ ,  $a' = 22\text{m/s}^2$ , 方向竖直向下.

说明 判断拔去销钉之前, 两弹簧所处的状态是解决该题的关键, 除了上述三种情况之外, 还有下列几种都是不可能的: ①  $M$  弹簧压缩,  $N$  处于伸长; ②  $M$ 、 $N$  均处于原长; ③  $M$  处于伸长状态,  $N$  处于原长状态, ①、②两种情况不难判断, 对于③, 当拔去  $M$ , 球的加速度将是  $g$ , 由题意可知, 拔去  $M$ , 球的加速度为  $12\text{m/s}^2 > g$ , 所以③是不可能, 由于弹簧所处的状态不同, 因而拔去  $N$  出现了多解的可能性.

#### 二、计算题

3. [解析] 由题意, 在物块  $P$  从刚开始下落到刚进入相互作用区的时间  $T_0$  内, 板在摩擦力作用下的加速度可由牛顿第二定律求出:

$$a_{B0} = \frac{\mu mg}{m} = \mu g \quad (1)$$

板的速度减少量:

$$\Delta V_1 = a_{B0} T_0 \quad (2)$$

物块  $P$  一旦进入相互作用区, 便受到板向上的作用力, 物块做减速运动, 物块刚进入相互作用区时的速度

$$V_{y0} = g T_0 \quad (3)$$

设在相互作用区内物块  $P$  的加速度为  $a$ , 则由题给条件可知

$$a = \frac{amg - mg}{m} = (\alpha - 1)g \quad ④$$

经过时间  $T$ , 物块刚要到达  $B$  板的上表面速度变为零, 有  $V_{00} = aT$  ⑤

在时间  $T$  内,  $B$  板受到的摩擦力为  $\mu(Mg + amg)$ , 由牛顿第二定律求出这段时间内  $B$  板的加速度

$$a_B = \frac{\mu(Mg + amg)}{M} \quad ⑥$$

这段时间内速度的减小量为

$$\Delta V_2 = a_B T \quad ⑦$$

当物块  $P$  的速度减到零后, 又开始以加速度  $a_B$  向上做加速运动, 经过时间  $T$ , 离开相互作用区, 在这段时间内,  $B$  板的速度减少量仍是  $\Delta V_2$ ; 物块离开相互作用区后, 做加速度为  $g$  的竖直上抛运动, 经过时间  $T_0$  回到初始位置, 在这段时间内,  $B$  板的速度减少量为  $\Delta V_1$ . 以后物块  $P$  又从起始位置自由下落, 重复以前的运动,  $B$  板的速度再次不断减少. 综上所述: 每当物块  $P$  完成一准从起始位置自由下落, 进入相互作用区后又离开相互作用区, 最后回到起始位置的运动过程中,  $B$  板的速度减少量为

$$\Delta V = 2\Delta V_1 + 2\Delta V_2 \quad ⑧$$

由以上各式可得

$$\Delta V = 2\mu g T_0 + 2 \frac{\mu(Mg + amg)}{M} T \quad ⑨$$

设在物块  $P$  第  $n$  次回到起始位置时,  $B$  板的速度是  $V_n$ , 则有  $V_n = V_0 - n\Delta V$  ⑩

$n$  越大,  $V_n$  越小. 当  $V_n < 0$  时, 说明  $B$  板已经在此之前停止运动, 由 ⑩ 可得

$$V_n = V_0 - n\Delta V < 0 \quad ⑪$$

$$\text{即当 } n > V_0 / \Delta V = 11.14 \quad ⑫$$

说明当  $B$  开始停止的那一时刻,  $P$  已经回到了初始位置 11 次了.

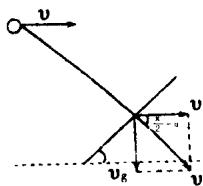
【评分标准】 求得一式得一分, 最后结果正确得满分.

### 专题四

### 2002 年全国模拟

#### 一、选择题

1. 【答案】 B



【解析】 (由图可知:  $\frac{V}{V_x} = \text{tg}\alpha$ ;  $V_x = \frac{V}{\text{tg}\alpha}$  又知  $V_x = gt$ ;  $gt = \frac{V}{\text{tg}\alpha}$  所以  $V$  不变  $\alpha \uparrow t \downarrow$ ;  $\alpha$  不变  $V \uparrow t \uparrow$ .)

2. 【答案】 D

【解析】 设大轮边缘上有一点为  $A$ , 则有:  $v_A = v_N, \omega_A = \omega_M$

$$\text{由已知条件, 可得: } v_M = \frac{1}{2}v_N, \omega_M = \frac{1}{2}\omega_N, a_M = \frac{1}{4}a_N.$$

所以 D 正确.

3. 【答案】 A

【解析】 由运动的分解可知: 小球和子弹在竖直方向的分运动情况相同, 只要子弹能在小球落地之前在水平方面上运动 100m 的距离, 子弹就能击中小球.

$$\therefore \text{小球的落地时间: } t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 45}{10}} = 3\text{s}$$

$\therefore$  ①②都符合上面的条件

所以 A 正确.

4. 【答案】 B

【解析】  $a$  做匀变速直线运动,  $b$  做匀变速曲线运动, 故 B 正确.

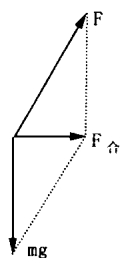
$\therefore a, b$  的运动都满足机械能守恒定律

$\therefore a$  落地时的速度:  $v_a = \sqrt{2gh}$ ,

$b$  落地时的速度:  $v_b = \sqrt{2gh + v_0^2}$ , 所以 A、D 不正确. 又根据运动学公式, 可算出  $a, b$  运动的时间不相等, 故选项 C 也不正确.

5. 【答案】 C

【解析】 对小球进行受力分析如下图所示, 小球受到两个力: 一个是重力  $mg$ , 另一个是杆对小球的作用力  $F$ . 两个力的合力产生向心力. 由平行四边形法则可得:  $F = m\sqrt{g^2 + \omega^4 R^2}$  再根据牛顿第三定律, 可知杆受到球对其作用力的大小为  $F = m\sqrt{g^2 + \omega^4 R^2}$ . 故 C 正确.



6. 【答案】 B

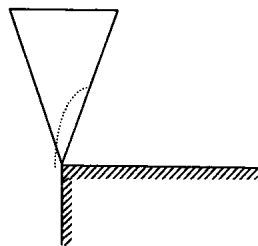
【解析】 ( $v_{Ay} = gt_A, v_{By} = gt_B$  其中  $v_{Ay} = 10\text{m/s}, v_{By} = 10\sqrt{3}\text{m/s}$ )

$$\therefore t = t_B - t_A = (\sqrt{3} - 1)S, h_{By} - h_{Ay} = \frac{v_{By}^2}{2} - \frac{v_{Ay}^2}{2} = \frac{20}{2}m = 10m$$

7. 【答案】 C

【解析】 由题意可看出: 回水器离开桌面以后, 将做平抛运动, 欲使回水器不与桌子边缘发生碰撞, 要求右侧的点在下落的过程中水平位移足够大. 根据运动学公式可得:

$$v \times \sqrt{\frac{2H}{g}} > r, \text{ 故 } v > r\sqrt{\frac{g}{2H}}, \text{ 选项 C 正确.}$$



8. 【答案】 D

【解析】 由平抛运动公式可知速度方向与水平方向的夹角  $\theta$ :  $\tan\theta$

$$= \frac{v_y}{v_x} = \frac{gt}{v_0}$$

$$\text{因此, } v_0 = \frac{gt}{\tan\theta} = g \cot\theta.$$

#### 二、填空题

9. 【答案】 40

【解析】 当车对地面的压力为零时, 向心力只由车的重力提供. 由向心力公式得:

$$mg = m \frac{v^2}{r}$$

$$\therefore v = \sqrt{gr} = \sqrt{10 \times 160} = 40\text{m/s}$$

10. 【答案】  $2; 2\sqrt{2}$

【解析】 由平抛运动公式可得:  $v_0 = \frac{S}{\sqrt{\frac{2h}{g}}} = \frac{60 \times 10^{-2}}{\sqrt{\frac{2 \times 45 \times 10^{-2}}{10}}} = 2\text{m/s}$

s;

$$B \text{ 点的竖直坐标: } y_B = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times \left(\frac{40 \times 10^{-2}}{2}\right)^2 = 0.2\text{m}$$

$$v_B = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 + 2gh} = \sqrt{2^2 + 2 \times 10 \times 0.2} = 2\sqrt{2}\text{m/s}$$

## 三、计算题

11. [答案] 车手应选图中的内道转弯,  $\frac{\pi}{2\sqrt{\mu g}}(\sqrt{r_2} - \sqrt{r_1})$

[解析] 由圆周运动公式:  $F_{\text{向}} = m \frac{v^2}{r}$ , 可得  $\mu mg = m \frac{v^2}{r}$ ,  $\therefore v = \sqrt{\mu gr}$

因此转弯需要的时间:  $t = \frac{\pi r}{v} = \frac{\pi r}{\sqrt{\mu gr}} = \frac{\pi \sqrt{r}}{\sqrt{\mu g}}$

内外道转弯的时间差:  $t_2 - t_1 = \frac{\pi}{2\sqrt{\mu g}}(\sqrt{r_2} - \sqrt{r_1})$

## 专题四

## 2003 年全国模拟

## 一、选择题

1. [答案] C

[解析] 只因为照片只记录了两个时刻的信息, 所以无法确定汽车是否匀速运动.

2. [答案] D

[解析]  $\because \tan \theta_1 = \frac{gt}{v_0}, \tan \theta_2 = \frac{g(t+t_0)}{v_0}$

$\therefore$  两式联立求解, 可得:  $v_0 = \frac{gt_0}{\tan \theta_2 - \tan \theta_1}$

所以 D 正确.

3. [答案] A

[解析] 地面上的人看来, 物体抛出速度, 可与火车运动方向一致, 也可相反. 同时也可以对地速度为零, 故轨迹可能是 A、D、E 中的一个.

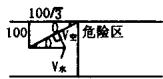
4. [答案] BC

[解析] 受水平冲量  $I_0$ , 刚好能到达最高点时, 轻杆对球作用力竖直向上. 大小等于  $mg$ .  $I_0$  增大, 在最低点获得的速度增大, 由  $T_{\text{低}} - mg = m \frac{v^2}{R}$  知  $T_{\text{低}}$  增大, C 正确. 同时在最高点的速度由 0 增大时,  $mg - N = m \frac{v^2}{R}$  知  $N$  减小, 直至零. 若速度再增大则有杆的作用力变向  $mg + N = m \frac{v^2}{R}$  知  $N$  增大, 故最高点作用力先减小后增大, B 正确.

5. [答案] C

[解析]  $\tan \theta = \frac{100}{100\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3}$   $\theta = 30^\circ$  故  $v_{\text{船}} = v_{\text{水}}$

$sm = 4 \times \frac{1}{2} = 2 \text{ m/s}$ .



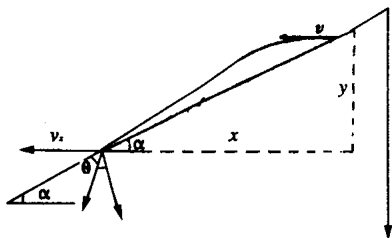
6. [答案] BC

[解析] 系统水平方向动量守恒, 故最终速度必为零, A 错 B 对, 此后再不难分析 C 对 D 错.

7. [答案] A

[解析] 因为匀速圆周运动不是匀速运动, 而是非匀速变速运动. 所以 A 正确.

8. [答案] C



[解析]  $\tan \alpha = \frac{y}{x} = \frac{\frac{1}{2}gt^2}{vt} = \frac{gt}{2v}$

$t = \frac{2v}{g} \tan \alpha$

$\tan \beta = \frac{v_x}{v_y} = \frac{v}{gt} = \frac{v}{g \cdot \frac{2v}{g} \tan \alpha} = \frac{1}{2 \tan \alpha}$  为定值, 故落到斜面时速度方

向与运动速度大小无关  $\theta_1 = \theta_2$ , C 正确

9. [答案] D

## 二、计算题

10. [答案] (1) 滑块滑上传送带的速度  $v_0 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 1.8} = 6 \text{ m/s}$

加速度大小:  $a = \frac{\mu mg}{m} = \mu g = 2 \text{ m/s}^2$

由  $L = v_0 t - \frac{1}{2} at^2$  即:  $8 = 6t - t^2$

解得  $t = 2 \text{ s}$  或  $t = 4 \text{ s}$

$\therefore$  滑块静止所用时间  $t_0 = \frac{v_0}{a} = 3 \text{ s}$

这段时间滑行的距离  $S = \frac{1}{2} at^2 = 9 \text{ m} > L$

$\therefore$  滑块在传送带上运动时间  $t = 2 \text{ s}$

(2) 同(1)为 2s

(3) 设滑块达到与传送带相同的速度所用时间  $t_1$  则  $t_1 =$

$\frac{v_0 - v}{a} = \frac{6 - 4}{2} = 1 \text{ s}$

这段时间运动的位移  $S_1 = v_0 t_1 - \frac{1}{2} at_1^2 = 5 \text{ m}$

此后滑块随传送带一起匀速运动

则  $L - S_1 = vt_2$

$t_2 = \frac{L - S_1}{v} = \frac{8 - 5}{4} = 0.75 \text{ s}$

总时间  $t = t_1 + t_2 = 1.75 \text{ s}$

## 专题四

## 2004 年全国模拟

## 一、选择题

1. [答案] D

[解析] 平抛运动的研究方法是将其分解为水平方向的匀速直线运动和竖直方向上的自由落体运动, 运动时间可以在竖直方向求

出: 由  $h = gt^2/2$  得  $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$

水平方向上的位移:  $s = v_0 t$  由以上分析可知选项 D 是正确的.

## 二、计算题

2. [解答] (1) 小球从 A 到 B 过程中机械能守恒

有  $mgR = mv^2/2$  ① (4分)

小球沿圆弧做圆周运动, 在 B 点由牛顿第二定律

有  $N_B - mg = mv^2/R$  ② (4分)

解①②得  $N_B = 3mg$  (2分)

(2) 小球离开 B 点后做平抛运动, 抛出点高度为  $H - R$

有  $H - R = gt^2/2$  ③ (3分)

$s = vt$  ④ (3分)

解①③④得  $s = (4HR - 4R^2)^{1/2}$  (2分)

(3) 由  $s = (4HR - 4R^2)^{1/2} = [H^2 - (2R - H)^2]^{1/2}$  可知

$\therefore$  当  $R/H = 1/2$  时,  $s$  有最大值  $s_{\text{max}}$ , 且  $s_{\text{max}} = H$  (或  $s_{\text{max}} = 2R$ )

(2分)

3. [解答] 设小滑块从 A 运动到 B 所用时间为  $t_1$ , 位移为  $s_1$ , 加速度为  $a$ ; 从 B 点飞出的速度为  $v_B$ , 从 B 点到落地点的水平位移为  $s_2$ , 飞

- 行时间为  $t_2$ . (1分)
- 小滑块在 AB 间做匀减速直线运动  $v_B = v_0 - at_1$  ① (2分)
- $v_B^2 = v_0^2 - 2as_1$  ② (2分)
- 根据牛顿第二定律列出  $\mu mg = ma$  ③ (2分)
- 在 BD 间做平抛运动  $h = \frac{1}{2}gt_2^2$  ④ (2分)
- $s_2 = v_B t_2$  ⑤ (2分)
- 从 A 到 D 所用的时间  $t = t_1 + t_2$  ⑥ (2分)
- 根据①②③④⑤⑥各式求得:
- $t = 0.8s$  (3分)
- $\mu = 0.25$  (2分)

**专题四**  
**新题好题**

1. [答案] AB
- [解析] 小球做圆周运动的关连物为杆, 杆既可起到“拉”的作用, 也可起到“推”的作用.
- 在 a 处, 由  $T_a - mg = \frac{v_a^2}{L}$  可知, 在 a 处  $T_a$  一定指向 O 点, 为拉力, C、D 错误.
- 在 b 处, 由  $T_b + mg = m \frac{v_b^2}{L}$  可知, 当  $T_b > 0$  时即为拉力,  $T_b < 0$  时为推力,  $T_b = 0$  时杆对球无作用力, 因而 A、B 正确.

**专题五**  
**2002 年全国模拟**

**一、选择题**

1. [答案] B
- [解析] 由题意  $R$  变大和  $\frac{GM \cdot m}{R^2} = m \frac{v^2}{R}$
- $\frac{GM \cdot m}{R^2} = mR\omega^2$   $\frac{GM \cdot m}{R^2} = m(\frac{2\pi^2}{T})R$  可知:  $R$  较小,  $T$  较小  $v$  较大,  $\omega$  较大
2. [答案] A
- [解析]  $a_1 = r\omega^2$   $a_2 = R\omega^2$   $\therefore a_1 : a_2 = r : R$
- $G \frac{mm}{r^2} = \frac{mV_1^2}{r}$
- $G \frac{mm}{r^2} - m \frac{v_2^2}{R} \Rightarrow v_1 : v_2 = \sqrt{R} : \sqrt{r}$
3. [答案] C
- [解析] 由粉尘悬浮知  $G \frac{M \cdot m}{R^2} = K \frac{Q \cdot q}{R^2}$   $\therefore$  与  $R$  无关
4. [答案] BC
- [解析] 由  $\frac{GM \cdot m}{R^2} = G$  ① 和  $\frac{GM \cdot m}{(2R)^2} = m \frac{v^2}{2R}$  ② 得  $v = \sqrt{\frac{GR}{2m}}$
- $\frac{GM \cdot m}{(2R)^2} = m(\frac{2\pi}{T})^2 \cdot 2R$  ③ 得  $T = 4\pi\sqrt{\frac{2mR}{G}}$  由①②得  $E_k = \frac{1}{4}G_{重} R$
- 重力  $G' = \frac{G_{重}}{4}$
5. [答案] C
- [解析] “极地卫星”的轨道平面不动, 而地球自转, 所以“极地卫星”的轨道平面相对于地球每天转一圈.
6. [答案] A
- [解析] 使卫星到达  $104^\circ$  由地理知识可知就得增加卫星的线速度, 由  $\frac{GM \cdot m}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$  可知,  $r \downarrow$  时  $v \uparrow$ , 所以先向下使卫星运动. 当到达  $104^\circ$  位置时, 再使其向上运动, 恢复到原位置.

**二、填空题**

7. [答案]  $1 \times 10^{13}$

[解析]  $\therefore T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi r^{\frac{3}{2}}}{\sqrt{\frac{GM}{r}}}$

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

$= \sqrt[3]{\frac{(2600 \times 10^4 \times 365 \times 24 \times 3600)^2 \times 6.7 \times 10^{-11} \times 2.0 \times 10^{30}}{4 \times 3.14^2}}$

$= 1 \times 10^{16} m$

$1 \times 10^{16} m = 1 \times 10^{13} km$

**三、计算题**

8. [答案] 解: (1) 设“黑洞”质量为  $M$ , 天体质量为  $m$ , 它们之间的距离为  $r$ , 根据万有引力等于向心力, 即  $\frac{GMm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$

$M = \frac{v^2 r}{G} = \frac{(2 \times 10^6)^2 \times 6.0 \times 10^{12}}{6.67 \times 10^{-11}} = 3.6 \times 10^{35} kg$

- (2) 设“黑洞”的可能半径为  $R$ , 质量为  $M$ , 依题意, 须满足  $\sqrt{\frac{2GM}{R}} > c$

$\therefore R < \frac{2GM}{c^2}$

“黑洞”的可能最大半径

$R_{max} = \frac{2 \times 6.67 \times 10^{-11} \times 3.6 \times 10^{35}}{(3 \times 10^8)^2} = 5 \times 10^8 m$

或:  $GM = v^2 \cdot r \therefore R_{max} = \frac{2v^2 r}{c^2}$

$\therefore R_{max} = \frac{2(2 \times 10^6)^2 \times 6.0 \times 10^{12}}{(3.00 \times 10^8)^2} = 5 \times 10^8 m$

9. [答案] 解: 设星球半径为  $R$ , 飞船质量为  $m_1$ , 星球质量为  $M$  物体重力等于万有引力  $F = G \frac{m_1 M}{R^2}$  对飞船, 由牛顿第二定律  $G \frac{m_1 M}{R^2} = m_1 R \frac{4\pi^2}{T^2}$  由以上两式可解得  $M = \frac{F^3 T^4}{16G\pi^2 m^3}$

**专题五**  
**2003 年全国模拟**

**一、选择题**

1. [答案] A

[解析]  $g = \frac{GM}{R^2}$  故  $GM = gR^2$

$G \frac{Mm}{r^2} = m\omega^2 r \therefore \omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}} = \sqrt{\frac{gR^2}{r^3}}$

设再经  $t$  时间通过该建筑物上方, 则有  $\omega t - \omega_0 t = 2\pi$

$t = \frac{2\pi}{\omega - \omega_0} = 2\pi / (\sqrt{\frac{gR^2}{r^3}} - \omega_0)$  A 正确

2. [答案] A

[解析] 根据万有引力公式和圆周运动的知识, 可知做圆周运动的飞船加速以后将做离心运动, 轨道半径增大, 由于要克服引力做功, 速度不断减小, 最终会在更高的轨道上做圆周运动. 所以 A 正确.

**二、填空题**

3. [答案]  $1.33 \times 10^{12} m/s^2$   $1.15 \times 10^8 m/s$

[解析]  $\therefore G \frac{Mm}{r^2} = mg$

$$\therefore g = G \frac{M}{r^2} = 6.67 \times 10^{-11} \times \frac{2.0 \times 10^{26}}{(10 \times 10^2)^2} = 1.33 \times 10^{12} \text{ m/s}^2$$

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

$$\therefore v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{\frac{6.67 \times 10^{-11} \times 2.0 \times 10^{26}}{10 \times 10^3}} = 1.15 \times 10^8 \text{ m/s}$$

### 三、计算题

4. [答案] 11.3 km/s

[解析] 物体逃逸的过程是动能向势能转化的过程,由题中所给公式可得:

$$\frac{1}{2}mv^2 - G \frac{Mm}{r} = 0$$

$$\therefore v = \sqrt{\frac{2GM}{r}} = \sqrt{2gr} = \sqrt{2 \times 10 \times 6.4 \times 10^6} = 11.3 \times 10^3 \text{ m/s}$$

5. [答案]  $S = \frac{4\pi^2}{T^2} \sqrt{\frac{(h+R)^3}{g}}$

[解析] 由圆周运动的知识可得卫星的周期  $T_1$ :

$$T_1 = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi(R+h)}{\sqrt{\frac{GM}{R+h}}} = 2\pi \sqrt{\frac{(R+h)^3}{gR^2}} = \frac{2\pi}{R} \sqrt{\frac{(R+h)^3}{g}}$$

$$\text{在一天的时间内,卫星绕赤道的次数: } n = \frac{T}{T_1} = \frac{TR}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{(R+h)^3}}$$

$$\text{所以每一次应拍摄的弧长为: } S = \frac{2\pi R}{n} = \frac{2\pi R}{\frac{TR}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{(R+h)^3}}} = \frac{4\pi^2}{T} \sqrt{\frac{(R+h)^3}{g}}$$

$$\sqrt{\frac{(R+h)^3}{g}}$$

6. [答案] 设该星球质量为  $M$ , 半径为  $R$ , 物体质量为  $m$ ; 若“赤道”上物体“漂浮”时星球自转周期为  $T_0$ , 则有

$$\begin{cases} G \frac{mM}{R^2} \times 90\% = \frac{4\pi^2 mR}{T^2} \\ G \frac{mM}{R^2} = \frac{4\pi^2 mR}{T_0^2} \end{cases}$$

解①②可得:  $T_0 = 1.8h$ .

## 专题五

### 2004 年全国模拟

#### 一、选择题

1. [答案] D

[解析] 该同步卫星运动的加速度可由速度的向心加速度  $a = \omega^2(R+h)$  表达, 故选项 D 是正确的.

2. [答案] A

[解析] 由于该天体围绕太阳做匀速圆周运动, 其轨道半径为它与太阳之间的距离, 向心力由万有引力提供, 故其做圆周运动时满足

$$GMm/R^2 = 4\pi^2 mR/T^2$$

$$\text{计算可得 } T = 2\pi \sqrt{\frac{R^3}{GM}}$$

故选项 A 是正确的.

3. [答案] B

[解析] 物体随地球做匀速圆周运动时的线速度用  $v_0$  表示, 用  $F$  表示万有引力, 则有

$$F - N = Mv_0^2/R \quad ①$$

当火车向东运动时, 其速度为  $v_0 + v$ ,

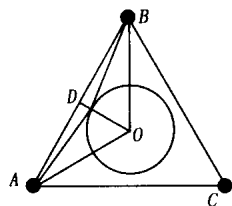
$$F - N' = M(v_0 + v)^2/R \quad ②$$

由以上两式计算可得:

$$N - N' = M \left[ \frac{v^2}{R} + 2 \left( \frac{2\pi}{T} \right) v \right]$$

4. [答案] D

[解析] 三颗卫星的分布如图所示.



由万有引力提供向心力:

$$\frac{GMm}{(R+h)^2} = m \left( \frac{2\pi}{T} \right)^2 (R+h) \quad ①$$

在地球表面万有引力近似等于重力:

$$\frac{GMm}{R^2} = mg \quad ②$$

$$\text{由①②两式可以推导出 } (R+h) = \sqrt[3]{\frac{gR^2 T^2}{4\pi^2}}$$

$$\text{再由几何知识得 } AB = 2AD = 2(R+h) \cos 30^\circ = \sqrt{3} \sqrt[3]{\frac{gR^2 T^2}{4\pi^2}}$$

$$\frac{GMm}{(R+h)^2} = mg' \quad ③$$

$$\text{由②③还可以导出, } (R+h) = \sqrt{\frac{g}{g'}} R \quad ④$$

$$\text{再由几何知识得 } AB = 2AD = (R+h) \cos 30^\circ = \sqrt{3} R \sqrt{\frac{g}{g'}} \quad ⑤$$

⑤是在  $AB$  与地球相切时才能够计算出来.

由此可知, 选项 D 是正确的.

5. [答案] A

[解析] 由万有引力公式  $F = G \frac{Mm}{r^2}$ , 故引力场的场强  $= \frac{F}{m} =$

$$G \frac{M}{r^2} = G \cdot \frac{M}{r^2}, \text{ 故应选 A.}$$

#### 二、计算题

6. [解析] (1) 由题意可知, 座椅对杨利伟的压力  $N = 10mg$  2分

由牛顿第二定律  $N - mg = ma$  3分

求出  $a = 9g = 90 \text{ m/s}^2$  2分

(2) 设地球质量为  $M$ , 飞船质量为  $m$ , 圆轨道的半径为  $r$   
由万有引力定律和牛顿第二定律, 有  $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$  3分

在地面附近有  $G \frac{Mm}{R^2} = mg$  3分

由以上两式得  $r = \frac{GM}{v^2} = \frac{gR^2}{v^2}$  3分

代入数值, 得  $r = 6.73 \times 10^6 \text{ m}$  2分

所以, 飞船距地面的高度  $h = r - R = 3.3 \times 10^5 \text{ m}$  3分

7. [解析] (1) 在轨道 I 上, 飞行器所受万有引力提供向心力, 设地球质量为  $M$ , 则有

$$G \cdot \frac{Mm}{r_1^2} = m \cdot \frac{v_1^2}{r_1} \quad v_1 = \sqrt{\frac{GM}{r_1}}$$

$$\text{同理在轨道 II 上 } v_2 = \sqrt{\frac{GM}{r_2}}$$

$$\text{由以上各式可得 } v_1 = \sqrt{\frac{r_2}{r_1}} \cdot v_2$$

在轨道 I 上重力加速度为  $g'$ , 则有  $G = \frac{Mm}{r_1^2} = mg'$

$$\text{可得 } g' = \frac{r_1'}{r_1^2} v^2$$

(2) 设喷出气体质量为  $\Delta m$ , 由动量守恒得

$$mv_1 = (m - \Delta m)v' = \Delta mu$$

$$\Delta m = \frac{v' - \sqrt{\frac{r_2}{r_1}} \cdot v}{v' + u} \cdot m$$

8. [解析] 由题意知,小球在该星球表面做简谐运动,其周期为

$$T = \frac{t}{N} = \frac{60}{25} \text{s} = 2.4 \text{s} \quad \text{①}$$

由单摆做简谐运动的周期公式:  $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

$$\text{得星球表面的 } g = \frac{4\pi^2 l}{T^2} \quad \text{②}$$

$$\text{在该星球表面: } M = \frac{gR^2}{G} \quad \text{③}$$

$$\text{得: } M = \frac{4\pi^2 l r^2}{T^2 G} = \frac{4 \times 10 \times 2.0 \times 3.2^2 \times 10^{14}}{2.4^2 \times 6.67 \times 10^{-11}} \text{kg} \approx 2 \times 10^{26} \text{kg} \quad \text{④}$$

①、②两式各2分,③、④两式各4分. 计12分

9. [解析] (15分)(1)宇航员在竖直方向受重力和躺椅对他的作用力作用向上加速运动

$$\text{由牛顿第二定律有 } F - mg = ma \quad (3 \text{分})$$

$$\therefore F = ma + mg$$

$$\text{解得 } F = 70m = 7mg \quad 3 \text{分}$$

(2)设每分钟转过的圈数为  $N$

$$\text{由 } a = \omega^2 R \quad 3 \text{分}$$

$$\omega = 2\pi f \quad 2 \text{分}$$

$$N = 60f \quad 2 \text{分}$$

$$\text{解得 } N = 16.5 \text{ 圈} \quad 2 \text{分}$$

10. [解答] 设该星球表面的重力加速度为  $g'$ , 据平抛运动公式:

$$\text{水平方向 } L = V_0 t \quad \text{①}(3 \text{分})$$

$$\text{竖直方向 } h = \frac{1}{2} g' t^2 \quad \text{②}(3 \text{分})$$

$$\text{整理①②得: } g' = \frac{2hV_0^2}{L^2} \quad \text{③}$$

设该星球的第一宇宙速度为  $v$ , 人造卫星在该星球表面做匀速

$$\text{圆运动的向心力由其重力 } mg' \text{ 提供. 即 } mg' = m \frac{V^2}{R} \quad \text{④}(3 \text{分})$$

$$\text{由③④得 } v = \frac{V_0}{L} \sqrt{2hR}$$

11. [解答] 地球绕太阳做匀速圆周运动, 设运动半径为  $r$ , 角速度为  $\omega$ , 有

$$\frac{GmM}{r^2} = m\omega^2 r \quad (3 \text{分})$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad (3 \text{分})$$

$$r = ct_0 \quad (1 \text{分})$$

设地球赤道上小物体的质量为  $m_0$ , 有

$$\frac{Gm_0 m}{R^2} = m_0 g \quad (5 \text{分})$$

$$\text{由以上各式得 } \frac{M}{m} = \frac{4\pi^2 c^3 t_0^3}{T^2 R^2 g} \quad (4 \text{分})$$

12. [解答] 设地球质量为  $M_{地}$ , 火星质量为  $M_{火}$ , 地球半径为  $R_{地}$ , 火星半径为  $R_{火}$ , 地球表面处的重力加速度为  $g_{地}$ , 火星表面处的重力加速度为  $g_{火}$ , 根据万有引力定律:

$$\text{物体在地球表面上时有 } G \frac{M_{地} \cdot m}{R_{地}^2} = mg_{地} \quad \text{①}(3 \text{分})$$

$$\text{同理, 物体在火星表面上时有 } G \frac{M_{火} \cdot m}{R_{火}^2} = mg_{火} \quad \text{②}(3 \text{分})$$

由②÷①得:

$$\frac{g_{火}}{g_{地}} = \frac{M_{火}}{M_{地}} \left(\frac{R_{地}}{R_{火}}\right)^2 = \frac{1}{10} \times 2^2 = 0.4 \quad (4 \text{分})$$

$$g_{火} = 0.4 \times g_{地} = 4 \text{m/s}^2 \quad (2 \text{分})$$

由题意知, 探测器在着陆前3s时开始做自由落体运动, 设探测

器自由下落的高度为  $h$ , 则

$$h = \frac{1}{2} g_{火} t^2 = \frac{1}{2} \times 4 \times 3^2 \text{m} = 18 \text{m} \quad (4 \text{分})$$

13. [解答] (1)飞船在太空环绕飞行, 万有引力作为向心力

$$G \frac{Mm_{船}}{r^2} = m_{船} \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \cdot r \Rightarrow T = \sqrt{\frac{4\pi^3 r^3}{GM}} \quad (2 \text{分})$$

同步卫星  $m$  作圆周运动, 万有引力作为向心力

$$\frac{GMm}{r_{同}^2} = m \left(\frac{2\pi}{T_{同}}\right)^2 \cdot r_{同} \Rightarrow T_{同} = \sqrt{\frac{4\pi^2 r_{同}^3}{GM}} \quad (2 \text{分})$$

$$\therefore \frac{T}{T_{同}} = \sqrt{\frac{r^3}{r_{同}^3}}$$

$$\therefore \frac{r}{r_{同}} = \sqrt[3]{\left(\frac{T}{T_{同}}\right)^2} = \sqrt[3]{\left(\frac{14}{24}\right)^2} = \sqrt[3]{\frac{1}{16}}$$

$$\therefore r = \sqrt[3]{\frac{1}{16}} r_{同} \quad (1 \text{分})$$

(2)收尾时, 飞船匀速运动, 受力平衡:  $Kv^2 = mg$

$$\therefore K = \frac{mg}{v^2} \quad (2 \text{分})$$

当  $v' = 42 \text{m/s}$  时,  $mg - Kv'^2 = ma$

$$a = g - \frac{g \times 42^2}{14^2} = -8g = -80 (\text{m/s}^2) \quad (1 \text{分})$$

(3)速度从  $14 \text{m/s}$  减速到  $3.5 \text{m/s}$ , 看作匀变速运动  
运动时间:

$$\Delta t = \frac{s}{v} = \frac{1}{\frac{14+3.5}{2}} = \frac{2}{17.5} (\text{s})$$

最后过程, 动量定理:  $F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta V$  (2分)

$$\therefore F = \frac{m\Delta v}{\Delta t} = \frac{18 \times 10^3 \times (14 - 3.3)}{\frac{2}{17.5}} = 7.35 \times 10^5 (\text{N}) \quad (1 \text{分})$$

## 专题五

### 新题好题

#### 一、选择题

1. [答案] BCD

[解析] 由于  $\frac{GM_{日} m}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r = m \frac{v^2}{r} = m\omega^2 r = ma_n$ , 其中  $m$  为行星质量,  $r$  为太阳距行星的距离, 则:  $T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{GM_{日}}$ ,  $v^2 = \frac{GM_{日}}{r}$ ,  $\omega^2 = \frac{GM_{日}}{r^3}$ ,  $a_n = \frac{GM_{日}}{r^2}$ , 因此答案为 B、C、D.

2. [答案] BD

[解析] 根据万有引力定律  $mg = G \frac{mM}{R^2}$  和  $mg' = G \frac{mM}{(R+R)^2}$  得出  $g' = \frac{1}{4}g$ . 卫星在距地面为  $R$  处环绕的速度为  $v = \sqrt{2Rg'} = \sqrt{\frac{Rg}{2}}$  由此

可看出 A、C 不正确. 因为  $T = \frac{2\pi \cdot 2R}{v} = 4\pi R \sqrt{\frac{2}{Rg}} = 4\pi \sqrt{\frac{2R}{g}}$ , B 正确.  $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m \left(\sqrt{\frac{Rg}{2}}\right)^2 = \frac{1}{4}mRg$ , D 正确.

3. [答案] AD

[解析] 由万有引力提供同步卫星的向心力可得:

$$\frac{GMm}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r \quad \therefore r^3 = \frac{GMT^2}{4\pi^2}$$

其中  $M$  为地球质量,  $T$  为同步卫星绕地心运动的周期, 也即地球自转的周期.

$$\text{对地球附近的卫星由 } \frac{GMm}{R^2} = mg$$

$$\therefore GM = gR^2$$

其中  $g$  为地表附近重力加速度,  $R$  为地球半径.

由此可选定答案为 AD.

[说明] 本题要求考生判断给出的地球同步卫星到地心的距离公式  $r^3 = \frac{a^2 b^2 c}{4\pi^2}$  中的符号  $a, b, c$  表示的物理量的意义, 从题中给的单位可知它们分别表示的是长度、时间和加速度, 但并不知  $a$  是哪一段长度,  $b$  是哪一段时间,  $c$  是哪一种加速度? 这就要求结合题中给出的条件来判断, 将  $GM = gR^2$  代入  $r^3 = \frac{GM T^2}{4\pi^2}$  中可得到:  $r^3 = \frac{R^2 T^2 g}{4\pi^2}$  由此可以看出,  $a$  是地球半径,  $b$  是地球自转的周期, 也是同步卫星绕地心运动的周期,  $c$  是地球表面处的重力加速度.

通过上面的计算表明, 在天体运动中充当向心力的是天体间的万有引力, 只要写出  $G \frac{Mm}{R^2} = ma_{\text{向}} = \frac{mv^2}{R} = m\omega^2 R = m \cdot \frac{4\pi^2}{T^2} \cdot R$ , 就能找到解题思路. 有时要用到  $G \frac{mM}{R^2} = mg$  和球体积公式  $v = \frac{4\pi R^3}{3}$ , 如果取  $G \frac{mM}{R^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} R$ , 得  $GM = \frac{4\pi^2 R^3}{T^2}$  这就是开普勒第三定律, 将上述几式熟练变换, 即可得到结果, 在上面公式中, 对不同的表达式,  $R$  的意义是不同的, 在  $G \frac{mM}{R^2} = \frac{mv^2}{R}$  等几式中,  $R$  表示天体作圆周运动的半径, 在  $\frac{4\pi R^3}{3}$  中,  $R$  表示某一天体的半径, 只有近地卫星, 其转动半径才能等于地球半径, 要认真审题, 区别对待, 不能混为一谈.

## 二、计算题

4. [解析] 令  $m_1$  和  $m_2$  分别表示火星和地球的质量, 设想将一质量为  $m_0$  的小物体分别放在火星和地球表面处, 由万有引力定律可得

$$\frac{Gm_0 m_2}{r_2^2} = m_0 g_1 \quad (1)$$

$$\frac{Gm_0 m_1}{r_1^2} = m_0 g_2 \quad (2)$$

由密度的定义和①②两式可得

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{g_1 r_2}{g_2 r_1} \quad (3)$$

[评分标准] ①②③式各3分, 全对得满分15分. 中间写有密度的表达式也可相应给分.

### 专题六

#### 2002年全国模拟

## 一、选择题

1. [答案] C

[解析] 由动能定理知: 当木板固定时:  $fL = \frac{1}{2} Mv^2$  ① 当木板不

固定时:  $fL' = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} Mv^2 - \frac{1}{2} \cdot Mv'^2$  ② 其中: 由动量守恒知:  $v' =$

$$\frac{v}{2} \quad (3) \quad \text{由①②③式可知: } L' = \frac{L}{2}.$$

2. [答案] B

[解析] 跳起1次的时间:  $t = \frac{60}{120} = 0.5s$ , 上升的时间,  $t' = 0.5 \times \frac{4}{5}$

$\times \frac{1}{2} = 0.2s$ , 所以上升的高度  $h = \frac{1}{2} g t'^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 0.04 = 0.2m$

每次跳起做功:  $W = mgh = 100J$  由  $P = \frac{W}{t} = \frac{100J}{0.5s} = 200W$ .

3. [答案] C

[解析]  $E_1 = Fs - fs$ ,  $E_2 = 2Fs - fs > 2(Fs - fs) = 2E_1$ .

4. [答案] A

[解析] 由  $mv_0 = (M+m)v'$  和  $\Delta E = \frac{1}{2} mv_0^2 - \frac{1}{2} (M+m)v'^2$  得  $\frac{\Delta E}{E}$

$$= \frac{M}{M+m} = \frac{1}{1 + \frac{m}{M}}$$
 可知 A 是正确的.

5. [答案] C

[解析]  $A, B$  在运动过程中都只有重力做功, 且做功相等, 根据动能定理可知:  $A, B$  落地时的动能相等. 由于  $A, B$  的受力情况不同, 运动情况不同, 根据运动学知识可算出它们的运动时间,  $X$  轴方向上的位移, 落地的动量不相同.

所以 C 正确.

6. [答案] A

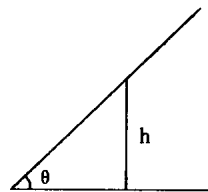
[解析] 由题意中可知  $W_1 = W_2$

$$\text{由 } \begin{cases} v_1 < v_2 \\ w = Fs \end{cases} \text{ 可知 } \Delta t_1 > \Delta t_2 \quad \text{又 } \because F \text{ 相同 } \therefore I_1 > I_2$$

7. [答案] AD

[解析] 由做功的条件可知①只要有力②并且在力的方向上通过位移, 则力对物体做功. 受力和始末状态可知支持力  $N$  做正功, 摩擦力  $f$  不做功.

8. [答案] A



[解析] 由  $\frac{h}{\sin\theta} \cdot f + hmg = E$  ①

$$\frac{h}{\sin\theta} f = \frac{1}{3} hmg \quad (2)$$

$$\text{再由: } \frac{h'}{\sin\theta} \cdot f + h' mg = 4E \quad (3)$$

$$\frac{h'}{\sin\theta} \cdot f = a h' mg \quad (4)$$

$$\text{所以 } a = \frac{1}{3} \quad \therefore mgh' = 3E$$

9. [答案] B

[解析] 由机械能守恒:  $mg3x_0 = \frac{1}{2} mv^2$  ①

由动量守恒:  $mv = 2mv'$  ②

$\therefore v' = \frac{1}{2} \sqrt{6gx_0}$ . 由受力分析可知碰后,  $2mg > kx_0$ . 所以要加

速一段时间, 所以  $AB$  粘合后最大速度大于  $\frac{1}{2} \sqrt{6gx_0}$  由于存在非弹性碰撞, 所以机械能不守恒.

10. [答案] D

[解析] 由物块的受力情况可知: 从  $A$  到  $B$  物体做匀加速运动, 从  $B$  到  $C$  物体先做变加速运动后做变减速运动. 可以判断出 D 正确,  $A, B$  不正确. 由机械能守恒定律可知 C 不正确.

11. [答案] C

[解析] 根据动能定理可得物体动能和位移之间的关系:  $E_K = E_{K0} - \mu mgS$

$$\text{由题中图像所给数据可得: } \mu = \frac{E_{K0} - E_K}{mgS} = \frac{50 - 0}{1 \times 10 \times 20} = 0.25$$

根据牛顿第三定律可得加速度:  $a = \frac{\mu mg}{m} = \mu g = 2.5 m/s^2$

$$\text{由运动学公式可得时间: } t = \frac{v_t - v_0}{a} = \frac{10}{2.5} = 4s$$

所以 C 正确.

12. [答案] B

[解析] 由动能定理可知: 人的动能的增加量等于车厢对人做的



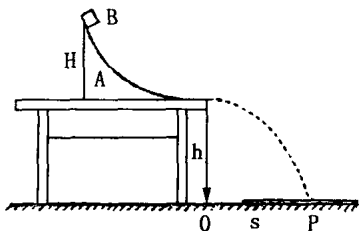
功。所以 B 正确。

二、填空题

13. [答案] (1)  $\frac{s_6 - s_1}{5T^2}$  或  $\frac{s_5 - s_2}{3T^2}$ ;  $(s_5 + s_6)/2T$ ; 1; 5

三、计算题

14. [答案] (1) 如下图



(2) 斜面高度  $H$ , 桌面到地面的高度  $h$ ,  $O$  到  $P$  的距离  $s$ , 小铁块  $B$  的质量  $m$ .

(3) ①用天平测出  $B$  的质量  $m$ ; ②如图所示安装实验器材, 地面铺白纸、复写纸并用胶带粘牢; ③用手按住斜面体  $A$ , 让  $B$  从某一确定位置由静止滑下, 记录落地点  $P_1$ ; ④重复③步骤五次, 找到平均落地位置  $P$ ; ⑤用直尺测图中标明的  $H$ 、 $h$ 、 $s$ ; ⑥实验结束整理仪器归位。

$$(4) W_1 = mgH - \frac{1}{2}mv^2, v = s\sqrt{\frac{g}{2h}}, W_1 = mgH - \frac{1}{4}mg\frac{s^2}{h}$$

15. [答案] (1) 平抛所用的时间为  $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$  水平初速度为  $v = \frac{10h}{t} = 5\sqrt{2gh}$

(2) 1min 内喷出水的动能为  $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = 25mgh$  水泵提水, 1min 内水所获得的重力势能为  $E_p = mg(H+h)$  1min 内水泵对水所做的功为  $W = E_k + E_p = mg(H+26h)$

(3) 带动水泵的电动机的最小输出功率等于水泵输入功率  $P = \frac{mg(H+26h)}{60\eta}$

16. [答案] 解: (1) 设滑块释放后, 第一次离开弹簧时的速度为  $v_1$ .

$$\text{由能量守恒知: } W_{\text{弹}} = E_p, E_p = \frac{1}{2}mv_1^2$$

$$\text{所以: } v_1 = \sqrt{\frac{2E_p}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 2.5}{0.2}} \text{ m/s} = 5 \text{ m/s}$$

(2) 滑块滑至  $C$  点后在水平方向上开始与小车发生相互作用, 小车离开墙壁, 直至小车和滑块达到共同速度  $v_2$ .

在这个过程中对小车和滑块组成的系统,

$$\text{由动量守恒得: } mv_1 = (m+M)v_2$$

$$v_2 = \frac{m}{M+m}v_1 = \frac{0.2}{0.8+0.2} \times 5 \text{ m/s} = 1 \text{ m/s}$$

整个过程中摩擦力做功, 由动能定理得:

$$W_f = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}(m+M)v_2^2 \quad \text{又 } W_f = f \cdot s \quad f = \mu mg$$

$$\text{带入数值可得: } s = \frac{W_f}{f} = \frac{W_f}{\mu mg} = \frac{2.0}{0.4 \times 0.2 \times 10} \text{ m} = 2.5 \text{ m}$$

所以滑块停在车上距  $B$  端  $0.5 \text{ m}$  处。

17. [答案] (1) 当人具有最大速度时, 人所受合外力为零, 设此时橡皮绳的伸长量为  $\Delta l_1$ , 则有:  $mg = k\Delta l_1$  代入数据得:  $\Delta l_1 = \frac{mg}{k} =$

$$\frac{70 \times 10}{100} \text{ m} = 7 \text{ m}$$

则人的脚离  $P$  点的高度为:  $h_1 = l + \Delta l_1 = 13.2 \text{ m} + 7 \text{ m} = 20.2 \text{ m}$

(2) 当人从离开  $P$  点到速度为零的过程中, 设橡皮绳的伸长量为  $\Delta l_2$ , 根据动能定理有:  $mg(l + \Delta l_2 + h) - \frac{1}{2}k\Delta l_2^2 = 0$  即  $70 \times 10(13.2 + \Delta l_2 + 1.8) - \frac{1}{2} \times 100 \Delta l_2^2 = 0$  整理得:  $\Delta l_2^2 - 14\Delta l_2 - 210 = 0$  解得:  $\Delta l_2 = 23.1 \text{ m}$  所以  $P$  点离水面的高度至少为  $l + \Delta l_2 + h = (13.2 + 23.1 + 1.8) \text{ m} = 38.1 \text{ m}$

18. [答案] (1)  $\text{CH}_3\text{OH}(l) + \frac{3}{2}\text{O}_2(g) \longrightarrow \text{CO}_2(g) + 2\text{H}_2\text{O}(l) + 774.4 \text{ kJ}$  (2) 汽车受到的牵引力等于阻力时速度最大  $v_m = \frac{P}{f} =$

$$\frac{60 \times 10^3}{0.05 \times 6 \times 10^3 \times 10} \text{ m/s} = 20 \text{ m/s}$$

19. [答案] 汽车空载行驶时有  $P = Fv_0 = km_0gv_0 \dots \textcircled{1}$  汽车载货行驶时:  $P = F'v_m = k(m_0 + m_1)gv_m \dots \textcircled{2}$  由此可得:  $m_1 = \frac{v_0 - v_m}{v_m}m_0$

20. [答案] (1) 当弹簧被压缩到最短时,  $A$ 、 $B$  速度相等。由动量守恒定律得  $2mv_0 = 3mv_1 \dots \textcircled{1}$   $A$  和  $B$  共同速度  $v_1 = \frac{2}{3}v_0$  由机械能守恒定律得  $\frac{1}{2} \cdot 2mv_0^2 = \frac{1}{2} \cdot 3mv_1^2 + E_p \dots \textcircled{2}$  可得此时弹簧的弹性势能  $E_p = \frac{1}{3}mv_0^2$

(2)  $B$  碰挡板时没有机械能损失, 碰后弹簧被压缩到最短时,  $A$ 、 $B$  速度也相等, 由机械能守恒定律得  $\frac{1}{2} \cdot 2mv_0^2 = \frac{1}{2} \cdot 3mv_2^2 + E_p' \dots \textcircled{3}$

$$E_p' = 2.5E_p = \frac{5}{6}mv_0^2 \dots \textcircled{4} \quad \text{解得 } v_2 = \pm \frac{v_0}{3} \dots \textcircled{5}$$

取向右为正方向 若  $v_2 = \frac{v_0}{3}$ , 则表示  $B$  球与板碰撞后,  $A$ 、 $B$  此时一起向右运动。  $B$  球与板碰撞前  $B$  与  $A$  动量守恒  $2mv_0 = 2mv_A + mv_B \dots \textcircled{6}$

$B$  球与板碰撞后  $B$  与  $A$  动量也守恒  $2mv_A - mv_B = 3mv_2 = 3m \cdot \frac{v_0}{3} \dots \textcircled{7}$  解得  $v_A = \frac{3}{4}v_0, v_B = \frac{v_0}{2}$  因为此时  $v_A > v_B$ , 弹簧还将继续缩短, 所以这种状态是能够出现的。

若  $v_2 = -\frac{v_0}{3}$ , 则表示  $B$  球与板碰撞后  $A$ 、 $B$  向左运动  $B$  球与板碰撞后  $B$  和  $A$  动量守恒  $2mv_A - mv_B = 3mv_2 = -3m \cdot \frac{v_0}{3} \dots \textcircled{8}$  由  $\textcircled{6}$ 、 $\textcircled{8}$  可得  $v_A = \frac{v_0}{4}, v_B = \frac{3}{2}v_0$  此时  $A$ 、 $B$  球的总动能  $E_{k\text{总}} = \frac{1}{2} \cdot 2mv_A^2 + \frac{1}{2} \cdot mv_B^2 = m(\frac{v_0}{4})^2 + \frac{1}{2}m(\frac{3}{2}v_0)^2 = \frac{19}{16}mv_0^2$   $E_{k\text{总}}$  大于  $A$  球最初的动能  $mv_0^2$ , 因此  $v_B = \frac{3}{2}v_0$  这种状态是不可能出现的 因此, 必须使  $B$  球在速度为  $\frac{v_0}{2}$  时与挡板发生碰撞。

21. [答案] 解: (1) 飞机达到最大速度时牵引力  $F$  与其所受阻力  $f$  大小相等 由  $P = Fv$  得

$$P = fv_m \quad f = \frac{P}{v_m}$$

(2) 航空母舰上飞机跑道的最小长度为  $s$ , 由动能定理得

$$Pt - fs = \frac{mv_m^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$$

$$s = \frac{(Pt + \frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv_m^2}{2})}{f}$$

将  $f = \frac{P}{v_m}$  代入上式得

$$s = \frac{(Pt + \frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv_m^2}{2})v_m}{P} \quad \text{或 } s = (t + \frac{m(v_0^2 - v_m^2)}{2P})v_m$$