

高三物理-专题复习- 《功和功率》-《功能 关系》（含答案解析）



【复习备考建议】

1. 能量观点是高中物理三大观点之一，是历年高考必考内容；或与直线运动、平抛运动、圆周运动结合，或与电场、电磁感应结合，或与弹簧、传送带、板块连接体等结合；或借助选择题单独考查功、功率、动能定理、功能关系的理解，或在计算题中考查动力学与能量观点的综合应用，难度较大。
2. 对于动量问题，可以只在选择题中出现，考查动量守恒定律、动量定理的基本应用，也可在计算题中出现，特别是动量与动力学、能量结合、综合性强、难度高，应加大训练。

第4课时 功和功率 功能关系

考点 功、功率的分析与计算

1. 恒力功的计算

(1) 单个恒力的功 $W = Fl \cos \alpha$.

(2) 合力为恒力的功

① 先求合力，再求 $W = F_{\text{合}} l \cos \alpha$.

② $W = W_1 + W_2 + \dots$.

2. 变力功的计算

(1) 若力大小恒定，且方向始终沿轨迹切线方向，可用力的大小跟路程的乘积计算。

(2) 力的方向不变，大小随位移线性变化可用 $W = \overline{F} l \cos \alpha$ 计算。

(3) $F-l$ 图象中，功的大小等于“面积”。

(4) 求解一般变力做的功常用动能定理。

3. 功率的计算

(1) $P = \frac{W}{t}$ ，适用于计算平均功率；

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

注意：力 F 与速度 v 方向不在同一直线上时功率为 $Fv \cos \theta$ 。

【例 1】 (多选)(2019·山西晋中市适应性调研)如图 1 甲所示, 足够长的固定光滑细杆与地面成一定倾角, 在杆上套有一个光滑小环, 沿杆方向给环施加一个拉力 F , 使环由静止开始运动, 已知拉力 F 及小环速度 v 随时间 t 变化的规律如图乙、丙所示, 重力加速度 g 取 10 m/s^2 . 则以下判断正确的是()

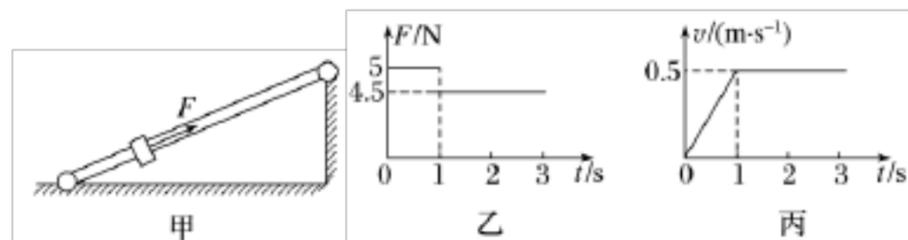


图 1

- A. 小环的质量是 1 kg
- B. 细杆与地面间的倾角是 30°
- C. 前 3 s 内拉力 F 的最大功率是 2.25 W
- D. 前 3 s 内拉力对小环做功 5.75 J

答案 AD

解析 由速度 - 时间图象得到环先匀加速上升, 然后匀速运动, 由题图可得: 第 1 s 内, a

$$= \frac{\Delta v}{t} = \frac{0.5}{1} \text{ m/s}^2 = 0.5 \text{ m/s}^2, \text{ 加速阶段: } F_1 - mg \sin \theta = ma; \text{ 匀速阶段: } F_2 - mg \sin \theta = 0, \text{ 联立}$$

以上三式解得: $m = 1 \text{ kg}$, $\sin \theta = 0.45$, 故 A 正确, B 错误; 第 1 s 内, 速度不断变大, 拉力的

瞬时功率也不断变大, 第 1 s 末, $P = Fv_1 = 5 \times 0.5 \text{ W} = 2.5 \text{ W}$; 第 1 s 末到第 3 s 末, $P =$

$Fv_1 = 4.5 \times 0.5 \text{ W} = 2.25 \text{ W}$, 即拉力的最大功率为 2.5 W , 故 C 错误; 从速度 - 时间图象可以

得到, 第 1 s 内的位移为 0.25 m , $1 \sim 3 \text{ s}$ 内的位移为 1 m , 前 3 s 内拉力做的功为: $W =$

$$5 \times 0.25 \text{ J} + 4.5 \times$$

$1 \text{ J} = 5.75 \text{ J}$, 故 D 正确.

【变式训练】

1. (2020·山东等级考模拟卷·3)我国自主研发的绞吸挖泥船“天鲲号”达到世界先进水平. 若某段工作时间内, “天鲲号”的泥泵输出功率恒为 $1 \times 10^4 \text{ kW}$, 排泥量为 $1.4 \text{ m}^3/\text{s}$, 排泥管的横截面积为 0.7 m^2 . 则泥泵对排泥管内泥浆的推力为()

- A. $5 \times 10^6 \text{ N}$
- B. $2 \times 10^7 \text{ N}$
- C. $2 \times 10^9 \text{ N}$
- D. $5 \times 10^9 \text{ N}$

答案 A

2. 理解

(1)做功的过程就是能量转化的过程，不同形式的能量发生相互转化可以通过做功来实现.

(2)功是能量转化的量度，功和能的关系，一是体现在不同性质的力做功对应不同形式的能量转化，二是做功的多少与能量转化的多少在数值上相等.

3. 应用

(1)分析物体运动过程中受哪些力，有哪些力做功，有哪些形式的能发生变化.

(2)列动能定理或能量守恒定律表达式.

【例 2】 (多选)(2019·全国卷 II·18)从地面竖直向上抛出一物体，其机械能 $E_{\text{总}}$ 等于动能 E_k 与重力势能 E_p 之和. 取地面为重力势能零点，该物体的 $E_{\text{总}}$ 和 E_p 随它离开地面的高度 h 的变化如图 3 所示. 重力加速度取 10 m/s^2 . 由图中数据可得()

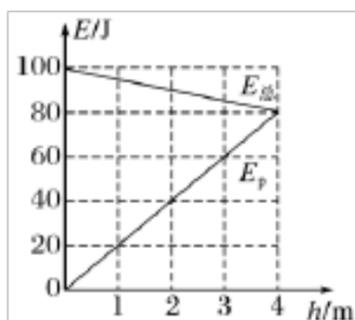


图 3

- A. 物体的质量为 2 kg
- B. $h=0$ 时，物体的速率为 20 m/s
- C. $h=2 \text{ m}$ 时，物体的动能 $E_k=40 \text{ J}$
- D. 从地面至 $h=4 \text{ m}$ ，物体的动能减少 100 J

答案 AD

解析 根据题图图像可知， $h=4 \text{ m}$ 时物体的重力势能 $mgh=80 \text{ J}$ ，解得物体质量 $m=2 \text{ kg}$ ，抛出时物体的动能为 $E_{k0}=100 \text{ J}$ ，由公式 $E_{k0}=\frac{1}{2}mv^2$ 可知， $h=0$ 时物体的速率为 $v=10 \text{ m/s}$ ，选项 A 正确，B 错误；由功能关系可知 $F_f h=|\Delta E_{\text{总}}|=20 \text{ J}$ ，解得物体上升过程中所受空气阻力 $F_f=5 \text{ N}$ ，从物体开始抛出至上升到 $h=2 \text{ m}$ 的过程中，由动能定理有 $-mgh-F_f h=E_k-100 \text{ J}$ ，解得 $E_k=50 \text{ J}$ ，选项 C 错误；由题图图像可知，物体上升到 $h=4 \text{ m}$ 时，机械能为 80 J ，重力势能为 80 J ，动能为零，即从地面上升到 $h=4 \text{ m}$ ，物体动能减少 100 J ，选项 D 正确.

【变式训练】

3. 2018 年 2 月 13 日，平昌冬奥会女子单板滑雪 U 形池项目中，我国选手刘佳宇荣获亚军，为我国夺得此届冬奥会首枚奖牌. 如图 4 为 U 形池模型，其中 A、B 为 U 形池两侧边

缘, C 为 U 形池最低点, U 形池轨道各处粗糙程度相同. 运动员(可看成质点)在池边高 h 处自由下落由左侧进入池中, 从右侧飞出后上升的最大高度为 $\frac{h}{2}$, 下列说法正确的是()

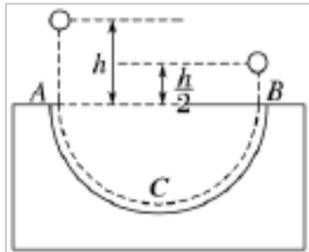


图 4

- A. 运动员再次进入池中后, 能够冲出左侧边缘 A 然后返回
- B. 运动员再次进入池中后, 刚好到达左侧边缘 A 然后返回
- C. 由 A 到 C 过程与由 C 到 B 过程相比, 运动员损耗机械能相同
- D. 由 A 到 C 过程与由 C 到 B 过程相比, 前一过程运动员损耗机械能较小

答案 A

解析 运动员由 h 处自由下落, 到右侧 $\frac{h}{2}$ 高度, 损失的机械能 $\Delta E = mg\frac{h}{2}$. 运动员受到的摩擦力与正压力成正比, 由圆周运动的规律可知, 运动员返回时比开始进入时的平均速率要小, 平均摩擦力要小, 则阻力做功小于 $mg\frac{h}{2}$, 故能冲出 A 点, 选项 A 正确, B 错误, 同理, A 到 C 过程比 C 到 B 过程平均速率大, 平均摩擦力大, 运动员损耗机械能大, 故 C、D 错误.

4.(多选)(2018·安徽安庆市二模)如图 5 所示, 一运动员穿着飞行装备从飞机上跳出后的一段运动过程可近似认为是匀变速直线运动, 运动方向与水平方向成 53° 角, 运动员的加速度大小为 $\frac{3g}{4}$. 已知运动员(包含装备)的质量为 m , 则在运动员下落高度为 h 的过程中, 下列说法正

确的是($\sin 53^\circ = \frac{4}{5}$, $\cos 53^\circ = \frac{3}{5}$)()

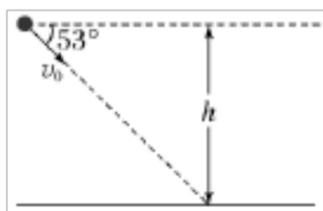


图 5

- A. 运动员重力势能的减少量为 $\frac{3}{5}mgh$
- B. 运动员动能的增加量为 $\frac{3}{4}mgh$
- C. 运动员动能的增加量为 $\frac{15}{16}mgh$
- D. 运动员的机械能减少了 $\frac{1}{16}mgh$

答案 CD

解析 运动员下落的高度是 h ，则重力做功： $W = mgh$ ，所以运动员重力势能的减少量为

mgh ，故 A 错误；运动员下落的高度是 h ，则飞行的距离： $L = \frac{h}{\sin 53^\circ} = \frac{5}{4}h$ ，运动员受到的

合外力： $F_{\text{合}} = ma = \frac{3}{4}mg$ ，动能的增加量等于合外力做的功，即： $\Delta E_k = W_{\text{合}} = F_{\text{合}}L = \frac{3}{4}mg \times \frac{5}{4}$

$h = \frac{15}{16}mgh$ ，故 B 错误，C 正确；运动员重力势能的减少量为 mgh ，动能的增加量为 $\frac{15}{16}mgh$ ，

所以运动员的机械能减少了 $\frac{1}{16}mgh$ ，故 D 正确。

考点 动能定理的应用

1. 表达式： $W_{\text{总}} = E_{k2} - E_{k1}$ 。

2. 五点说明

(1) $W_{\text{总}}$ 为物体在运动过程中所受各力做功的代数和。

(2) 动能变化量 $E_{k2} - E_{k1}$ 一定是物体在末、初两状态的动能之差。

(3) 动能定理既适用于直线运动，也适用于曲线运动。

(4) 动能定理既适用于恒力做功，也适用于变力做功。

(5) 力可以是各种性质的力，既可以同时作用，也可以分阶段作用。

3. 基本思路

(1) 确定研究对象和研究过程。

(2) 进行运动分析和受力分析，确定初、末速度和各力做功情况，利用动能定理全过程或者分过程列式。

4. 在功能关系中的应用

(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) 动能定理也是一种功能关系，即合外力做的功(总功)与动能变化量一一对应。

【例 3】 如图 6 所示，在地面上竖直固定了刻度尺和轻质弹簧，弹簧原长时上端与刻度尺上的 A 点等高。质量 $m = 0.5 \text{ kg}$ 的篮球静止在弹簧正上方，其底端距 A 点的高度 $h_1 = 1.10 \text{ m}$ ，篮球由静止释放，测得第一次撞击弹簧时，弹簧的最大形变量 $x_1 = 0.15 \text{ m}$ ，第一次反弹至最高点，篮球底端距 A 点的高度 $h_2 = 0.873 \text{ m}$ ，篮球多次反弹后静止在弹簧的上端，此时弹簧的形变量 $x_2 = 0.01 \text{ m}$ ，弹性势能为 $E_p = 0.025 \text{ J}$ 。若篮球运动时受到的空气阻力大小恒定，忽略篮球与弹簧碰撞时的能量损失和篮球形变，弹簧形变在弹性限度范围内， g 取 10 m/s^2 。求：

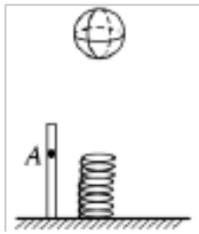


图 6

- (1)弹簧的劲度系数;
 (2)篮球在运动过程中受到的空气阻力的大小;
 (3)篮球在整个运动过程中通过的路程.

答案 (1)500 N/m (2)0.50 N (3)11.05 m

解析 (1)由最后静止的位置可知 $kx_2 = mg$, 所以 $k = 500 \text{ N/m}$

(2)由动能定理可知, 在篮球由静止下落到第一次反弹至最高点的过程中

$$mg\Delta h - F_f \cdot L = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

整个过程动能变化为 0, 重力做功 $mg\Delta h = mg(h_1 - h_2) = 1.135 \text{ J}$

空气阻力大小恒定, 作用距离为 $L = h_1 + h_2 + 2x_1 = 2.273 \text{ m}$

故可得 $F_f \approx 0.50 \text{ N}$

(3)整个运动过程中, 空气阻力一直与运动方向相反

$$\text{根据动能定理有 } mg\Delta h' + W_f + W_{\text{弹}} = \frac{1}{2}mv_2'^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

整个过程动能变化为 0, 重力做功 $mg\Delta h' = mg(h_1 + x_2) = 5.55 \text{ J}$

弹力做功 $W_{\text{弹}} = -E_p = -0.025 \text{ J}$

则空气阻力做功 $W_f = -mg\Delta h' - W_{\text{弹}} = -5.525 \text{ J}$

因 $W_f = -F_f s$

故解得 $s = 11.05 \text{ m}$.

【变式训练】

5.(2019·全国卷III·17)从地面竖直向上抛出一物体, 物体在运动过程中除受到重力外, 还受到一大小不变、方向始终与运动方向相反的外力作用. 距地面高度 h 在 3 m 以内时, 物体上升、下落过程中动能 E_k 随 h 的变化如图 7 所示. 重力加速度取 10 m/s^2 . 该物体的质量为 ()

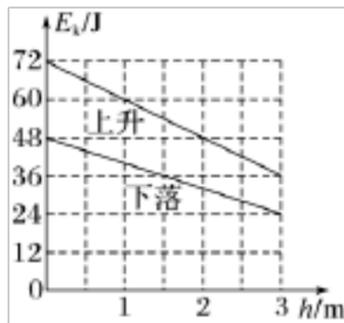


图 7

A. 2 kg B. 1.5 kg C. 1 kg D. 0.5 kg

答案 C

解析 设物体的质量为 m ，则物体在上升过程中，受到竖直向下的重力 mg 和竖直向下的恒定外力 F ，当 $\Delta h = 3 \text{ m}$ 时，由动能定理结合题图可得 $-(mg + F) \times \Delta h = (36 - 72) \text{ J}$ ；物体在下落过程中，受到竖直向下的重力 mg 和竖直向上的恒定外力 F ，当 $\Delta h = 3 \text{ m}$ 时，再由动能定理结合题图可得 $(mg - F) \times \Delta h = (48 - 24) \text{ J}$ ，联立解得 $m = 1 \text{ kg}$ 、 $F = 2 \text{ N}$ ，选项 C 正确，A、B、D 均错误。

6. 由相同材料的木板搭成的轨道如图 8 所示，其中木板 AB 、 BC 、 CD 、 DE 、 $EF \cdots$ 的长均为 $L = 1.5 \text{ m}$ ，木板 OA 和其他木板与水平地面的夹角都为 $\beta = 37^\circ$ ， $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ ， g 取 10 m/s^2 。一个可看成质点的物体在木板 OA 上从离地高度 $h = 1.8 \text{ m}$ 处由静止释放，物体与木板间的动摩擦因数都为 $\mu = 0.2$ ，在两木板交接处都用小曲面相连，使物体能顺利地经过，既不损失动能，也不会脱离轨道，在以后的运动过程中，求：(最大静摩擦力等于滑动摩擦力)

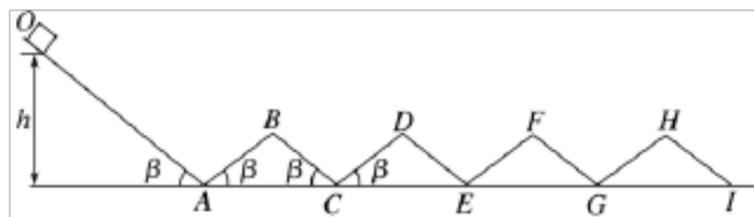


图 8

(1) 物体能否静止在木板上请说明理由。

(2) 物体运动的总路程是多少

(3) 物体最终停在何处并作出解释。

答案 (1) 不能 理由见解析 (2) 11.25 m (3) C 点 解释见解析

解析 (1) 物体在木板上时，重力沿木板方向的分力为

$$mg \sin \beta = 0.6mg$$

$$\text{最大静摩擦力 } F_{\text{fm}} = \mu mg \cos \beta = 0.16mg$$

因 $mg\sin\beta > \mu mg\cos\beta$ ，故物体不会静止在木板上。

(2)从物体开始运动到停下，设总路程为 s ，由动能定理得

$$mgh - \mu mg s \cos\beta = 0$$

解得 $s = 11.25 \text{ m}$

(3)假设物体依次能到达 B 、 D 点，由动能定理得

$$mg(h - L\sin\beta) - \mu mg\cos\beta(L + \frac{h}{\sin\beta}) = \frac{1}{2}mv_B^2$$

解得 $v_B > 0$

$$mg(h - L\sin\beta) - \mu mg\cos\beta(3L + \frac{h}{\sin\beta}) = \frac{1}{2}mv_D^2$$

v_D 无解

说明物体能通过 B 点但不能到达 D 点，因物体不能静止在木板上，故物体最终停在 C 点。

考点 动力学与能量观点的综合应用

1. 两个分析

(1)综合受力分析、运动过程分析，由牛顿运动定律做好动力学分析。

(2)分析各力做功情况，做好能量的转化与守恒的分析，由此把握各运动阶段的运动性质，各连接点、临界点的力学特征、运动特征、能量特征。

2. 四个选择

(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分析求解。

【例 4】 (2019·河北邯郸市测试)如图 9 所示，一根轻弹簧左端固定于竖直墙上，右端被质量 $m=1 \text{ kg}$ 可视为质点的小物块压缩而处于静止状态，且弹簧与物块不拴接，弹簧原长小于光滑平台的长度。在平台的右端有一传送带， AB 长 $L=5 \text{ m}$ ，物块与传送带间的动摩擦因数 $\mu_1=0.2$ ，与传送带相邻的粗糙水平面 BC 长 $s=1.5 \text{ m}$ ，它与物块间的动摩擦因数 $\mu_2=0.3$ ，在 C 点右侧有一半径为 R 的光滑竖直圆弧轨道与 BC 平滑连接，圆弧对应的圆心角为 $\theta=120^\circ$ ，

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/866221241152010053>