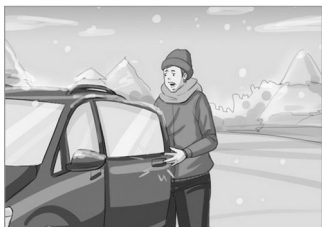


INCLUDEPICTURE "../../../../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/第 1 部分 5.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE "../../../../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/第 1 部分 5.TIF" * MERGEFORMAT



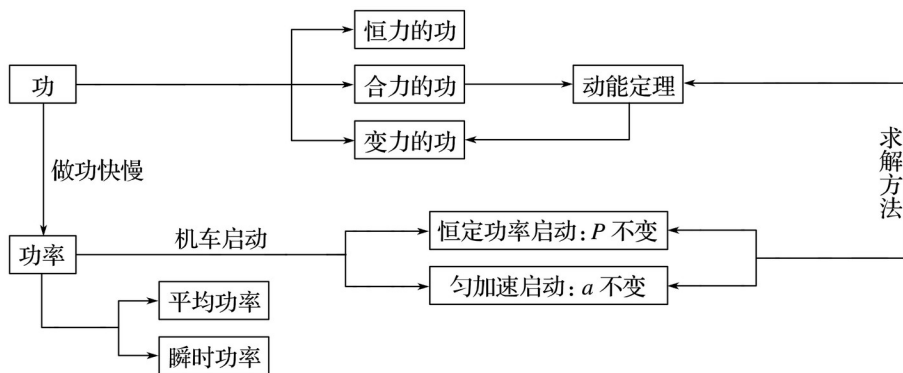
知识专题

专题5 功能关系的理解和应用

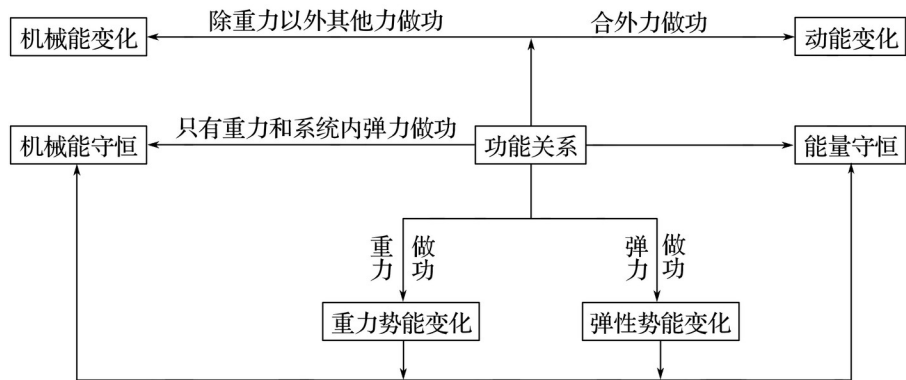
INCLUDEPICTURE "../../../../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/网络构建 1.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE "../../../../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/网络构建 1.TIF" * MERGEFORMAT

网络构建

INCLUDEPICTURE "../../../../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/126.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE "../../../../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/126.TIF" * MERGEFORMAT



INCLUDEPICTURE "../../../../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/127.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE "../../../../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/127.TIF" * MERGEFORMAT



INCLUDEPICTURE ".\\...\\贾文 2016\\二轮\\考前三个月\\物理%20人教（通用）\\全书完整的 word 版文档\\网络构建 3.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".\\...\\贾文 2016\\二轮\\考前三个月\\物理%20人教（通用）\\全书完整的 word 版文档\\网络构建 3.TIF" * MERGEFORMAT

考题一 功和功率的计算

INCLUDEPICTURE ".\\...\\贾文 2016\\二轮\\考前三个月\\物理%20人教（通用）\\全书完整的 word 版文档\\知识精讲 a.tif" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".\\...\\贾文 2016\\二轮\\考前三个月\\物理%20人教（通用）\\全书完整的 word 版文档\\知识精讲 a.tif" * MERGEFORMAT

知识精讲

MERGEFORMAT

1. 功的计算

	力的特点	计算方法
恒力的功	单个恒力	$W = Fl \cos \alpha$
	合力为恒力	1. 先求合力，再求 $W = F_{\text{合}} l$ 2. $W = W_1 + W_2 + \dots$
变力的功	大小恒定，且方向始终沿轨迹切线方向	力的大小跟路程的乘积
	力与位移成线性变化	$W = l \cos \theta$
	已知 $F-l$ 图象	功的大小等于“面积”
	一般变力	动能定理

2. 功率的计算

(1) $P =$ ，适用于计算平均功率；

(2) $P = Fv \cos \theta$ ，若 v 为瞬时速度， P 为瞬时功率，若 v 为平均速度， P 为平均功率。

INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/典例剖析.tif" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/典例剖析.tif" * MERGEFORMAT

典例剖析

例 1 (2016·全国甲卷·21)如图 1, 小球套在光滑的竖直杆上, 轻弹簧一端固定于 O 点, 另一端与小球相连. 现将小球从 M 点由静止释放, 它在下降的过程中经过了 N 点. 已知在 M 、 N 两点处, 弹簧对小球的弹力大小相等, 且 $\angle ONM < \angle OMN < 90^\circ$. 在小球从 M 点运动到 N 点的过程中 ()

INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/16W18.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/16W18.TIF" * MERGEFORMAT

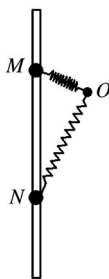


图 1

- A. 弹力对小球先做正功后做负功
- B. 有两个时刻小球的加速度等于重力加速度
- C. 弹簧长度最短时, 弹力对小球做功的功率为零
- D. 小球到达 N 点时的动能等于其在 M 、 N 两点的重力势能差

解析 因 M 和 N 两点处弹簧对小球的弹力大小相等, 且 $\angle ONM < \angle OMN < 90^\circ$, 知 M 处的弹簧处于压缩状态, N 处的弹簧处于伸长状态, 则弹簧的弹力对小球先做负功后做正功再做负功, 选项 A 错误; 当弹簧水平时, 竖直方向的力只有重力, 加速度为 g ; 当弹簧处于原长位置时, 小球只受重力, 加速度为 g , 则有两个时刻的加速度大小等于 g , 选项 B 正确; 弹簧长度最短时, 即弹簧水平, 弹力与速度垂直, 弹力对小球做功的功率为零, 选项 C 正确; 由动能定理得, $W_F + W_G = \Delta E_k$, 因 M 和 N 两点处弹簧对小球的弹力大小相等, 弹性势能相等, 则由弹力做功特点知 $W_F = 0$, 即 $W_G = \Delta E_k$, 选项 D 正确.

答案 BCD

INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/左括.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/左括.TIF" * MERGEFORMAT【变式训练 INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完

整的 word 版文档/右括.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".../././贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/右括.TIF" * MERGEFORMAT】

1.(2016·天津理综·8)我国高铁技术处于世界领先水平.和谐号动车组是由动车和拖车编组而成,提供动力的车厢叫动车,不提供动力的车厢叫拖车,如图 2 所示.假设动车组各车厢质量均相等,动车的额定功率都相同,动车组在水平直轨道上运行过程中阻力与车重成正比.某列车组由 8 节车厢组成,其中第 1、5 节车厢为动车,其余为拖车,则该动车组()

INCLUDEPICTURE ".../././贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/16W116.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".../././贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/16W116.TIF" * MERGEFORMAT



图 2

- A.启动时乘客受到车厢作用力的方向与车运动的方向相反
- B.做匀加速运动时,第 5、6 节与第 6、7 节车厢间的作用力之比为 3:2
- C.进站时从关闭发动机到停下来滑行的距离与关闭发动机时的速度成正比
- D.与改为 4 节动车带 4 节拖车的动车组最大速度之比为 1:2

答案 BD

解析 列车启动时,乘客随车厢加速运动,加速度方向与车的运动方向相同,故乘客受到车厢的作用力方向与车运动方向相同,选项 A 错误;动车组运动的加速度 $a = -kg$,则对 6、7、8 节车厢的整体有 $F_{56} = 3ma + 3kmg = F$,对 7、8 节车厢的整体有 $F_{67} = 2ma + 2kmg = F$,故 5、6 节车厢与 6、7 节车厢间的作用力之比为 $F_{56}:F_{67} = 3:2$,选项 B 正确;关闭发动机后,根据动能定理得 $\cdot 8mV^2 = 8kmgx$,解得 $x =$,可见滑行的距离与关闭发动机时速度的平方成正比,选项 C 错误;8 节车厢有 2 节动车时的最大速度为 $v_{m1} =$;8 节车厢有 4 节动车时最大速度为 $v_{m2} =$,则 $=$,选项 D 正确.

2.(2016·江西师大附中、鹰潭一中 4 月联考)如图 3 是滑雪场的一条雪道.质量为 70 kg 的某滑雪运动员由 A 点沿圆弧轨道滑下,在 B 点以 5 m/s 的速度水平飞出,落到了倾斜轨道上的 C 点(图中未画出).不计空气阻力, $\theta = 30^\circ$, $g = 10 \text{ m/s}^2$,则下列判断正确的是()

INCLUDEPICTURE ".../././贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/130.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".../././贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/130.TIF" * MERGEFORMAT

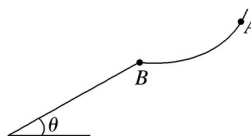


图 3

- A. 该滑雪运动员腾空的时间为 1 s
- B. BC 两点间的落差为 5 m
- C. 落到 C 点时重力的瞬时功率为 3 500 W
- D. 若该滑雪运动员从更高处滑下，落到 C 点时速度与竖直方向的夹角不变

答案 AD

解析 运动员平抛的过程中，水平位移为 $x = v_0 t$ ；竖直位移为 $y = gt^2$ ，落地时： $\tan \theta = \frac{v_y}{v_0} = \frac{gt}{v_0}$ ，联立解得 $t = 1 \text{ s}$ ， $y = 5 \text{ m}$ ，故 A 正确，B 错误；落地时的速度： $v_y = gt = 10 \times 1 \text{ m/s} = 10 \text{ m/s}$ ；所以落到 C 点时重力的瞬时功率为： $P = mg \cdot v_y = 70 \times 10 \times 10 \text{ W} = 7 000 \text{ W}$ ，故 C 错误；根据落地时速度方向与水平方向之间的夹角的表达式： $\tan \alpha = \frac{v}{v_0} = \frac{\sqrt{v_0^2 + v_y^2}}{v_0} = \sqrt{1 + \frac{v_y^2}{v_0^2}} = \sqrt{1 + \tan^2 \theta} = \frac{1}{\cos \theta}$ ，可知到 C 点时速度与竖直方向的夹角与平抛运动的初速度无关，故 D 正确。

3. (2016·岳阳二模) 如图 4，曲面 EC 是半径为 $R = 0.4 \text{ m}$ 的圆弧，C 端切线水平且与水平面 CA 相连，在 CE 上固定一光滑木板 CD，CD 与 CA 平滑连接，质量为 $m = 0.2 \text{ kg}$ 的小滑块从水平面上 A 处以初速度 $v_0 = 4 \text{ m/s}$ 向左运动，恰好可以到达木板的 D 端，下滑后停在 B 处， $AB = 3BC$ ，重力加速度取 10 m/s^2 ，则由题中信息可求出()

INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/132.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/132.TIF" * MERGEFORMAT

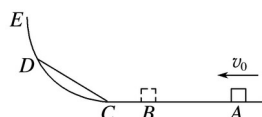


图 4

- A. 滑块与水平面 AC 的动摩擦因数 μ
- B. 木板 CD 与水平面的夹角
- C. 滑块在木板 CD 上下滑时重力的平均功率
- D. 整个过程的摩擦热

答案 BCD

解析 设 $AB = 3BC = L$ ，从 A 到 B 由动能定理可知： $m v^2 = \mu mg L$ ，因 L 未知，则不能求解滑块与水平面 AC 的动摩擦因数 μ ，选项 A 错误；设木板 CD 长为 l ，从 A 到 D 根据动能定理： $m v^2 = mgl \sin \theta + \mu mg L$ ，解得 $mgl \sin \theta = m v^2$ ，由几何关系可知 $2R \sin \theta = l$ ，联立可求解 l 和 θ ，选项 B 正确；根据 $a = g \sin \theta$ 求解滑块在斜面上的加速度 a ，根据 $l = at^2$ 求解滑块在斜面上运动的时间，然后由 $P = \frac{mgl \sin \theta}{t}$ 求解重力的平均功率，选项 C 正确；根据 $Q = m v^2$ 求解整个过程的摩擦热，选项 D 正确。

考题二 功能关系的应用

INCLUDEPICTURE "../../../../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/知识精讲 a.tif" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE "../../../../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/知识精讲 a.tif" *

MERGEFORMAT

1.做功的过程就是能量的转化过程.做了多少功,就有多少能量发生了转化.功是能量转化的量度.常见的几种功能关系:

INCLUDEPICTURE "../../../../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/133.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE "../../../../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/133.TIF" * MERGEFORMAT

2.在常见的功能关系中,动能定理应用尤为广泛.

(1)对于物体运动过程中不涉及加速度和时间,而涉及力和位移、速度的问题时,一般选择动能定理,尤其是曲线运动、多过程的直线运动等.

(2)如果物体只有重力和弹力做功而又不涉及物体运动过程中的加速度和时间,既可用机械能守恒定律,又可用动能定理求解.

INCLUDEPICTURE "../../../../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/典例剖析.tif" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE "../../../../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/典例剖析.tif" * MERGEFORMAT

例2 (2016·全国甲卷·25)轻质弹簧原长为 $2l$,将弹簧竖直放置在地面上,在其顶端将一质量为 $5m$ 的物体由静止释放,当弹簧被压缩到最短时,弹簧长度为 l .现将该弹簧水平放置,一端固定在 A 点,另一端与物块 P 接触但不连接. AB 是长度为 $5l$ 的水平轨道, B 端与半径为 l 的光滑半圆轨道 BCD 相切,半圆的直径 BD 竖直,如图5所示.物块 P 与 AB 间的动摩擦因数 $\mu = 0.5$.用外力推动物块 P ,将弹簧压缩至长度 l ,然后放开, P 开始沿轨道运动,重力加速度大小为 g .

INCLUDEPICTURE "../../../../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/16W24.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE "../../../../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/16W24.TIF" * MERGEFORMAT

图5

(1)若 P 的质量为 m ,求 P 到达 B 点时速度的大小,以及它离开圆轨道后落回到 AB 上的位置与 B 点之间的距离;

(2)若 P 能滑上圆轨道,且仍能沿圆轨道滑下,求 P 的质量的取值范围.

解析 (1)依题意,当弹簧竖直放置,长度被压缩至 l 时,质量为 $5m$ 的物体的动能为零,其

重力势能转化为弹簧的弹性势能.由机械能守恒定律知, 弹簧长度为 l 时的弹性势能为

$$E_p = 5mgl \quad \text{①}$$

设 P 到达 B 点时的速度大小为 v_B , 由能量守恒定律得

$$E_p = mv + \mu mg(5l - l) \quad \text{②}$$

联立①②式, 并代入题给数据得

$$v_B = \quad \text{③}$$

若 P 能沿圆轨道运动到 D 点, 其到达 D 点时的向心力不能小于重力, 即 P 此时的速度大小 v 应满足

$$-mg \geq 0 \quad \text{④}$$

设 P 滑到 D 点时的速度为 v_D , 由机械能守恒定律得

$$mv + mgl = mv_D + mg \cdot 2l \quad \text{⑤}$$

$$\text{联立③⑤式得 } v_D = \quad \text{⑥}$$

v_D 满足④式要求, 故 P 能运动到 D 点, 并从 D 点以速度 v_D 水平射出. 设 P 落回到轨道 AB 所需的时间为 t , 由运动学公式得

$$2l = gt^2 \quad \text{⑦}$$

$$P \text{ 落回到 } AB \text{ 上的位置与 } B \text{ 点之间的距离为 } s = v_D t \quad \text{⑧}$$

联立⑥⑦⑧式得

$$s = 2l \quad \text{⑨}$$

(2) 设 P 的质量为 M , 为使 P 能滑上圆轨道, 它到达 B 点时的速度不能小于零. 由①②式可知

$$5mgl > \mu Mg \cdot 4l \quad \text{⑩}$$

要使 P 仍能沿圆轨道滑回, P 在圆轨道的上升高度不能超过半圆轨道的中点 C . 由机械能守恒定律有

$$Mv_B'^2 \leq Mgl \quad \text{⑪}$$

$$E_p = Mv_B'^2 + \mu Mg \cdot 4l \quad \text{⑫}$$

联立①⑩⑪⑫式得

$$m \leq M < m$$

答案 (1) $2l$ (2) $m \leq M < m$

INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教 (通用) /全书完整的 word 版文档/左括.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教 (通用) /全书完整的 word 版文档/左括.TIF" * MERGEFORMAT 变式训练 INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教 (通用) /全书完整的 word 版文档/右括.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教 (通用) /全书完整的 word 版文档/右括.TIF" * MERGEFORMAT

4.(2016·四川理综·1)韩晓鹏是我国首位在冬奥会雪上项目夺冠的运动员.他在一次自由式滑雪空中技巧比赛中沿“助滑区”保持同一姿态下滑了一段距离,重力对他做功 1900 J , 他克服阻

力做功 100 J.韩晓鹏在此过程中()

- A.动能增加了 1 900 J
- B.动能增加了 2 000 J
- C.重力势能减小了 1 900 J
- D.重力势能减小了 2 000 J

答案 C

解析 由题可得,重力做功 $W_G = 1\ 900\ \text{J}$,则重力势能减少 1 900 J,故 C 正确,D 错误;由动能定理得, $W_G - W_f = \Delta E_k$,克服阻力做功 $W_f = 100\ \text{J}$,则动能增加 1 800 J,故 A、B 错误.

5.如图 6 所示,楔形木块 abc 固定在水平面上,粗糙斜面 ab 与水平面的夹角为 60° ,光滑斜面 bc 与水平面的夹角为 30° ,顶角 b 处安装一定滑轮.质量分别为 M 、 $m(M > m)$ 的滑块,通过不可伸长的轻绳跨过定滑轮连接,轻绳与斜面平行.两滑块由静止释放后,沿斜面做匀加速运动.若不计滑轮的质量和摩擦,在两滑块沿斜面运动的过程中()

INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教(通用)/全书完整的 word 版文档/135.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教(通用)/全书完整的 word 版文档/135.TIF" * MERGEFORMAT

图 6

- A.轻绳对滑轮作用力的方向是竖直向下
- B.拉力和重力对 M 做功之和大于 M 动能的增加
- C.拉力对 M 做的功等于 M 机械能的增加
- D.两滑块组成系统的机械能损失等于 M 克服摩擦力做的功

答案 BD

解析 因作用在滑轮上的左右两边绳子的拉力大小相等,但是与竖直方向的夹角不同,故由力的合成知识可知,轻绳对滑轮作用力的方向不是竖直向下,选项 A 错误;根据动能定理,拉力、重力和摩擦力做功之和等于 M 的动能增量,故拉力和重力对 M 做功之和大于 M 动能的增加,选项 B 正确;由功能关系可知,拉力和摩擦力对 M 做的功等于 M 机械能的增加,选项 C 错误;由功能关系可知,两滑块组成系统的机械能损失等于 M 克服摩擦力做的功,选项 D 正确.

考题三 动力学和能量观点的综合应用

INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教(通用)/全书完整的 word 版文档/方法指导 a.tif" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教(通用)/全书完整的 word 版文档/方法指导 a.tif" * MERGEFORMAT

力学综合问题，涉及动力学、功能关系，解决此类问题关键要做好“四选择”。

(1)当物体受到恒力作用发生运动状态的改变而且又涉及时间时，一般选择用动力学方法解题；

(2)当涉及功、能和位移时，一般选用动能定理、机械能守恒定律、功能关系或能量守恒定律解题，题目中出现相对位移时，应优先选择能量守恒定律；

(3)当涉及细节并要求分析力时，一般选择牛顿运动定律，对某一时刻的问题选择牛顿第二定律求解；

(4)复杂问题的分析一般需选择能量的观点、运动与力的观点综合解题。

INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/典例剖析.tif" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/典例剖析.tif" * MERGEFORMAT

例 3 如图 7 所示，光滑管状轨道 ABC 由直轨道 AB 和圆弧轨道 BC 组成，二者在 B 处相切并平滑连接， O 为圆心， O 、 A 在同一条水平线上， OC 竖直，一直径略小于圆管直径的质量为 m 的小球，用细线穿过管道与质量为 M 的物块连接，将小球由 A 点静止释放，当小球运动到 B 处时细线断裂，小球继续运动。已知弧形轨道的半径为 $R = m$ ，所对应的圆心角为 53° ， $\sin 53^\circ = 0.8$ ， $\cos 53^\circ = 0.6$ ， $g = 10 \text{ m/s}^2$ 。

INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/137.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/137.TIF" * MERGEFORMAT

图 7

(1)若 $M = 5m$ ，求小球在直轨道部分运动时的加速度大小。

(2)若 $M = 5m$ ，求小球从 C 点抛出后下落高度 $h = m$ 时到 C 点的水平位移。

(3) M 、 m 满足什么关系时，小球能够运动到 C 点？

[思维规范流程]

步骤 2：在直角 $\triangle OAB$ 中，由几何关系得 x_{AB} ，由运动学方程，得 v_B	$x_{AB} =$	④
步骤 1：在直轨道部分，对小球、物块列牛顿第二定律方程对小球： $F - mg\sin 53^\circ = ma$	$v_B = 2 \text{ m/s}$	⑤
	$B \rightarrow C:$	
	$mV = mV + mgR(1 - \cos 53^\circ)$	⑥
	过 C 点后： $x = v_C t$	⑦
B 到 C ，列机械能守恒方程	$h = gt^2$	⑧

过 C 后，平抛运动分方向列方程	
对物块： $Mg - F = Ma$ ②	得： $x = m$ ⑨
得 $a = 7 \text{ m/s}^2$ ③	

步骤 3： $A \rightarrow B$ ：列系统机械能守恒方程 $A \rightarrow B$ 对 (M, m) 系统

①②⑥⑩⑪⑫ 每式各 2 分，其余各式 1 分.

INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/左括.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/左括.TIF" * MERGEFORMAT 变式训练 INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/右括.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/右括.TIF" * MERGEFORMAT

6.(2016·天津理综·10)我国将于 2022 年举办冬奥会，跳台滑雪是其中最具观赏性的项目之一.如图 8 所示，质量 $m = 60 \text{ kg}$ 的运动员从长直助滑道 AB 的 A 处由静止开始以加速度 $a = 3.6 \text{ m/s}^2$ 匀加速滑下，到达助滑道末端 B 时速度 $v_B = 24 \text{ m/s}$ ， A 与 B 的竖直高度差 $H = 48 \text{ m}$ ，为了改变运动员的运动方向，在助滑道与起跳台之间用一段弯曲滑道衔接，其中最低点 C 处附近是一段以 O 为圆心的圆弧.助滑道末端 B 与滑道最低点 C 的高度差 $h = 5 \text{ m}$ ，运动员在 B 、 C 间运动时阻力做功 $W = -1530 \text{ J}$ ，取 $g = 10 \text{ m/s}^2$.

INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/16W122.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/16W122.TIF" * MERGEFORMAT

图 8

(1)求运动员在 AB 段下滑时受到阻力 F_f 的大小；

(2)若运动员能够承受的最大压力为其所受重力的 6 倍，则 C 点所在圆弧的半径 R 至少应为多大.

答案 (1)144 N (2)12.5 m

解析 (1)运动员在 AB 上做初速度为零的匀加速运动，设 AB 的长度为 x ，则有 $v = 2ax$ ①

由牛顿第二定律有 $mg - F_f = ma$ ②

联立①②式，代入数据解得 $F_f = 144 \text{ N}$ ③

(2)设运动员到达 C 点时的速度为 v_C ，在由 B 到达 C 的过程中，由动能定理得

$$mgh + W = mv - mv \quad \text{④}$$

设运动员在 C 点所受的支持力为 F_N ，由牛顿第二定律有

$$F_N - mg = m \quad \text{⑤}$$

$$\text{由题意和牛顿第三定律知 } F_N = 6mg \quad \text{⑥}$$

联立④⑤⑥式，代入数据解得 $R = 12.5 \text{ m}$.

7. 过山车是游乐场中常见的设施. 图 9 是一种过山车运行轨道的简易模型, 它由竖直平面内粗糙斜面轨道和光滑圆形轨道组成. 过山车与斜面轨道间的动摩擦因数为 μ , 圆形轨道半径为 R , A 点是圆形轨道与斜面轨道的切点. 过山车(可视为质点)从倾角为 θ 的斜面轨道某一点由静止开始释放并顺利通过圆形轨道. 若整个过程中, 人能承受过山车对他的作用力不超过其自身重力的 8 倍. 求过山车释放点距 A 点的距离范围.

INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教(通用)/全书完整的 word 版文档/139.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教(通用)/全书完整的 word 版文档/139.TIF" * MERGEFORMAT

图 9

答案 $\leq L \leq$

解析 过山车恰能通过圆轨道的最高点

从释放的最低点到 A 点, 由动能定理

$$mgL_1 \sin \theta - \mu mgL_1 \cos \theta = mv$$

设过山车经过最高点速度为 v , 从 A 点到圆轨道的最高点, 由机械能守恒定律 $mv = mgR(1 + \cos \theta) + mv^2$

在圆轨道最高点, 由牛顿第二定律 $mg = m$

解得: $L_1 =$

过山车在圆轨道最低点承受作用力最大

从释放的最高点到 A 点, 由动能定理

$$mgL_2 \sin \theta - \mu mgL_2 \cos \theta = mv_A'^2$$

从 A 点到圆轨道的最低点, 由机械能守恒定律

$$mv_A'^2 + mgR(1 - \cos \theta) = mv^2$$

在圆轨道最低点, 由牛顿第二定律 $F_N - mg = m \quad F_N = 8mg$

解得: $L_2 =$

过山车释放点距 A 点的距离范围

$\leq L \leq$

专题规范练

1.(多选)(2016·全国甲卷·19)两实心小球甲和乙由同一种材料制成,甲球质量大于乙球质量.两球在空气中由静止下落,假设它们运动时受到的阻力与球的半径成正比,与球的速率无关.若它们下落相同的距离,则()

- A.甲球用的时间比乙球长
- B.甲球末速度的大小大于乙球末速度的大小
- C.甲球加速度的大小小于乙球加速度的大小
- D.甲球克服阻力做的功大于乙球克服阻力做的功

答案 BD

解析 小球的质量 $m = \rho \pi r^3$, 由题意知 $m_{甲} > m_{乙}$, $\rho_{甲} = \rho_{乙}$, 则 $r_{甲} > r_{乙}$. 空气阻力 $f = kr$, 对小球由牛顿第二定律得, $mg - f = ma$, 则 $a = g - \frac{f}{m} = g - \frac{k}{\rho \pi r^2}$, 可得 $a_{甲} > a_{乙}$, 由 $h = at^2$ 知, $t_{甲} < t_{乙}$, 选项 A、C 错误; 由 $v = at$ 知, $v_{甲} > v_{乙}$, 故选项 B 正确; 因 $f_{甲} > f_{乙}$, 由球克服阻力做功 $W_f = fh$ 知, 甲球克服阻力做功较大, 选项 D 正确.

2.如图 1, 不可伸长的柔软轻绳跨过光滑定滑轮, 绳两端各系一个小球 a 和 b . a 球质量为 m , 静置于水平地面; b 球质量为 $3m$, 用手托住, 高度为 h , 此时轻绳刚好拉紧. 现将 b 球释放, 则 b 球着地瞬间 a 球的速度大小为()

INCLUDEPICTURE ".\\..\\..\\贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教 (通用) /全书完整的 word 版文档/140.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".\\..\\..\\贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教 (通用) /全书完整的 word 版文档/140.TIF" * MERGEFORMAT

图 1

- A. B. C. D.2

答案 A

解析 在 b 球落地前, a 、 b 球组成的系统机械能守恒, 且 a 、 b 两球速度大小相等, 设为 v , 根据机械能守恒定律有: $3mgh = mgh + (3m + m)v^2$, 解得: $v = \sqrt{gh}$.

3.如图 2 所示, A 、 B 、 C 三个一样的滑块从粗糙斜面上的同一高度同时开始运动. A 由静止释放; B 的初速度方向沿斜面向下, 大小为 v_0 ; C 的初速度方向沿水平方向, 大小为 v_0 . 斜面足够大, A 、 B 、 C 运动过程中不会相碰, 下列说法正确的是()

INCLUDEPICTURE ".\\..\\..\\贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教 (通用) /全书完整的 word 版文档/141.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".\\..\\..\\贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教 (通用) /全书完整的 word 版文档/141.TIF" * MERGEFORMAT

图 2

- A. A 和 C 将同时滑到斜面底端
- B. 滑到斜面底端时, B 的动能最大

C.滑到斜面底端时， C 的重力势能减少最多

D.滑到斜面底端时， B 的机械能减少最多

答案 B

解析 A 、 C 两个滑块所受的滑动摩擦力大小相等， A 所受滑动摩擦力沿斜面向上， C 沿斜面向上的力是滑动摩擦力的分力，所以 C 沿斜面向下的加速度大于 A 的加速度， C 先到达斜面底端，故A错误；重力做功相同，摩擦力对 A 、 B 做功相同， C 克服摩擦力做功最大，而 B 有初速度，则滑到斜面底端时， B 滑块的动能最大，故B正确；三个滑块下降的高度相同，重力势能减少相同，故C错误；滑动摩擦力做功与路程有关， C 运动的路程最大， C 克服摩擦力做功最大，机械能减少最多，故D错误。

4.(多选)如图3所示，小物块以初速度 v_0 从 O 点沿斜向上运动，同时从 O 点斜向上抛出一个速度大小也为 v_0 的小球，物块和小球在斜面上的 P 点相遇.已知物块和小球质量相等，空气阻力忽略不计，则()

INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的word 版文档/142.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的word 版文档/142.TIF" * MERGEFORMAT

图3

A.斜面只能是粗糙的

B.小球运动到最高点时离斜面最远

C.在 P 点时，小球的动能大于物块的动能

D.小球和物块到达 P 点过程中克服重力做功的平均功率相等

答案 ACD

解析 把小球的速度分解到沿斜面方向和垂直斜面方向，则沿斜面方向的速度小于物块的速度，若斜面光滑，则小球和物块沿斜面方向的加速度相同，则不可能在 P 点相遇，所以斜面不可能是光滑的，故A正确；当小球的速度方向与斜面平行时，离斜面最远，此时竖直方向速度不为零，不是运动到最高点，故B错误；物块在斜面上还受摩擦力做功，物块的机械能减小，所以在 P 点时，小球的动能应该大于物块的动能，故C正确；小球和物块初末位置相同，则高度差相等，而重力相等，则重力做功相等，时间又相同，所以小球和物块到达 P 点过程中克服重力做功的平均功率相等，故D正确。

5.荡秋千是一种常见的休闲娱乐活动，也是我国民族运动会上的一项比赛项目.若秋千绳的长度约为 2 m ，荡到最高点时，秋千绳与竖直方向成 60° 角，如图4所示.人在从最高点到最低点的运动过程中，以下说法正确的是()

INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的word 版文档/143.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的word 版文档/143.TIF" * MERGEFORMAT

图 4

- A.最低点的速度大约为 5 m/s
- B.在最低点时的加速度为零
- C.合外力做的功等于增加的动能
- D.重力做功的功率逐渐增加

答案 C

解析 秋千在下摆过程中，受到的绳子拉力不做功，机械能守恒，则得： $mgL(1 - \cos 60^\circ) = mv^2$ ，解得： $v = 2 \text{ m/s}$ ，A 错误；在最低点合力指向圆心，加速度不为零，B 错误；根据动能定理合外力做的功等于增加的动能，C 正确； $P = mgv_{\perp}$ ，由于在竖直方向上的速度从最高点到最低点过程中先增大后减小，故重力做功的功率先增大后减小，D 错误。

6.(多选)(2016·浙江理综·18)如图 5 所示为一滑草场.某条滑道由上下两段高均为 h ，与水平面倾角分别为 45° 和 37° 的滑道组成，滑草车与草地之间的动摩擦因数为 μ .质量为 m 的载人滑草车从坡顶由静止开始自由下滑，经过上、下两段滑道后，最后恰好静止于滑道的底端(不计滑草车在两段滑道交接处的能量损失， $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$).则()

INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/16W129.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/16W129.TIF" * MERGEFORMAT

图 5

- A.动摩擦因数 $\mu =$
- B.载人滑草车最大速度为
- C.载人滑草车克服摩擦力做功为 mgh
- D.载人滑草车在下段滑道上的加速度大小为 g

答案 AB

解析 对滑草车从坡顶由静止滑下，到底端静止的全过程，得 $mg \cdot 2h - \mu mg \cos 45^\circ \cdot h - \mu mg \cos 37^\circ \cdot h = 0$ ，解得 $\mu =$ ，选项 A 正确；对经过上段滑道过程，根据动能定理得， $mgh - \mu mg \cos 45^\circ \cdot h = mv^2$ ，解得 $v =$ ，选项 B 正确；载人滑草车克服摩擦力做功为 $2mgh$ ，选项 C 错误；载人滑草车在下段滑道上的加速度为 $a = -g$ ，即加速度大小为 g ，选项 D 错误。

7.(多选)(2016·全国丙卷·20)如图 6，一固定容器的内壁是半径为 R 的半球面；在半球面水平直径的一端有一质量为 m 的质点 P .它在容器内壁由静止下滑到最低点的过程中，克服摩擦力做的功为 W .重力加速度大小为 g .设质点 P 在最低点时，向心加速度的大小为 a ，容器对它的支持力大小为 N ，则()

INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/16W52.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/16W52.TIF" * MERGEFORMAT

INCLUDEPICTURE ".\\..\\..\\贾文 2016\\二轮\\考前三个月\\物理%20人教（通用）\\全书完整的 word 版文档\\148.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".\\..\\..\\贾文 2016\\二轮\\考前三个月\\物理%20人教（通用）\\全书完整的 word 版文档\\148.TIF" * MERGEFORMAT

图 8

- (1)拉力所做的功；
 (2)拉力撤去时小球的速度大小；
 (3)若小球运动到最高点后由静止开始向右倾斜，求杆与水平面夹角为 θ 时(正方体和小球还未脱落)，正方体的速度大小.

答案(1) mgL (2)

(3)

解析 (1)根据动能定理可得： $W_F - mgL = 0$

力 F 所做的功为 $W_F = mgL$

(2)设撤去 F 时，杆与水平面夹角为 α ，撤去 F 前，有： $W_F = \alpha mgL$ ，解得： $\alpha =$

根据动能定理有： $mgL - mgL \sin \alpha = mv^2$

得撤去 F 时小球的速度为： $v =$

(3)设杆与水平面夹角为 θ 时，杆的速度为 v_1 ，正方体的速度为 v_2 ， $v_2 = v_1 \sin \theta$

系统机械能守恒有： $mg(L - L \sin \theta) = mv + Mv$

解得： $v_2 =$.

10.如图 9 所示，虚线圆的半径为 R ， AC 为光滑竖直杆， AB 与 BC 构成直角的 L 形轨道，小球与 AB 、 BC 轨道间的动摩擦因数均为 μ ， A 、 B 、 C 三点正好是圆上三点，而 AC 正好为该圆的直径， AB 与 AC 的夹角为 α .如果套在 AC 杆上的小球自 A 点静止释放，分别沿 ABC 轨道和 AC 直轨道运动，忽略小球滑过 B 处时的能量损耗.求：

INCLUDEPICTURE ".\\..\\..\\贾文 2016\\二轮\\考前三个月\\物理%20人教（通用）\\全书完整的 word 版文档\\149.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".\\..\\..\\贾文 2016\\二轮\\考前三个月\\物理%20人教（通用）\\全书完整的 word 版文档\\149.TIF" * MERGEFORMAT

图 9

- (1)小球在 AB 轨道上运动的加速度；
 (2)小球沿 ABC 轨道运动到达 C 点时的速率；
 (3)若 AB 、 BC 、 AC 轨道均光滑，如果沿 ABC 轨道运动到达 C 点的时间与沿 AC 直轨道运动到达 C 点的时间之比为 5:3，求 α 的正切值.

答案 (1) $g \cos \alpha - \mu g \sin \alpha$ (2)2 (3)2.4

解析 (1)从 A 到 B ，由牛顿第二定律得：

$$mg \cos \alpha - \mu mg \sin \alpha = ma$$

解得： $a = g \cos \alpha - \mu g \sin \alpha$

(2)小球沿 ABC 轨道运动，从 A 到 C ，由动能定理可得： $mv = mg \cdot 2R - 2\mu mg \cdot 2R \cos \alpha \sin \alpha$

解得： $v_C = 2$

(3) 设小球沿 AC 直导轨做自由落体运动，运动时间为 t ，则有： $2R = gt^2$

解得： $t = 2$

轨道均光滑，小球由 A 到 B 机械能守恒，设 B 点的速度为 v_B ，则有：

$$mg \cdot 2R \cos^2 \alpha = mv^2$$

解得： $v_B = 2 \cos \alpha$

且依等时圆， $t_{AB} = t$ ，则 B 到 C 的时间为：

$$t_{BC} = t - t = t =$$

以后沿 BC 直导轨运动的加速度为：

$$a' = g \sin \alpha, \text{ 且 } BC = 2R \sin \alpha$$

$$\text{故 } 2R \sin \alpha = v_B t_{BC} + a' t$$

代入数据得： $\tan \alpha = 2.4$.

$$(M + m)v^2 = Mg x_{AB} - mg x_{AB} \sin 53^\circ \quad \text{⑩}$$

$B \rightarrow C$ ，小球恰好能到达 C 点时， $v_C = 0$

$$-mgR(1 - \cos 53^\circ) = 0 - mv^2 \quad \text{⑪}$$

$$\text{得：} M \geq m \quad \text{⑫}$$

线断后，对球由 $B \rightarrow C$ 列动能定理关系式