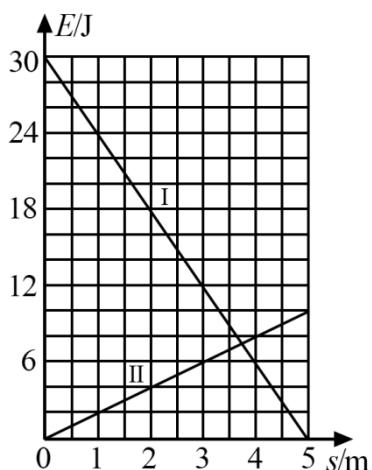


专题 07 功和能

1. (2020·全国高考课标 1 卷) 一物块在高 3.0 m、长 5.0 m 的斜面顶端从静止开始沿斜面下滑, 其重力势能和动能随下滑距离 s 的变化如图中直线 I、II 所示, 重力加速度取 10 m/s^2 。则 ()



- A. 物块下滑过程中机械能不守恒
B. 物块与斜面间的动摩擦因数为 0.5
C. 物块下滑时加速度的大小为 6.0 m/s^2
D. 当物块下滑 2.0 m 时机械能损失了 12 J

【答案】AB

【解析】

- A. 下滑 5m 的过程中, 重力势能减少 30J, 动能增加 10J, 减小的重力势能并不等与增加的动能, 所以机械能不守恒, A 正确;
B. 斜面高 3m、长 5m, 则斜面倾角为 $\theta=37^\circ$ 。令斜面底端为零势面, 则物块在斜面顶端时的重力势能

$$mgh=30\text{J}$$

可得质量

$$m=1\text{kg}$$

下滑 5m 过程中，由功能原理，机械能的减少量等于克服摩擦力做的功

$$\mu mg \cdot \cos\theta \cdot s = 20\text{J}$$

求得

$$\mu=0.5$$

B 正确；

C. 由牛顿第二定律

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

求得

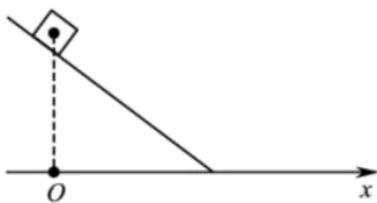
$$a=2\text{m/s}^2$$

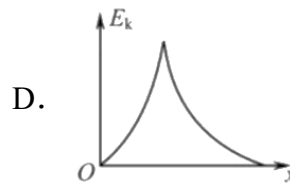
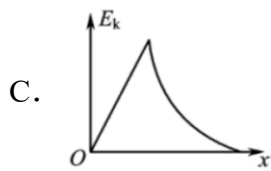
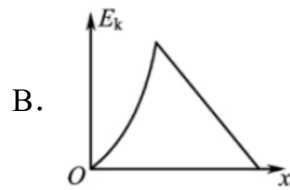
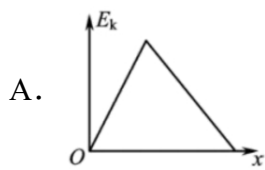
C 错误；

D. 物块下滑 2.0m 时，重力势能减少 12J，动能增加 4J，所以机械能损失了 8J，D 选项错误。

故选 AB。

2. （2020·江苏省高考真题）如图所示，一小物块由静止开始沿斜面向下滑动，最后停在水平地面上。斜面 and 地面平滑连接，且物块与斜面、物块与地面间的动摩擦因数均为常数。该过程中，物块的动能 E_k 与水平位移 x 关系的图象是（ ）





【答案】A

【解析】由题意可知设斜面倾角为 θ ，动摩擦因数为 μ ，则物块在斜面上下滑水平距离 x 时根据动能定理有

$$mgx \tan \theta - \mu mg \cos \theta \cdot \frac{x}{\cos \theta} = E_k$$

整理可得

$$(mg \tan \theta - \mu mg)x = E_k$$

即在斜面上运动时动能与 x 成线性关系；当小物块在水平面运动时有

$$\mu mgx = E_k$$

即在水平面运动时动能与 x 也成线性关系；综上分析可知 A 正确。

故选 A。

3. (2020·天津高考真题) 复兴号动车在世界上首次实现速度 350km/h 自动驾驶功能，成为我国高铁自主创新的又一重大标志性成果。一列质量为 m 的动车，初速度为 v_0 ，以恒定功率 P 在平直轨道上运动，经时间 t 达到该功率下的最大速度 v_m ，设动车行驶过程所受到的阻力 F 保持不变。动车在时间 t 内 ()



A. 做匀加速直线运动

B. 加速度逐渐减小

C. 牵引力的功率 $P = Fv_m$

D. 牵引力做功 $W = \frac{1}{2}mv_m^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$

【答案】BC

【解析】

AB. 动车的功率恒定，根据 $P = F_{\text{牵}} v$ 可知动车的牵引力减小，根据牛顿第二定律得

$$F_{\text{牵}} - F = ma$$

可知动车的加速度减小，所以动车做加速度减小的加速运动，A 错误，B 正确；

C. 当加速度为 0 时，牵引力等于阻力，则额定功率为

$$P = Fv_m$$

C 正确；

D. 动车功率恒定，在 t 时间内，牵引力做功为

$$W = Pt$$

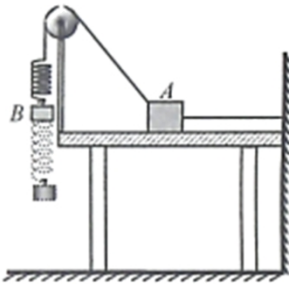
根据动能定理得

$$Pt - Fs = \frac{1}{2}mv_m^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

D 错误。

故选 BC。

4. (2020·山东省高考真题) 如图所示, 质量为 M 的物块 A 放置在光滑水平桌面上, 右侧连接一固定于墙面的水平轻绳, 左侧通过一倾斜轻绳跨过光滑定滑轮与一竖直轻弹簧相连。现将质量为 m 的钩码 B 挂于弹簧下端, 当弹簧处于原长时, 将 B 由静止释放, 当 B 下降到最低点时 (未着地), A 对水平桌面的压力刚好为零。轻绳不可伸长, 弹簧始终在弹性限度内, 物块 A 始终处于静止状态。以下判断正确的是 ()



- A. $M < 2m$
- B. $2m < M < 3m$
- C. 在 B 从释放位置运动到最低点的过程中, 所受合力对 B 先做正功后做负功
- D. 在 B 从释放位置运动到速度最大的过程中, B 克服弹簧弹力做的功等于 B 机械能的减少量

【答案】ACD

【解析】

AB. 由题意可知 B 物体可以在开始位置到最低点之间做简谐振动, 故在最低点时有弹簧弹力 $T=2mg$; 对 A 分析, 设绳子与桌面间夹角为 θ , 则依题意有

$$2mg \sin \theta = Mg$$

故有 $M < 2m$, 故 A 正确, B 错误;

C. 由题意可知 B 从释放位置到最低点过程中，开始弹簧弹力小于重力，物体加速，合力做正功；后来弹簧弹力大于重力，物体减速，合力做负功，故 C 正确；

D. 对于 B，在从释放到速度最大过程中，B 机械能的减少量等于弹簧弹力所做的负功，即等于 B 克服弹簧弹力所做的功，故 D 正确。

5. （2020·浙江省高考真题）如图所示，系留无人机是利用地面直流电源通过电缆供电的无人机，旋翼由电动机带动。现有质量为 20kg、额定功率为 5kW 的系留无人机从地面起飞沿竖直方向上升，经过 200s 到达 100m 高处后悬停并进行工作。已知直流电源供电电压为 400V，若不计电缆的质量和电阻，忽略电缆对无人机的拉力，则（ ）



- A. 空气对无人机的作用力始终大于或等于 200N
- B. 直流电源对无人机供电的额定电流为 12.5A
- C. 无人机上升过程中消耗的平均功率为 100W
- D. 无人机上升及悬停时均有部分功率用于对空气做功

【答案】BD

【解析】

A. 无人机先向上加速后减速，最后悬停，则空气对无人机的作用力先大于 200N 后小于 200N，最后等于 200N，选项 A 错误；

B. 直流电源对无人机供电的额定电流

$$I = \frac{P}{U} = \frac{5000}{400} \text{A} = 12.5\text{A}$$

选项 B 正确；

C. 若空气对无人机的作用力为

$$F=mg=200\text{N}$$

则无人机上升过程中消耗的平均功率

$$\overline{P} = \frac{Fh}{t} = \frac{200 \times 100}{200} = 100\text{W}$$

但是由于空气对无人机向上的作用力不是一直为 200N，则选项 C 错误；

D. 无人机上升及悬停时，螺旋桨会使周围空气产生流动，则会有部分功率用于对空气做功，选项 D 正确。

故选 BD。

6. (2020·江苏省高考真题) 质量为 $1.5 \times 10^3 \text{ kg}$ 的汽车在水平路面上匀速行驶，速度为 20 m/s ，受到的阻力大小为 $1.8 \times 10^3 \text{ N}$ 。此时，汽车发动机输出的实际功率是 ()

A. 90W B. 30kW C. 36kW D. 300kW

【答案】C

【解析】汽车匀速行驶，则牵引力与阻力平衡

$$F = f = 1.8 \times 10^3 \text{ N}$$

汽车发动机的功率

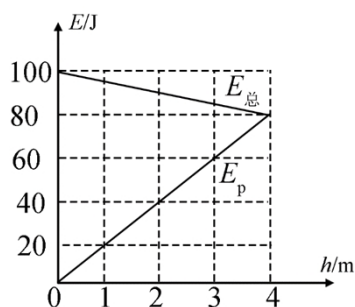
$$P = Fv = 1.8 \times 10^3 \times 20 \text{ W} = 36 \text{ kW}, \text{ 故选 C.}$$

十年高考真题分类汇编(2010—2019) 物理

专题 07 功、能

选择题：

1.(2019•全国 II 卷•T5)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 的变化如图所示。重力加速度取 10 m/s^2 。由图中数据可得



- 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】

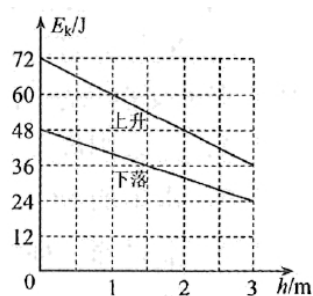
【详解】A. E_p-h 图像知其斜率为 G ，故 $G=\frac{80\text{J}}{4\text{m}}=20\text{N}$ ，解得 $m=2\text{kg}$ ，故 A 正确

B. $h=0$ 时， $E_p=0$ ， $E_k=E_{\text{机}}-E_p=100\text{J}-0=100\text{J}$ ，故 $\frac{1}{2}mv^2=100\text{J}$ ，解得： $v=10\text{m/s}$ ，故 B 错误；

C. $h=2\text{m}$ 时， $E_p=40\text{J}$ ， $E_k=E_{\text{机}}-E_p=85\text{J}-40\text{J}=45\text{J}$ ，故 C 错误

D. $h=0$ 时， $E_k=E_{\text{机}}-E_p=100\text{J}-0=100\text{J}$ ， $h=4\text{m}$ 时， $E_k'=E_{\text{机}}-E_p=80\text{J}-80\text{J}=0\text{J}$ ，故 $E_k-E_k'=100\text{J}$ ，故 D 正确

2.(2019•全国 III 卷•T4)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 3m 以内时，物体上升、下落过程中动能 E_k 随 h 的变化如图所示。重力加速度取 10m/s^2 。该物体的质量为



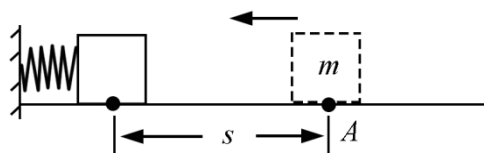
- A. 2kg B. 1.5kg C. 1kg D. 0.5kg

【答案】C

【解析】

对上升过程，由动能定理， $-(F+mg)h = E_k - E_{k0}$ ，得 $E_k = E_{k0} - (F+mg)h$ ，即 $F+mg=12\text{N}$ ；下落过程， $(mg-F)(6-h) = E_k$ ，即 $mg-F = k' = 8\text{N}$ ，联立两公式，得到 $m=1\text{kg}$ 、 $F=2\text{N}$ 。

3.(2019•江苏卷•T8)如图所示，轻质弹簧的左端固定，并处于自然状态.小物块的质量为 m ，从 A 点向左沿水平地面运动，压缩弹簧后被弹回，运动到 A 点恰好静止.物块向左运动的最大距离为 s ，与地面间的动摩擦因数为 μ ，重力加速度为 g ，弹簧未超出弹性限度.在上述过程中



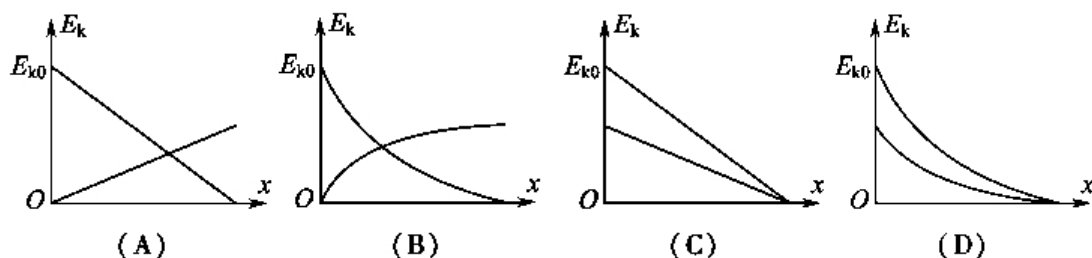
- A. 弹簧的最大弹力为 μmg
 B. 物块克服摩擦力做的功为 $2\mu mgs$
 C. 弹簧的最大弹性势能为 μmgs
 D. 物块在 A 点的初速度为 $\sqrt{2\mu gs}$

【答案】BC

【解析】

小物块压缩弹簧最短时有 $F_{\text{弹}} > \mu mg$ ，故 A 错误；全过程小物块的路程为 $2s$ ，所以全过程中克服摩擦力做的功为： $\mu mg \cdot 2s$ ，故 B 正确；小物块从弹簧压缩最短处到 A 点由能量守恒得： $E_{P_{\text{max}}} = \mu mgs$ ，故 C 正确；小物块从 A 点返回 A 点由动能定理得： $-\mu mg \cdot 2s = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2$ ，解得： $v_0 = 2\sqrt{\mu gs}$ ，故 D 错误。

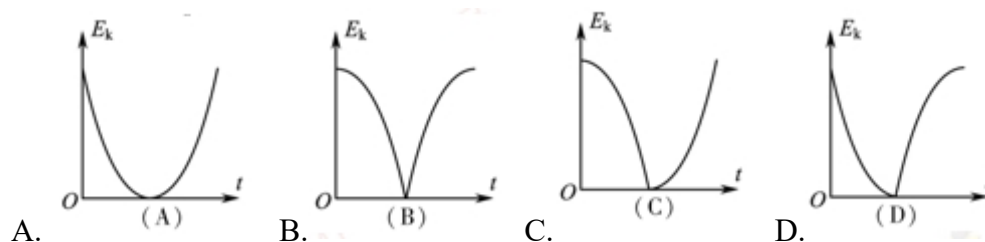
4.(2017·江苏卷·T3)一小物块沿斜面向上滑动，然后滑回到原处.物块初动能为 E_{k0} ，与斜面间的动摩擦因数不变，则该过程中，物块的动能 E_k 与位移 x 的关系图线是



【答案】C

【解析】向上滑动的过程中，根据动能定理： $0 - E_{k0} = -(mg + F_f)x$ ，同理，下滑过程，由动能定理可得： $E_k - 0 = (mg - F_f)x$ ，故 C 正确；A、B、D 错误。

5.(2018·江苏卷)从地面竖直向上抛出一只小球，小球运动一段时间后落回地面.忽略空气阻力，该过程中小球的动能 E_k 与时间 t 的关系图像是



【答案】A

【解析】本题考查动能的概念和 E_k-t 图象，意在考查考生的推理能力和分析能力。小球做竖直上抛运动时，速度 $v=v_0-gt$ ，根据动能 $E_k=\frac{1}{2}mv^2$ 得

$$E_k=\frac{1}{2}m(v_0-gt)^2，故图象 A 正确。$$

点睛：本题以竖直上抛运动为背景考查动能的概念和 E_k-t 图象，解题的方法是先根据竖直上抛运动物体的速度特点写出速度公式，在根据动能的概念写出函数方程，最后根据函数方程选择图象。

6.(2018·全国 II 卷·T2)高空坠物极易对行人造成伤害。若一个 50 g 的鸡蛋从一居民楼的 25 层坠下，与地面的撞击时间约为 2 ms，则该鸡蛋对地面产生的冲击力约为

A. 10 N B. 10^2 N C. 10^3 N D. 10^4 N

【答案】C

【解析】试题分析：本题是一道估算题，所以大致要知道一层楼的高度约为 3m，可以利用动能定理或者机械能守恒求落地时的速度，并利用动量定理求力的大小。

设鸡蛋落地瞬间的速度为 v ，每层楼的高度大约是 3m，

由动能定理可知： $mg h = \frac{1}{2}mv^2$ ，

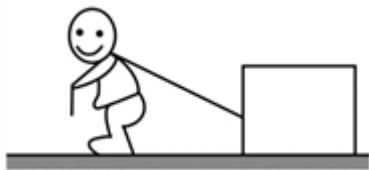
解得： $v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 3 \times 25} = 10\sqrt{15}m/s$

落地时受到自身的重力和地面的支持力，规定向上为正，

由动量定理可知： $(N - mg)t = 0 - (-mv)$ ，解得： $N \approx 1000N$ ，

根据牛顿第三定律可知鸡蛋对地面产生的冲击力约为 10^3 N，故 C 正确

7.(2018·全国 II 卷·T1)如图，某同学用绳子拉动木箱，使它从静止开始沿粗糙水平路面运动至具有某一速度，木箱获得的动能一定

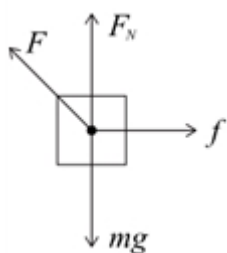


- A. 小于拉力所做的功
- B. 等于拉力所做的功
- C. 等于克服摩擦力所做的功
- D. 大于克服摩擦力所做的功

【答案】A

【解析】试题分析：受力分析，找到能影响动能变化的是那几个物理量，然后观测这几个物理量的变化即可。

木箱受力如图所示：



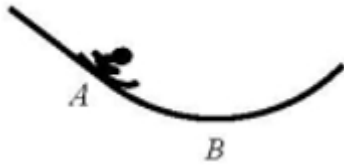
木箱在移动的过程中有两个力做功，拉力做正功，摩擦力做负功，

根据动能定理可知即： $W_F - W_f = \frac{1}{2}mv^2 - 0$ ，所以动能小于拉力做的功，故 A 正确；无法比较动能与摩擦力做功的大小，CD 错误。

故选 A

点睛：正确受力分析，知道木箱在运动过程中有那几个力做功且分别做什么功，然后利用动能定理求解末动能的大小。

8.(2018·天津卷)滑雪运动深受人民群众的喜爱，某滑雪运动员(可视为质点)由坡道进入竖直面内的圆弧形滑道 AB，从滑道的 A 点滑行到最低点 B 的过程中，由于摩擦力的存在，运动员的速率不变，则运动员沿 AB 下滑过程中

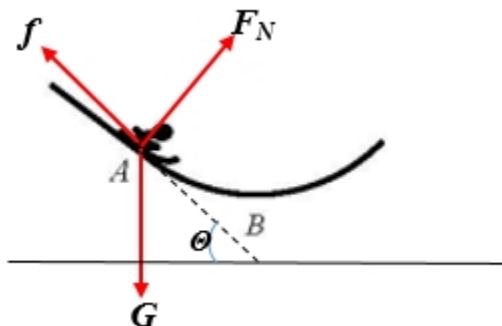


- A. 所受合外力始终为零
- B. 所受摩擦力大小不变
- C. 合外力做功一定为零
- D. 机械能始终保持不变

【答案】C

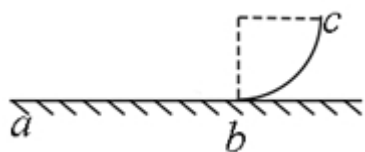
【解析】试题分析：根据曲线运动的特点分析物体受力情况，根据牛顿第二定律求解出运动员与曲面间的正压力变化情况，从而分析运动员所受摩擦力变化；根据运动员的动能变化情况，结合动能定理分析合外力做功；根据运动过程中，是否只有重力做功来判断运动员的机械能是否守恒；

因为运动员做曲线运动，所以合力一定不为零，A 错误；运动员受力如图所示，重力垂直曲面的分力与曲面对运动员的支持力的合力充当向心力，故有 $F_N - mg \cos \theta = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow F_N = m \frac{v^2}{R} + mg \cos \theta$ ，运动过程中速率恒定，且 θ 在减小，所以曲面对运动员的支持力越来越大，根据 $f = \mu F_N$ 可知摩擦力越来越大，B 错误；运动员运动过程中速率不变，质量不变，即动能不变，动能变化量为零，根据动能定理可知合力做功为零，C 正确；因为克服摩擦力做功，机械能不守恒，D 错误；



【点睛】考查了曲线运动、圆周运动、动能定理等，知道曲线运动过程中速度时刻变化，合力不为零在分析物体做圆周运动时，首先要弄清楚合力充当向心力，然后根据牛顿第二定律列式，基础题，难以程度适中

9.(2018·全国 I 卷)如图，abc 是竖直面内的光滑固定轨道，ab 水平，长度为 $2R$ ；bc 是半径为 R 的四分之一的圆弧，与 ab 相切于 b 点。一质量为 m 的小球。始终受到与重力大小相等的水平外力的作用，自 a 点处从静止开始向右运动，重力加速度大小为 g 。小球从 a 点开始运动到其他轨迹最高点，机械能的增量为



- A. $2mgR$
- B. $4mgR$
- C. $5mgR$
- D. $6mgR$

【答案】C

【解析】本题考查了运动的合成与分解、动能定理等知识，意在考查考生综合力学规律解决问题的能力。

设小球运动到 c 点的速度大小为 v_c ，则对小球由 a 到 c 的过程，由动能定理得： $F \cdot 3R - mgR = \frac{1}{2}mv_c^2$ ，又 $F = mg$ ，解得： $v_c^2 = 4gR$ ，小球离开 c 点后，在水平方向做初速度为零的匀加速直线运动，竖直方向在重力作用下做匀减速直线运动，由牛顿第二定律可知，小球离开 c 点后水平方向和竖直方向的加速度大小均为 g ，则由竖直方向的运动可知，小球从离开 c 点到其轨迹最高点所需的时间为

$t = v_c/g = 2\sqrt{g/R}$ ，小球在水平方向的加速度 $a = g$ ，在水平方向的位移为 $x = \frac{1}{2}at^2 = 2R$ 。

由以上分析可知，小球从 a 点开始运动到其轨迹最高点的过程中，水平方向的位移大小为 $5R$ ，则小球机械能的增加量 $\Delta E = F \cdot 5R = 5mgR$ ，选项 C 正确 ABD 错误。

【点睛】此题将运动的合成与分解、动能定理有机融合，难度较大，能力要求较高。

10.(2018·江苏卷·T7)(多选)如图所示，轻质弹簧一端固定，另一端连接一小物块，O 点为弹簧在原长时物块的位置.物块由 A 点静止释放，沿粗糙程度相同的水平面向右运动，最远到达 B 点.在从 A 到 B 的过程中，物块



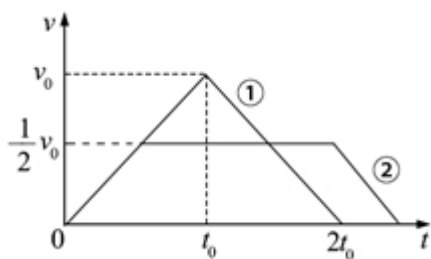
- A. 加速度先减小后增大
- B. 经过 O 点时的速度最大
- C. 所受弹簧弹力始终做正功
- D. 所受弹簧弹力做的功等于克服摩擦力做的功

【答案】AD

【解析】本题考查力与运动的关系和功能关系，意在考查学生的综合分析能力。物体从 A 点到 O 点过程，弹力逐渐减为零，刚开始弹簧弹力大于摩擦力，故可分为弹力大于摩擦力过程和弹力小于摩擦力过程。弹力大于摩擦力过程，合力向右，加速度也向右，由于弹力减小，摩擦力不变，小球所受合力减小加速度减小，弹力等于摩擦力时速度最大，此位置在 A 点与 O 点之间；弹力小于摩擦力过程，合力方向与运动方向相反，弹力减小，摩擦力大小不变，物体所受合力增大，物体的加速度随弹簧形变量的减小而增加，物体作减速运动；从 O 点到 B 点的过程弹力增大，合力向左，加速度继续增大，选项 A 正确、选项 B 错误；从 A 点到 O 点过程，弹簧由压缩恢复原长弹力做正功，从 O 点到 B 点的过程，弹簧伸长，弹力做负功，故选项 C 错误；从 A 到 B 的过程中根据动能定理弹簧弹力做的功等于物体克服摩擦力做的功，故选项 D 正确。

11.(2018·全国 III 卷·T6)(多选)地下矿井中的矿石装在矿车中，用电机通过竖井运送至地面。某竖井中矿车提升的速度大小 v 随时间 t 的变化关系如图所示，其中图线①②分别描述两次不同的提升过程，它们变速阶段加速度的大小都相同；两

次提升的高度相同，提升的质量相等。不考虑摩擦阻力和空气阻力。对于第①次和第②次提升过程，



- A. 矿车上升所用的时间之比为 4:5
- B. 电机的最大牵引力之比为 2:1
- C. 电机输出的最大功率之比为 2:1
- D. 电机所做的功之比为 4:5

【答案】AC

【解析】试题分析：本题考查速度图像，牛顿运动定律、功和功率及其相关的知识点。

设第次所用时间为 t ，根据速度图象的面积等于位移(此题中为提升的高度)可知， $\frac{1}{2} \times 2t_0 \times v_0 = \frac{1}{2} \times (t + 3t_0/2) \times v_0$ ，解得： $t = 5t_0/2$ ，所以第次和第次提升过程所用时间之比为 $2t_0 : 5t_0/2 = 4 : 5$ ，选项 A 正确；由于两次提升变速阶段的加速度大小相同，在匀加速阶段，由牛顿第二定律， $F - mg = ma$ ，可得提升的最大牵引力之比为 $1 : 1$ ，选项 B 错误；由功率公式， $P = Fv$ ，电机输出的最大功率之比等于最大速度之比，为 $2 : 1$ ，选项 C 正确；加速上升过程的加速度 $a_1 = \frac{v_0}{t_0}$ ，加速上升过程的牵引力 $F_1 = ma_1 + mg = m(\frac{v_0}{t_0} + g)$ ，减速上升过程的加速度 $a_2 = -\frac{v_0}{t_0}$ ，减速上升过程的牵引力 $F_2 = ma_2 + mg = m(g - \frac{v_0}{t_0})$ ，匀速运动过程的牵引力 $F_3 = mg$ 。第次提升过程做功 $W_1 = F_1 \times t_0 \times v_0 + F_2 \times t_0 \times v_0 = mg \cdot v_0 t_0$ ；第次提升过程做功 $W_2 = F_1 \times t_0 \times v_0 + F_3 \times v_0 \times 3t_0/2 + F_2 \times t_0 \times v_0 = mg \cdot v_0 t_0$ ；两次做功相同，选项 D 错误。

点睛 此题以速度图像给出解题信息。解答此题常见错误主要有四方面：一是对速度图像面积表示位移掌握不到位；二是运用牛顿运动定律求解牵引力错误；三是不能找出最大功率；四是不能得出两次提升电机做功。实际上，可以根据两次提升的高度相同，提升的质量相同，利用功能关系得出两次做功相同。

12.(2015·浙江卷·T14)下列说法正确的是

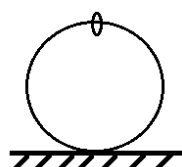
- A. 电流通过导体的热功率与电流大小成正比
- B. 力对物体所做的功与力的作用时间成正比
- C. 电容器所带电荷量与两极板间的电势差成正比
- D. 弹性限度内，弹簧的劲度系数与弹簧伸长量成正比

【答案】C

【解析】根据公式 $P = I^2 R$ 可得在电阻一定时，电流通过导体的发热功率与电流的平方成正比，A 错误；根据公式 $W = Fs$ 可得力对物体所做的功与力的作用时间无关，B 错误；根据公式 $C = \frac{Q}{U}$ 可得电容器所带电荷量与两极板间的电势差成正比，C 正确；弹簧的劲度系数与弹簧的伸长量无关，和弹簧的材料等自身因素有关，D 正确；

【考点定位】电功率，功，电容，胡克定律

13.(2017·新课标Ⅱ卷·T14)如图，一光滑大圆环固定在桌面上，环面位于竖直平面内，在大圆环上套着一个小环。小环由大圆环的最高点从静止开始下滑，在小环下滑的过程中，大圆环对它的作用力



- A. 一直不做功
- B. 一直做正功
- C. 始终指向大圆环圆心
- D. 始终背离大圆环圆心

【答案】A

【解析】大圆环光滑，则大圆环对小环的作用力总是沿半径方向，与速度方向垂直，故大圆环对小环的作用力一直不做功，选项 A 正确，B 错误，开始时大圆环对小环的作用力背离圆心，最后指向圆心，故选项 CD 错误；故选 A。

【考点定位】圆周运动；功

【名师点睛】此题关键是知道小圆环在大圆环上的运动过程中，小圆环受到的弹力方向始终沿大圆环的半径方向，先是沿半径向外，后沿半径向里。

14.(2014·重庆卷)某车以相同的功率在两种不同的水平路面上行驶，受到的阻力分别为车重的 k_1 和 k_2 倍，最大速率分别为 v_1 和 v_2 ，则

A. $v_2 = k_1 v_1$ B. $v_2 = \frac{k_1}{k_2} v_1$ C. $v_2 = \frac{k_2}{k_1} v_1$ D. $v_2 = k_2 v_1$

【答案】B

【解析】汽车的阻力分别为 $f_1 = k_1 mg$ ， $f_2 = k_2 mg$ ，当汽车以相同功率启动达到

最大速度时，有 $F = f$ ，故由 $P = Fv$ 可知最大速度 $v = \frac{P}{F} = \frac{P}{f}$ ，则 $\frac{v_1}{v_2} = \frac{f_2}{f_1} = \frac{k_2}{k_1}$ ，

有 $v_2 = \frac{k_1}{k_2} v_1$ ，故选 B.

【考点定位】本题考查了机车的启动规律、瞬时功率的计算。

15.(2015·海南卷·T3)假设摩托艇受到的阻力的大小正比于它的速率。如果摩托艇发动机的输出功率变为原来的 2 倍，则摩托艇的最大速率变为原来的

A. 4 倍 B. 2 倍 C. $\sqrt{3}$ 倍 D. $\sqrt{2}$ 倍

【答案】D

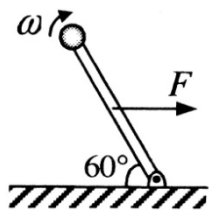
【解析】设 $f = kv$ ，当阻力等于牵引力时，速度最大，输出功率变化前，有

$$P = Fv = fv = kv \cdot v = kv^2, \text{ 变化后有 } 2P = F'v' = kv' \cdot v' = kv'^2, \text{ 联立解得 } v' = \sqrt{2}v,$$

D 正确。

【考点定位】功率的计算。

16.(2011·上海卷)如图，一长为 L 的轻杆一端固定在光滑铰链上，另一端固定一质量为 m 的小球。一水平向右的拉力作用于杆的中点，使杆以角速度 ω 匀速转动，当杆与水平方向成 60° 时，拉力的功率为



- A. $mgL\omega$ B. $\frac{\sqrt{3}}{2}mgL\omega$ C. $\frac{1}{2}mgL\omega$ D. $\frac{\sqrt{3}}{6}mgL\omega$

【答案】C

【解析】匀速转动，动能不变，拉力的功率在数值上应等于重力的功率。为此，将线速度分解，分解为水平速度和竖直速度，重力的功率

$$P = -mg\omega L \sin 30^\circ = -\frac{1}{2}mg\omega L, \text{ 所以拉力的功率 } P' = -P = \frac{1}{2}mg\omega L$$

【考点定位】功率的计算。

17.(2011·四川卷)如图是“神舟”系列航天飞船返回舱返回地面的示意图，假定其过程可简化为：打开降落伞一段时间后，整个装置匀速下降，为确保安全着陆，需点燃返回舱的缓冲火箭，在火箭喷气过程中返回舱做减速直线运动，则



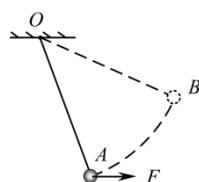
- A. 火箭开始喷气瞬间伞绳对返回舱的拉力变小
B. 返回舱在喷气过程中减速的主要原因是空气阻力
C. 返回舱在喷气过程中所受合外力可能做正功
D. 返回舱在喷气过程中处于失重状态

【答案】A

【解析】在火箭喷气过程中返回舱做减速直线运动，加速度方向向上，返回舱处于超重状态，动能减小，返回舱所受合外力做负功，返回舱在喷气过程中减速的主要原因是缓冲火箭向下喷气而获得向上的反冲力。火箭开始喷气前匀速下降拉力等于重力减去返回舱受到的空气阻力，火箭开始喷气瞬间反冲力直接对返回舱作用因而伞绳对返回舱的拉力变小。

【考点定位】功的计算，牛顿第二定律

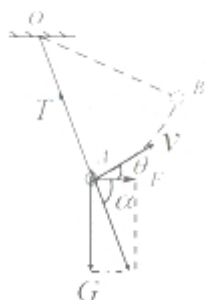
18.(2012·江苏卷) 如图所示，细线的一端固定于O点，另一端系一小球。在水平拉力作用下，小球以恒定速率在竖直平面内由A点运动到B点。在此过程中拉力的瞬时功率变化情况是



- A.逐渐增大 B.逐渐减小 C.先增大，后减小 D.先减小，后增大

【答案】A

【解析】小球以恒定速率在竖直平面内由A点运动到B点，小球处在动态平衡中，对小球



受力分析如图， $F = mg \tan \alpha$ ，由 $P = Fv \cos \theta$ ， $\alpha + \theta = \frac{\pi}{2}$ ，可得， $P = mgv \sin \theta$

， θ 逐渐变大，功率 P 逐渐变大，A 项正确。

【考点定位】本题考查受力分析、功率公式及其相关知识

19.(2012·上海卷·T15)质量相等的均质柔软细绳 A、B 平放于水平地面，绳 A 较长。分别捏住两绳中点缓慢提起，直至全部离开地面，两绳中点被提升的高度分别为 h_A 、 h_B ，上述过程中克服重力做功分别为 W_A 、 W_B 。若 ()

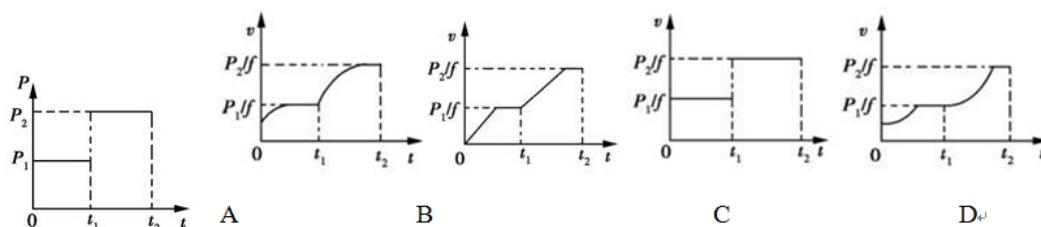
- A. $h_A=h_B$ ，则一定有 $W_A=W_B$ B. $h_A>h_B$ ，则可能有 $W_A<W_B$
C. $h_A<h_B$ ，则可能有 $W_A=W_B$ D. $h_A>h_B$ ，则一定有 $W_A>W_B$

【答案】D

解析：设绳长为 L ，由于捏住两绳中点缓慢提起，因此重心在距最高点 $L/4$ 位置处，因绳 A 较长。若 $h_A=h_B$ ，A 的重心较低， $W_A<W_B$ 因此 A 选项不对；若 $h_A>h_B$ 两根绳子重心无法知道谁高谁低，因此可能 $W_A<W_B$ ，也可能 $W_A>W_B$ ，因此 BC 错误；若 $h_A<h_B$ ，则一定是 A 的重心低，因此一定是 $W_A<W_B$ 因此 D 正确。

【考点定位】本题考查重力做功与重力势能变化的关系及其相关知识

20.(2015·全国新课标 II 卷·T17)一汽车在平直公路上行驶。从某时刻开始计时，发动机的功率 P 随时间 t 的变化如图所示。假定汽车所受阻力的大小 f 恒定不变。下列描述该汽车的速度 v 随时间 t 变化的图像中，可能正确的是



【答案】A

【解析】由图可知，汽车先以恒定功率 P_1 起动，所以刚开始做加速度减小的加速运动，后以更大功率 P_2 运动，所以再次做加速度减小的加速运动，故 A 正确，B、C、D 错误。

【考点定位】机车起动问题

【方法技巧】本题主要是机车起动问题，不过本题是两次恒定功率启动问题。但实质是一样的。

21.(2016·全国新课标Ⅱ卷·T19)两实心小球甲和乙由同一种材质制成,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】两球的质量 $m = \rho \cdot \frac{4}{3}\pi r^3$, 对两球由牛顿第二定律

$$a = \frac{mg - f}{m} = g - \frac{kr}{\rho \cdot \frac{4}{3}\pi r^3} = g - \frac{k}{\rho \cdot \frac{4}{3}\pi r^2}, \text{ 可得 } a_{\text{甲}} > a_{\text{乙}}, \text{ 由 } h = \frac{1}{2}gt^2 \text{ 知甲球的运}$$

动时间较短,选项 A、C 错误;

由 $v = \sqrt{2ah}$ 得 $v_{\text{甲}} > v_{\text{乙}}$, 故选项 B 正确;

因 $f_{\text{甲}} > f_{\text{乙}}$, 由 $W_f = f \cdot h$ 知阻力对甲球做功较大,选项 D 正确。故选 BD。

【考点定位】牛顿第二定律、匀变速直线运动

【名师点睛】此题主要考查牛顿第二定律的应用;首先应该根据牛顿第二定律找到物体的加速度与小球的半径的关系,然后比较加速度,再结合运动公式来讨论其他物理量;此题意在考查考生综合分析的能力及对基础知识的运用能力。

22.(2011·海南卷)一质量为 1kg 的质点静止于光滑水平面上,从 $t=0$ 时起,第 1 秒内受到 2N 的水平外力作用,第 2 秒内受到同方向的 1N 的外力作用.下列判断正确的是

A.0~2s 内外力的平均功率是 $\frac{9}{4}$ W

B.第 2 秒内外力所做的功是 $\frac{5}{4}$ J

C.第2秒末外力的瞬时功率最大

D.第1秒内与第2秒内质点动能增加量的比值是 $\frac{4}{5}$

【答案】AD

【解析】第1s内，质点的加速度 $a_1 = \frac{F_1}{m} = \frac{2\text{N}}{1\text{kg}} = 2\text{m/s}^2$ ，位移

$s_1 = \frac{1}{2}a_1t^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 1^2\text{m} = 1\text{m}$ ，1s末的速度 $v_1 = a_1t = 2\text{m/s}$ ，第1s内质点动能增加量

$\Delta E_{k1} = \frac{1}{2}mv_1^2 - 0 = \frac{1}{2} \times 1 \times 2^2\text{J} = 2\text{J}$ ；第2s内，质点的加速度 $a_2 = \frac{F_2}{m} = \frac{1\text{N}}{1\text{kg}} = 1\text{m/s}^2$ ，

位移 $s_2 = v_1t + \frac{1}{2}a_2t^2 = 2 \times 1\text{m} + \frac{1}{2} \times 1 \times 1^2\text{m} = 2.5\text{m}$ ，2s末的速度 $v_2 = v_1 + a_2t = 3\text{m/s}$ ，第2s

内质点动能增加量 $\Delta E_{k2} = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = 2.5\text{J}$ ；第1秒内与第2秒内质点动能增

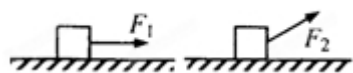
加量的比值 $\frac{\Delta E_{k1}}{\Delta E_{k2}} = \frac{2}{2.5} = \frac{4}{5}$ ，D选项正确；第2秒末外力的瞬时功率 $P_2 = F_2v_2 = 3\text{W}$

，第1秒末外力的瞬时功率 $P_1 = F_1v_1 = 4\text{W}$ ，C选项错误；第2秒内外力所做的功 $W_2 = F_2s_2 = 2.5\text{J}$ ，B选项错误；0~2s内外力的平均功率

$\bar{P} = \frac{W_1 + W_2}{2t} = \frac{2 \times 1 + 2.5}{2} = \frac{4.5}{2}\text{W} = \frac{9}{4}\text{W}$ ，A选项正确。

【考点定位】功和功率的计算、牛顿第二定律

23.(2012·上海卷·T18)位于水平面上的物体在水平恒力 F_1 作用下，做速度为 v_1 的匀速运动；若作用力变为斜向上的恒力 F_2 ，物体做速度为 v_2 的匀速运动，且 F_1 与 F_2 功率相同。则可能有 ()



A. $F_2 = F_1$ ， $v_1 > v_2$

B. $F_2 = F_1$ ， $v_1 < v_2$

C. $F_2 > F_1$ ， $v_1 > v_2$

D. $F_2 < F_1$ ， $v_1 < v_2$

【答案】BD

解析：水平恒力 F_1 作用下的功率 $P_1 = F_1 v_1$ ， F_2 作用下的功率 $P_2 = F_2 v_2 \cos \theta$

现 $P_1 = P_2$ ，若 $F_2 = F_1$ ，一定有 $v_1 < v_2$ ，因此 B 正确，A 不对；

由于两次都做匀速度直线运动，因此而第一次的摩擦力 $f_1 = \mu mg = F_1$ 而第二次的摩擦力 $f_2 = \mu(mg - F_2 \sin \theta) = F_2 \cos \theta$ 显然 $f_2 < f_1$ ，即： $F_2 \cos \theta < F_1$ 因此无论 $F_2 > F_1$ 还是 $F_2 < F_1$ 都会有 $v_1 < v_2$ 因此 D 正确而 C 不对

24.(2015·浙江卷·T18)我国科学教正在研制航母舰载机使用的电磁弹射器。舰载机总质量为 $3 \times 10^4 \text{ kg}$ ，设起飞过程中发动机的推力恒为 $1.0 \times 10^5 \text{ N}$ ；弹射器有效作用长度为 100 m ，推力恒定。要求舰载机在水平弹射结束时速度大小达到 80 m/s 。弹射过程中舰载机所受总推力为弹射器和发动机推力之和，假设所受阻力为总推力的 20% ，则

- A.弹射器的推力大小为 $1.1 \times 10^6 \text{ N}$
- B.弹射器对舰载机所做的功为 $1.1 \times 10^8 \text{ J}$
- C.弹射器对舰载机做功的平均功率为 $8.8 \times 10^7 \text{ W}$
- D.舰载机在弹射过程中的加速度大小为 32 m/s^2

【答案】ABD

【解析】设发动机的推力为 F_1 ，弹射器的推力为 F_2 ，则阻力为 $f = 0.2(F_1 + F_2)$ ，根据动能定理可得 $[0.2(F_1 + F_2) - 0.2(F_1 + F_2)]s = \frac{1}{2}mv^2$ ， $F_1 = 1.0 \times 10^5 \text{ N}$ ，故解得 $F_2 = 1.1 \times 10^6 \text{ N}$ ，A 正确；弹射器对舰载机所做的功为 $W_{F_2} = F_2 s = 1.1 \times 10^8 \text{ J}$ ，B 正确；舰载机在弹射过程中的加速度大小为

$a = \frac{0.2(F_1 + F_2) - 0.2(F_1 + F_2)}{m} = 32 \text{ m/s}^2$ ，根据公式 $s = \frac{1}{2}at^2$ 可得运动时间为

$t = \sqrt{\frac{2s}{a}} = 2.5 \text{ s}$ ，所以弹射器对舰载机做功的平均功率为 $P_{F_2} = \frac{W_{F_2}}{t} = 4.4 \times 10^7 \text{ W}$ ，

故 C 错误，D 正确。

【考点定位】动能定理，牛顿第二定律，运动学公式，功率和功的计算

25.(2016·四川卷)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 1 900 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】根据动能定理可知，动能的增加量等于合外力做功，即动能的增加量为 $1\,900 \text{ J} - 100 \text{ J} = 1\,800 \text{ J}$ ，选项 AB 错误；重力做功等于重力势能的变化量，故重力势能减小了 1 900 J，选项 C 正确，D 错误。

考点：功能关系

【名师点睛】此题是对功能关系的考查；关键是搞清功与能的对应关系：合外力的功等于动能的变化量；重力做功等于重力势能的变化量；除重力以外的其它力做功等于机械能的变化量。

26.(2012·浙江卷)功率为 10W 的发光二极管(LED 灯)的亮度与功率 60W 的白炽灯相当。根据国家节能战略，2016 年前普通白炽灯应被淘汰。假设每户家庭有 2 只 60W 的白炽灯，均用 10W 的 LED 灯替代，估算出全国一年节省的电能最接近

A. $8 \times 10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$

B. $8 \times 10^{10} \text{ kW} \cdot \text{h}$

C. $8 \times 10^{11} \text{ kW} \cdot \text{h}$

D.

$8 \times 10^{13} \text{ kW} \cdot \text{h}$

【答案】B

【解析】全国一年节省的电能最接近

$$W = Pt = 2(0.06\text{kW} - 0.01\text{kW}) \times 5.5 \times 10^8 \times 4\text{h} \times 365 = 8.03 \times 10^{10} \text{kW} \cdot \text{h}, \text{ 故选 B.}$$

【考点定位】本题考查功能估算及其相关知识

27.(2016·上海卷)在今年上海的某活动中引入了全国首个户外风洞飞行体验装置，体验者在风力作用下漂浮在半空。若减小风力，体验者在加速下落过程中

- A.失重且机械能增加 B.失重且机械能减少
C.超重且机械能增加 D.超重且机械能减少

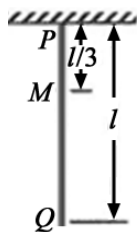
【答案】B

【解析】据题意，体验者漂浮时受到的重力和风力平衡；在加速下降过程中，风力小于重力，即重力对体验者做正功，风力做负功，体验者的机械能减小；加速下降过程中，加速度方向向下，体验者处于失重状态，故选项 B 正确。

【考点定位】平衡条件、机械能变化与外力做功关系、超重和失重

【方法技巧】通过体验者加速度方向判断超重和失重，通过除重力外其他力做正功机械能增加，其他力做负功机械能减少判断机械能变化情况。

28.(2017·新课标Ⅲ卷)如图，一质量为 m ，长度为 l 的均匀柔软细绳 PQ 竖直悬挂。用外力将绳的下端 Q 缓慢地竖直向上拉起至 M 点，M 点与绳的上端 P 相距 $\frac{1}{3}l$ 。重力加速度大小为 g 。在此过程中，外力做的功为



- A. $\frac{1}{9}mgl$ B. $\frac{1}{6}mgl$ C. $\frac{1}{3}mgl$ D. $\frac{1}{2}mgl$

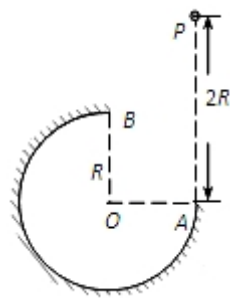
【答案】A

【解析】将绳的下端 Q 缓慢地竖直向上拉起至 M 点，PM 段绳的机械能不变，MQ 段绳的机械能的增加量为 $\Delta E = \frac{2}{3}mg(-\frac{1}{6}l) - \frac{2}{3}mg(-\frac{1}{3}l) = \frac{1}{9}mgl$ ，由功能关系可知，在此过程中，外力做的功 $W = \frac{1}{9}mgl$ ，故选 A。

【考点定位】重力势能、功能关系

【名师点睛】重点理解机械能变化与外力做功的关系，本题的难点是过程中重心高度的变化情况。

29.(2012·安徽卷·T16)如图所示，在竖直平面内有一半径为 R 的圆弧轨道，半径 OA 水平、OB 竖直，一个质量为 m 的小球自 A 的正上方 P 点由静止开始自由下落，小球沿轨道到达最高点 B 时恰好对轨道没有压力。已知 AP=2R，重力加速度为 g，则小球从 P 到 B 的运动过程中



- A.重力做功 $2mgR$
- B.机械能减少 mgR
- C.合外力做功 mgR
- D.克服摩擦力做功 $\frac{1}{2}mgR$

【答案】D

【解析】重力做功与路径无关，只与初末位置有关，故 P 到 B 过程，重力做功为 $W_G = mgR$ ，故 A 错误；

小球沿轨道到达最高点 B 时恰好对轨道没有压力，根据牛顿第二定律，有

$mg = m\frac{v_B^2}{R}$ ，解得 $v_B = \sqrt{gR}$ ；从 P 到 B 过程，重力势能减小量为 mgR ，动能增加

量为 $\frac{1}{2}mv_B^2 = \frac{1}{2}mgR$ ，故机械能减小量为： $mgR - \frac{1}{2}mgR = \frac{1}{2}mgR$ ，故 B 错误，

从 P 到 B 过程，合外力做功等于动能增加量为， $\frac{1}{2}mv_B^2 = \frac{1}{2}mgR$ ，故 C 错误；

D、从 P 到 B 过程，弧摩擦力做功等于机械能减小量，故为 $mgR - \frac{1}{2}mgR = \frac{1}{2}mgR$ ，故 D 正确。

【考点定位】此题考查动能定理、竖直面内的圆周运动及其相关知识

30.(2014·全国大纲卷)地球表面附近某区域存在大小为 150N/C 、方向竖直向下的电场。一质量为 $1.00 \times 10^{-4}\text{kg}$ 、带电量为 $-1.00 \times 10^{-7}\text{C}$ 的小球从静止释放，在电场区域内下落 10.0m 。对此过程，该小球的电势能和动能的改变量分别为(重力加速度大小取 9.80m/s^2 ，忽略空气阻力)

A. $-1.50 \times 10^{-4}\text{J}$ 和 $9.95 \times 10^{-3}\text{J}$

B. $1.50 \times 10^{-4}\text{J}$ 和 $9.95 \times 10^{-3}\text{J}$

C. $-1.50 \times 10^{-4}\text{J}$ 和 $9.65 \times 10^{-3}\text{J}$

D. $1.50 \times 10^{-4}\text{J}$ 和 $9.65 \times 10^{-3}\text{J}$

【答案】D

【解析】根据功能关系可知，小球的电势能的改变量由电场力做的功决定，有： $\Delta E_p = -W_E = -qEh = -(-1.00 \times 10^{-7}) \times 150 \times 10.0\text{J} = 1.50 \times 10^{-4}\text{J}$ ，故选项 A、C 错误；小球动能的改变量由总功决定，有： $\Delta E_k = mgh + W_E = mgh + qEh = 1.00 \times 10^{-4} \times 9.80 \times 10.0\text{J} + (-1.00 \times 10^{-7}) \times 150 \times 10.0\text{J} = 9.65 \times 10^{-3}\text{J}$ ，故选项 C 错误，选项 D 正确。

【考点定位】本题主要考查了功能关系的应用问题，属于中档题。

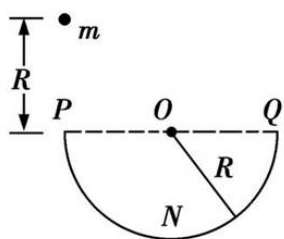
31.(2014·福建卷)如图，两根相同的轻质弹簧，沿足够长的光滑斜面放置，下端固定在斜面底部挡板上，斜面固定不动。质量不同、形状相同的两物块分别置于两弹簧上端。现用外力作用在物块上，使两弹簧具有相同的压缩量，若撤去外力后，两物块由静止沿斜面向上弹出并离开弹簧，则从撤去外力到物块速度第一次减为零的过程，两物块

【答案】B

【解析】由于楔块与弹簧盒、垫板间有摩擦力，即摩擦力做负功，则机械能转化为内能，故选项 A 错误，而选项 B 正确；[垫板动能转化为内能和弹性势能，故选项 C 错误；弹簧的弹性势能转化为动能和内能，故选项 D 错误。

【考点定位】本题考查能量转化和机械能守恒的条件。

33.(2015·全国新课标 I 卷·T17)如图所示，一半径为 R ，粗糙程度处处相同的半圆形轨道竖直固定放置，直径 POQ 水平。一质量为 m 的质点自 P 点上方高度 R 处由静止开始下落，恰好从 P 点进入轨道。质点滑到轨道最低点 N 时，对轨道的压力为 $4mg$ ， g 为重力加速度的大小。用 W 表示质点从 P 点运动到 N 点的过程中克服摩擦力所做的功。则



A. $W = \frac{1}{2}mgR$ ，质点恰好可以到达 Q 点

B. $W > \frac{1}{2}mgR$ ，质点不能到达 Q 点

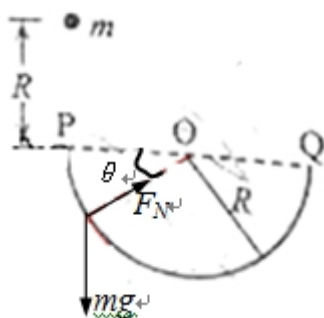
C. $W = \frac{1}{2}mgR$ ，质点到达 Q 后，继续上升一段距离

D. $W < \frac{1}{2}mgR$ ，质点到达 Q 后，继续上升一段距离

【答案】C

【解析】根据动能定理可得 P 点动能 $E_{Kp} = mgR$ ，经过 N 点时，半径方向的合力提供向心力，可得 $4mg - mg = m\frac{v^2}{R}$ ，所以 N 点动能为 $E_{KN} = \frac{3mgR}{2}$ ，从 P 点到 N 点根据动能定理可得 $mgR + w = \frac{3mgR}{2} - mgR$ ，即摩擦力做功 $w = -\frac{mgR}{2}$ 。质点运

动过程，半径方向的合力提供向心力即 $F_N - mg \sin \theta = ma = m \frac{v^2}{R}$ ，根据左右对称，在同一高度，由于摩擦力做功导致右半幅的速度小，轨道弹力变小，滑动摩擦力 $f = \mu F_N$ 变小，所以摩擦力做功变小，那么从 N 到 Q，根据动能定理，Q 点动能 $E_{kQ} = \frac{3mgR}{2} - mgR - w'$ ，由于 $w' < \frac{mgR}{2}$ ，所以 Q 点速度仍然没有减小到 0，仍会继续向上运动一段距离，对照选项 C 对。



【考点定位】功能关系

【方法技巧】动能定理分析摩擦力做功是基础，对于滑动摩擦力一定要注意压力的变化，最大的误区是根据对称性误认为左右两部分摩擦力做功相等。

34.(2012·海南卷)下列关于功和机械能的说法，正确的是

- A.在有阻力作用的情况下，物体重力势能的减少不等于重力对物体所做的功
- B.合力对物体所做的功等于物体动能的改变量
- C.物体的重力势能是物体与地球之间的相互作用能，其大小与势能零点的选取有关
- D.运动物体动能的减少量一定等于其重力势能的增加量

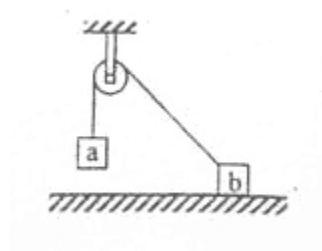
【答案】BC

【解析】重力做功是重力势能变化的量度，即任何情况下重力做功都等于重力势能的减小量，故 A 错误；根据动能定理，有合力对物体所做的功等于物体动能的改变量，故 B 正确；重力势能具有系统性和相对性，即物体的重力势能是物

体与地球之间的相互作用能，其大小与势能零点的选取有关，故 C 正确；只有机械能守恒时，才有动能的减少量等于重力势能的增加量，故 D 错误；故选 BC

【考点定位】本题考查重力做功、重力势能、动能定理及其相关知识

35.(2014·海南卷)如图，质量相同的两物体 a、b，用不可伸长的轻绳跨接在一光滑的轻质定滑轮两侧，a 在水平桌面的上方，b 在水平粗糙桌面上，初始时用力压住 b 使 a、b 静止，撤去此压力后，a 开始运动。在 a 下降的过程中，b 始终未离开桌面。在此过程中



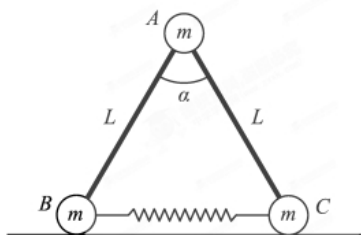
- A. a 的动能小于 b 的动能
- B. 两物体机械能的变化量相等
- C. a 的重力势能的减小量等于两物体总动能的增加量
- D. 绳的拉力对 a 所做的功与对 b 所做的功的代数和为零

【答案】AD

【解析】轻绳两端沿绳方向的速度分量大小相等，故可知 a 的速度等于 b 的速度沿绳方向的分量，动能比 b 小，A 对；因为 b 与地面有摩擦力，运动时有热量产生，所以该系统机械能减少，而 B、C 两项均为系统机械能守恒的表现，故错误；轻绳不可伸长，两端分别对 a、b 做功大小相等，符号相反，D 正确。

考点：能量守恒定律、运动的合成与分解

36.(2017·江苏卷·T9)如图所示，三个小球 A、B、C 的质量均为 m，A 与 B、C 间通过铰链用轻杆连接，杆长为 L，B、C 置于水平地面上，用一轻质弹簧连接，弹簧处于原长。现 A 由静止释放下降到最低点，两轻杆间夹角 α 由 60° 变为 120° ，A、B、C 在同一竖直平面内运动，弹簧在弹性限度内，忽略一切摩擦，重力加速度为 g。则此下降过程中



(A) A 的动能达到最大前，B 受到地面的支持力小于 $\frac{3}{2}mg$

(B) A 的动能最大时，B 受到地面的支持力等于 $\frac{3}{2}mg$

(C) 弹簧的弹性势能最大时，A 的加速度方向竖直向下

(D) 弹簧的弹性势能最大值为 $\frac{\sqrt{3}}{2}mgL$

【答案】AB

【解析】A 球动能最大时，速度最大，受合外力为零，以 ABC 整体为研究对象。

在竖直方向：向下的重力 $3mg$ ，向上的 B、C 两球受地面的支持力 F_N ，即 $2F_N = 3mg$ ，所以 B、C 受到地面的支持力等于 $\frac{3}{2}mg$ ，故 B 正确；

A 的动能达到最大前，有向下的加速度，所以整体向下的合力小于 $3mg$ ，故 B、C 受到地面的支持力小于 $\frac{3}{2}mg$ ，所以 A 正确；

当 A 下降至最低点，弹簧形变量最大，弹性势能最大，此时 A 的加速度向上，故 C 错误；

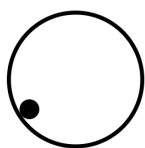
弹簧的最大弹性势能等于 A 球下降至最低点时减少的重力势能，即

$$E_p = mg\left(\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{2}\right)L, \text{ D 错误。}$$

【考点定位】 物体的平衡 能量守恒 牛顿第二定律

【名师点睛】本题的重点是当 A 球的动能最大时，受合外力为零，在竖直方向整体加速度为零，选择整体为研究对象，分析 AB 两个选项；弹性势能最大对应 A 球下降至最低点，根据能量守恒定律，可求最大的弹性势能。

37.(2016·海南卷·T3)如图，光滑圆轨道固定在竖直面内，一质量为 m 的小球沿轨道做完整的圆周运动。已知小球在最低点时对轨道的压力大小为 N_1 ，在最高点时对轨道的压力大小为 N_2 。重力加速度大小为 g ，则 $N_1 - N_2$ 的值为



A. $3mg$

B. $4mg$

C. $5mg$

D. $6mg$

【答案】D

【解析】设小球在最低点时速度为 v_1 ，在最高点时速度为 v_2 ，根据牛顿第二定律有，在最低点： $N_1 - mg = \frac{mv_1^2}{R}$ ，在最高点： $N_2 + mg = \frac{mv_2^2}{R}$ ；从最高点到最低点，根据动能定理有 $mg \cdot 2R = \frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_2^2}{2}$ ，联立可得： $N_1 - N_2 = 6mg$ ，故选项 D 正确。

【考点定位】牛顿第二定律、动能定理

【名师点睛】解决本题的关键知道向心力的来源，知道最高点的临界情况，通过动能定理和牛顿第二定律进行求解。

38.(2014·新课标全国卷 II)一物体静止在粗糙水平地面上，现用一大小为 F_1 的水平拉力拉动物体，经过一段时间后其速度变为 v ，若将水平拉力的大小改为 F_2 ，物体从静止开始经过同样的时间后速度变为 $2v$ ，对于上述两个过程，用 W_{F_1} 、 W_{F_2} 分别表示拉力 F_1 、 F_2 所做的功， W_{f_1} 、 W_{f_2} 分别表示前后两次克服摩擦力所做的功，则

A. $W_{F_2} > 4W_{F_1}$ ， $W_{f_2} > 2W_{f_1}$

B. $W_{F_2} > 4W_{F_1}$ ， $W_{f_2} = 2W_{f_1}$

C. $W_{F2} < 4W_{F1}$, $W_{f2} = 2W_{f1}$

D. $W_{F2} < 4W_{F1}$, $W_{f2} < 2W_{f1}$

【答案】C

【解析】两次物体均做匀加速运动，由于时间相等，两次的末速度之比为 1:2，

则由 $v=at$ 可知两次的加速度之比为 1:2， $\frac{F_{1合}}{F_{2合}} = \frac{1}{2}$ ，故两次的平均速度分别为 $\frac{v}{2}$

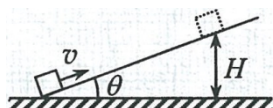
、 v ，两次的位移之比为 1:2，由于两次的摩擦阻力相等，故由 $W_f = fx$ 可知，

$$W_{2f} = 2W_{1f}; \quad \frac{W_{1合}}{W_{2合}} = \frac{F_{1合}x_1}{F_{2合}x_2} = \frac{1}{4}; \quad \text{因为 } W_{合} = W_F - W_f, \text{ 故 } W_F = W_{合} + W_f; \text{ 故 } W_{F2}$$

$= W_{2合} + W_{2f} = 4W_{1合} + 2W_{1f} < 4W_{1合} + 4W_{1f} = 4W_{F1}$ ，选项 C 正确。

【考点定位】动能定理；牛顿第二定律。

39.(2014·全国大纲卷·T19)一物块沿倾角为 θ 的斜坡向上滑动。当物块的初速度为 v 时，上升的最大高度为 H ，如图所示；当物块的初速度为 $\frac{v}{2}$ 时，上升的最大高度记为 h 。重力加速度大小为 g 。物块与斜坡间的动摩擦因数和 h 分别为



A. $\tan\theta$ 和 $\frac{H}{2}$ B. $(\frac{v^2}{2gH} - 1)\tan\theta$ 和 $\frac{H}{2}$ C. $\tan\theta$ 和 $\frac{H}{4}$ D. $(\frac{v^2}{2gH} - 1)\tan\theta$ 和 $\frac{H}{4}$

【答案】D

运动学中速度位移公式: $0 - v^2 = -2a \frac{H}{\sin\theta}$, $0 - (\frac{v}{2})^2 = -2a \frac{h}{\sin\theta}$, $h = H/4$; 物块

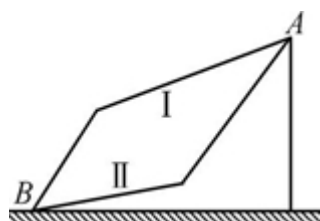
受到三个力作用为重力、支持力和滑动摩擦力，牛顿第二定律 $mg \sin\theta + f = ma$

，联立速度位移公式可求出摩擦力，弹力 $F_N = mg \cos\theta$ ，动摩擦因数：

$$\mu = \frac{f}{F_N} = (\frac{v^2}{2gH} - 1) \tan\theta, \quad \text{D 正确。}$$

【考点定位】本题主要考查了对动能定理(或功能关系)的理解与应用问题，属于中档题。

40.(2014·上海卷)如图所示, 竖直平面内的轨道 I 和 II 都由两段细直杆连接而成, 两轨道长度相等。用相同的水平恒力将穿在轨道最低点的 B 静止小球, 分别沿 I 和 II 推至最高点 A, 所需时间分别为 t_1 、 t_2 ; 动能增量分别为 ΔE_{k1} 、 ΔE_{k2} 。假定球在经过轨道转折点前后速度的大小不变, 且球与 I、II 轨道间的动摩擦因数相等, 则



A. $\Delta E_{k1} > \Delta E_{k2}$; $t_1 > t_2$

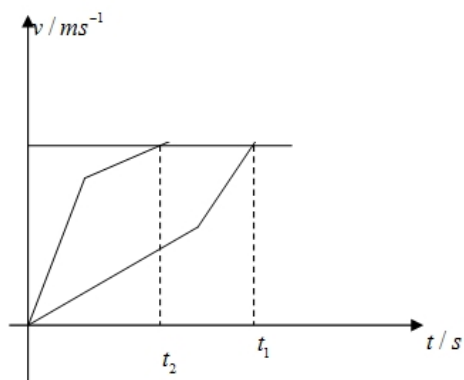
B. $\Delta E_{k1} = \Delta E_{k2}$; $t_1 > t_2$

C. $\Delta E_{k1} > \Delta E_{k2}$; $t_1 < t_2$

D. $\Delta E_{k1} = \Delta E_{k2}$; $t_1 < t_2$

【答案】B

【解析】运动过程包括两个阶段, 均为匀加速直线运动。第一个过程和第二个过程运动的位移相等, 所以恒力做功相等为 Fs , 高度相等重力做功相等为 mgh , 设斜面倾角为 α , 斜面长度为 s , 则摩擦力做功为 $\mu mg \cos \alpha \times s$, 而 $s \times \cos \alpha$ 即斜面对应的水平位移, 两个过程的水平位移相等, 而 μmg 也相等, 所以摩擦力做功相等, 整理可得合外力做功相等, 根据动能定理, 合外力做功等于动能变化量, 所以动能变化量相等即 $\Delta E_{k1} = \Delta E_{k2}$, 选项 AC 错。前一个过程加速度先小后大, 后一个过程加速度先大后小, 做速度时间图像如下, 既要末速度相同, 又要位移相同, 即末速度相同, 与时间轴围成的面积相等, 根据图像可判断 $t_1 > t_2$, 对照选项 B 对。



【考点定位】动能定理 匀变速直线运动

41.(2015·四川卷·T1)在同一位置以相同的速率把三个小球分别沿水平、斜向上、斜向下方向抛出，不计空气阻力，则落在同一水平地面时的速度大小

- A.一样大 B.水平抛的最大 C.斜向上抛的最大 D.斜向下抛的最大

【答案】A

试题分析: 三个小球被抛出后，均仅在重力作用下运动，三球从同一位置落至同一水平地面时，设其下落高度为 h ，并设小球的质量为 m ，根据动能定理有： $mgh = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$ ，解得小球的末速度大小为： $v = \sqrt{v_0^2 + 2gh}$ ，与小球的质量无关，即三球的末速度大小相等，故选项 A 正确。

考点：抛体运动特点、动能定理(或机械能守恒定律)的理解与应用。

【考点定位】抛体运动特点、动能定理(或机械能守恒定律)的理解与应用。

42.(2016·天津卷·T8)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。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。某列动车组由 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



- 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 $a = \frac{2F - 8kmg}{8m} = \frac{F}{4m} - kg$ ，对第6、7、8节车厢整体：

$F_{56} = 3ma + 3kmg = 0.75F$ ；对第7、8节车厢整体： $F_{67} = 2ma + 2kmg = 0.5F$ ；故第5、6节车厢与第6、7节车厢间的作用力之比为3:2，选项B正确。

根据动能定理 $\frac{1}{2}Mv^2 = kMgs$ ，解得： $s = \frac{v^2}{2kg}$ ，可知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；

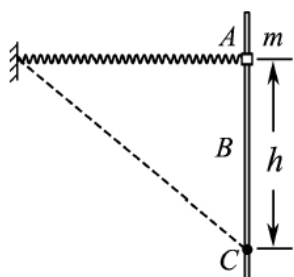
8节车厢有2节动车时的最大速度为 $v_{m1} = \frac{2P}{8kmg}$ ；8节车厢有4节动车时的最大

速度为 $v_{m2} = \frac{4P}{8kmg}$ ，则 $\frac{v_{m1}}{v_{m2}} = \frac{1}{2}$ ，选项D正确。

【考点定位】牛顿第二定律、功率、动能定理

【名师点睛】此题是力学综合问题，考查牛顿第二定律、功率以及动能定理等知识点；解题时要能正确选择研究对象，灵活运用整体法及隔离法列方程；注意当功率一定时，牵引力等于阻力的情况，速度最大。

43.(2015·江苏卷·T9)如图所示，轻质弹簧一端固定，另一端与质量为 m 、套在粗糙竖直固定杆A处的圆环相连，弹簧水平且处于原长。圆环从A处由静止开始下滑，经过B处的速度最大，到达C处的速度为零， $AC=h$ 。圆环在C处获得一竖直向上的速度 v ，恰好能回到A；弹簧始终在弹性限度之内，重力加速度为 g ，则圆环



- A.下滑过程中，加速度一直减小
- B.下滑过程中，克服摩擦力做功为 $\frac{1}{4}mv^2$
- C.在C处，弹簧的弹性势能为 $\frac{1}{4}mv^2 - mgh$
- D.上滑经过B的速度大于下滑经过B的速度

【答案】BD

【解析】由题意知，圆环从A到C先加速后减速，到达B处的加速度减小为零，故加速度先减小后增大，故A错误；

从A到C，根据能量守恒： $mgh = W_f + E_p$ ，从C到A $\frac{1}{2}mv^2 + E_p = mgh + W_f$ ，联立解得： $W_f = \frac{1}{4}mv^2$ ， $E_p = mgh - \frac{1}{4}mv^2$ ，所以B正确，C错误；

从A到B： $mgh_1 = \frac{1}{2}mv_{B1}^2 + \Delta E_{p1} + W_{f1}$ ，从C到A：

$\frac{1}{2}mv^2 + E_{p2} = \frac{1}{2}mv_{B2}^2 + W_{f2} + mgh_2$ ， $\frac{1}{2}mv^2 + E_p = mgh + W_f$ ，联立可得 $v_{B2} > v_{B1}$ ，所以D正确。

【考点定位】能量守恒、动能定理

44.(2016·浙江卷)如图所示为一滑草场。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



- A. 动摩擦因数 $\mu = \frac{6}{7}$
- B. 载人滑草车最大速度为 $\sqrt{\frac{2gh}{7}}$
- 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 $\frac{3}{5}g$

【答案】AB

【解析】由动能定理可知 $mg \cdot 2h - \mu mg \cos 45^\circ \cdot \frac{h}{\sin 45^\circ} - \mu mg \cos 37^\circ \cdot \frac{h}{\sin 37^\circ} = 0$ ，解得 $\mu = \frac{6}{7}$ ，选项 A 正确；对前一段滑道，根据动能定理有

$mgh - \mu mg \cos 45^\circ \cdot \frac{h}{\sin 45^\circ} = \frac{1}{2}mv^2$ ，解得： $v = \sqrt{\frac{2gh}{7}}$ ，则选项 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大

小为 $a = \frac{mg \sin 37^\circ - \mu mg \cos 37^\circ}{m} = -\frac{3}{35}g$ ，选项 D 错误；故选 AB。

【考点定位】动能定理；牛顿第二定律的应用

【名师点睛】此题以娱乐场中的滑草场为背景，考查了牛顿第二定律的综合应用及动能定理。解本题的关键是分析物体运动的物理过程及受力情况，正确选择合适的物理规律列出方程解答。此题难度中等，考查学生利用物理知识解决实际问题的能力。

45.(2018·全国 III 卷·T4)在一斜面顶端，将甲乙两个小球分别以 v 和 $\frac{v}{2}$ 的速度沿同一方向水平抛出，两球都落在该斜面上。甲球落至斜面时的速率是乙球落至斜面时速率的

A. 2 倍 B. 4 倍 C. 6 倍 D. 8 倍

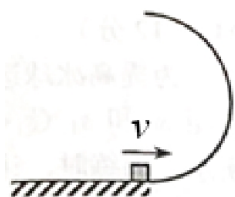
【答案】A

【解析】试题分析 本题考查平抛运动规律、机械能守恒定律及其相关的知识点。

解析 设甲球落至斜面时的速率为 v_1 ，乙落至斜面时的速率为 v_2 ，由平抛运动规律， $x=vt$ ， $y=gt^2$ ，设斜面倾角为 θ ，由几何关系， $\tan\theta=y/x$ ，小球由抛出到落至斜面，由机械能守恒定律， $mv^2+mgy=mv_1^2$ ，联立解得： $v_1=\sqrt{1+\tan^2\theta}\cdot v$ ，即落至斜面时的速率与抛出时的速率成正比。同理可得， $v_2=\sqrt{1+\tan^2\theta}\cdot v/2$ ，所以甲球落至斜面时的速率是乙球落至斜面时的速率的 2 倍，选项 A 正确。

点睛 此题将平抛运动、斜面模型、机械能守恒定律有机融合，综合性强。对于小球在斜面上的平抛运动，一般利用平抛运动规律和几何关系列方程解答。

46.(2017·新课标 II 卷)如图，半圆形光滑轨道固定在水平地面上，半圆的直径与地面垂直。一小物块以速度 v 从轨道下端滑入轨道，并从轨道上端水平飞出，小物块落地点到轨道下端的距离与轨道半径有关，此距离最大时。对应的轨道半径为(重力加速度大小为 g)



A. $\frac{v^2}{16g}$

B. $\frac{v^2}{8g}$

C. $\frac{v^2}{4g}$

D. $\frac{v^2}{2g}$

【答案】B

【解析】物块由最低点到最高点有： $\frac{1}{2}mv^2 = 2mgr + \frac{1}{2}mv_1^2$ ；物块做平抛运动：

$x = v_1 t$ ； $t = \sqrt{\frac{4r}{g}}$ ；联立解得： $x = \sqrt{\frac{4v^2}{g}r - 16r^2}$ ，由数学知识可知，当

$r = \frac{\frac{4v^2}{g}}{2 \times 16} = \frac{v^2}{8g}$ 时， x 最大，故选 B。

【考点定位】机械能守恒定律；平抛运动

【名师点睛】此题主要是对平抛运动的考查；解题时设法找到物块的水平射程与圆轨道半径的函数关系，即可通过数学知识讨论；此题同时考查学生运用数学知识解决物理问题的能力。

47.(2016·全国新课标Ⅱ卷·T16)小球 P 和 Q 用不可伸长的轻绳悬挂在天花板上，P 球的质量大于 Q 球的质量，悬挂 P 球的绳比悬挂 Q 球的绳短。将两球拉起，使两绳均被水平拉直，如图所示。将两球由静止释放，在各自轨迹的最低点，



- A.P 球的速度一定大于 Q 球的速度
- B.P 球的动能一定小于 Q 球的动能
- C.P 球所受绳的拉力一定大于 Q 球所受绳的拉力
- D.P 球的向心加速度一定小于 Q 球的向心加速度

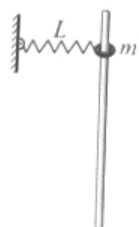
【答案】C

小球摆动至最低点由动能定理： $mgL = \frac{1}{2}mv^2$ ，可得： $v = \sqrt{2gL}$ ，因 $L_P > L_Q$ ，故 $v_P < v_Q$ ，选项 A 错误；由 $E_k = mgL$ ，因 $m_P > m_Q$ ，则动能无法比较，选项 B 错误；在最低点，，可得 $F_T = 3mg$ $mgL = \frac{1}{2}mv^2$ ，选项 C 正确； $a = \frac{v^2}{L} = 2g$ ，两球的向心加速度相等，选项 D 错误，故选 C。

【考点定位】圆周运动、机械能、向心力

【名师点睛】此题考查机械能守恒定律及牛顿第二定律的应用；解题时要通过选择合适的物理规律列出方程找到要讨论的物理量，然后根据题目的条件来分析结论；此题意在考查考生对基本规律的掌握情况。

48.(2015·天津卷·T5)如图所示，固定的竖直光滑长杆上套有质量为 m 的小圆环，圆环与水平状态的轻质弹簧一端连接，弹簧的另一端连接在墙上，并且处于原长状态，现让圆环由静止开始下滑，已知弹簧原长为 L ，圆环下滑到最大距离时弹簧的长度变为 $2L$ (未超过弹性限度)，则在圆环下滑到最大距离的过程中



- A.圆环的机械能守恒
- B.弹簧弹性势能变化了 $\sqrt{3}mgL$
- C.圆环下滑到最大距离时，所受合力为零
- D.圆环重力势能与弹簧弹性势能之和保持不变

【答案】B

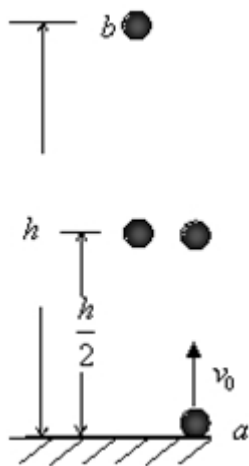
【解析】圆环在下滑过程中，弹簧对其做负功，故圆环机械能减小，选项 A 错误；

圆环下滑到最大的距离时，由几何关系可知，圆环下滑的距离为 $\sqrt{3}L$ ，圆环的速度为零，由能量守恒定律可知，弹簧弹性势能增加量等于圆环重力势能的减小量，为 $\sqrt{3}L mg$ ，故选项 B 正确；

圆环下滑过程中，所受合力为零时，加速度为零，速度最大，而下滑至最大距离时，物体速度为零，加速度不为零，所以选项 C 错误；

在下滑过程中，圆环的机械能与弹簧弹性势能之和保持不变，即系统机械有守恒，所以选项 D 错误。

49.(2011·山东卷)如图所示，将小球 a 从地面以初速度 v_0 竖直上抛的同时，将另一相同质量的小球 b 从距地面 h 处由静止释放，两球恰在 $\frac{h}{2}$ 处相遇(不计空气阻力)。则



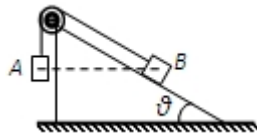
- A.两球同时落地
- B.相遇时两球速度大小相等
- C.从开始运动到相遇，球 a 动能的减少量等于球 b 动能的增加量
- D.相遇后的任意时刻，重力对球 a 做功功率和对球 b 做功功率相等

【答案】C

【解析】由于两球运动时机械能守恒，两球恰在 $\frac{h}{2}$ 处相遇，从开始运动到相遇，球 a 动能的减少量等于球 b 动能的增加量，选项 C 正确。

【考点定位】机械能守恒

50.(2012·福建卷·T17)如图，表面光滑的固定斜面顶端安装一定滑轮，小物块 A、B 用轻绳连接并跨过滑轮(不计滑轮的质量和摩擦)。初始时刻，A、B 处于同一高度并恰好静止状态。剪断轻绳后 A 下落、B 沿斜面下滑，则从剪断轻绳到物块着地，两物块



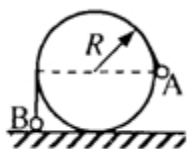
- A.速率的变化量不同
- B.机械能的变化量不同
- C.重力势能的变化量相同
- D.重力做功的平均功率相同

【答案】D

【解析】：由平衡知识可知 $m_A g = m_B g \sin \theta$ 则两者质量不等 所以重力势能变化量不等答案 BC 错，由机械能守恒可知两物块落地时速度 $v = \sqrt{2gh}$ 大小相等，所以 A 错，再由功率 $p_A = m_A g v$ 和 $p_B = m_B g v \sin \theta$ 可知重力的瞬时功率相等，答案 D 正确。

【考点定位】：物体的平衡，机械能守恒定律及瞬时功率等，偏难。

51.(2012·上海卷)如图，可视为质点的小球 A、B 用不可伸长的细软轻线连接，跨过固定在地面上、半径为 R 的光滑圆柱，A 的质量为 B 的两倍。当 B 位于地面时，A 恰与圆柱轴心等高。将 A 由静止释放，B 上升的最大高度是 ()



A.2R

B.5R/3

C.4R/3

D.2R/3

【答案】C

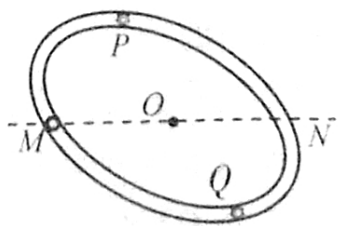
【解析】当 A 下落至地面时，B 恰好上升到与圆心等高位置，这个过程中机械能守恒，即： $2mgR - mgR = \frac{1}{2} \times 3mv^2$ ，接下来，B 物体做竖直上抛运动，再上升

的高度 $h = \frac{v^2}{2g}$ ，两式联立得 $h = \frac{R}{3}$

这样 B 上升的最大高度 $H = h + R = 4R/3$ 。

【考点定位】本题考查机械能守恒定律、竖直上抛运动等相关知识

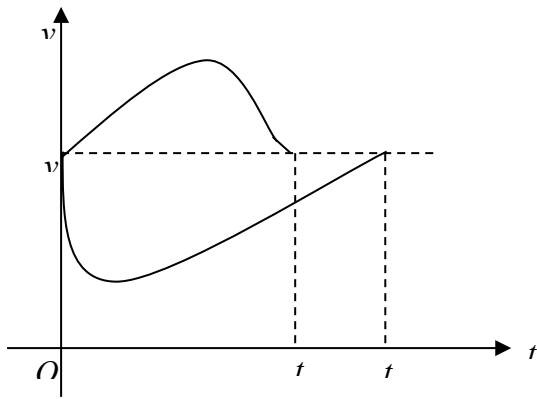
52.(2014·安徽卷)如图所示，有一内壁光滑的闭合椭圆形管道，置于竖直平面内，MN 是通过椭圆中心 O 点的水平线。已知一小球从 M 点出发，初速率为 v_0 ，沿管道 MPN 运动，到 N 点的速率为 v_1 ，所需时间为 t_1 ；若该小球仍由 M 点以速率 v_0 出发，而沿管道 MQN 运动，到 N 点的速率为 v_2 ，所需时间为 t_2 。则



A. $v_1 = v_2$ ， $t_1 > t_2$ B. $v_1 < v_2$ ， $t_1 > t_2$ C. $v_1 = v_2$ ， $t_1 < t_2$ D. $v_1 < v_2$ ， $t_1 < t_2$

【答案】A

【解析】小球在运动过程中机械能守恒，故两次到达 N 点的速度大小相同，且均等于初速度，即 $v_1 = v_2 = v_0$ ；两小球的运动过程分别为先加速后减速和先减速后加速，定性做出小球运动的速率—时间图象如下图：



则图线与坐标轴所围成的面积表示小球的运动路程，小球两次的路程相等，故两次图线与坐标轴所围面积相同，由图可知， $t_1 > t_2$ ，A 正确。

【考点定位】机械能守恒定律、运动的图象

53.(2014·新课标全国卷 II·T15)取水平地面为重力势能零点。一物块从某一高度水平抛出，在抛出点其动能与重力势能恰好相等。不计空气阻力，该物块落地时的速度方向与水平方向的夹角为()

- A. $\frac{\pi}{6}$ B. $\frac{\pi}{4}$ C. $\frac{\pi}{3}$ D. $\frac{5\pi}{12}$

【答案】B

【解析】建立平抛运动模型，设物体水平抛出的初速度为 v_0 ，抛出时的高度为 h

。根据题意，由 $\frac{1}{2}mv_0^2 = mgh$ ，有 $v_0 = \sqrt{2gh}$ ；由于竖直方向物体做自由落体

运动，则落地的竖直速度 $v_y = \sqrt{2gh}$ 。所以落地时速度方向与水平方向的夹角

$$\tan \theta = \frac{v_y}{v_0} = \frac{\sqrt{2gh}}{\sqrt{2gh}} = 1, \text{ 则 } \theta = \frac{\pi}{4}, \text{ 选项 B 正确。}$$

【解题点拨】切忌在竖直方向使用动能定理，因为动能定理是一个标量式。

【考点定位】平抛运动的规律；机械能守恒定律。

54.(2011·辽宁卷)一蹦极运动员身系弹性蹦极绳从水面上方的高台下落，到最低点时距水面还有数米距离。假定空气阻力可忽略，运动员可视为质点，下列说法正确的是

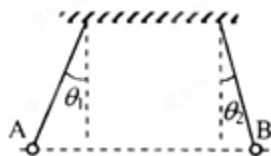
- A.运动员到达最低点前重力势能始终减小
- B.蹦极绳张紧后的下落过程中，弹性力做负功，弹性势能增加
- C.蹦极过程中，运动员、地球和蹦极绳所组成的系统机械能守恒
- D.蹦极过程中，重力势能的变化与重力势能零点的选取有关

【答案】ABC

【解析】在运动的过程中，运动员一直下降，则重力势能减小.故 A 正确；蹦极绳张紧后的下落过程中，弹性力做负功，弹性势能增加.故 B 正确；蹦极的过程中，系统只有重力做功，所以运动员、地球和蹦极绳所组成的系统机械能守恒，故 C 正确；重力势能的变化量与零势能点的选取无关.故 D 错误

【考点定位】机械能守恒

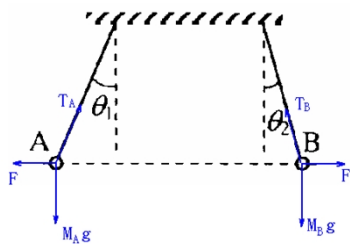
55.(2012·上海卷)如图，质量分别为 m_A 和 m_B 的两小球带有同种电荷，电荷量分别为 q_A 和 q_B ，用绝缘细线悬挂在天花板上。平衡时，两小球恰处于同一水平位置，细线与竖直方向间夹角分别为 θ_1 与 θ_2 ($\theta_1 > \theta_2$)。两小球突然失去各自所带电荷后开始摆动，最大速度分别 v_A 和 v_B ，最大动能分别为 E_{kA} 和 E_{kB} 。则()



- A. m_A 一定小于 m_B
- B. q_A 一定大于 q_B
- C. v_A 一定大于 v_B
- D. E_{kA} 一定大于 E_{kB}

【答案】ACD

【解析】分别对 A、B 进行受力分析，如图所示



两球间的库仑斥力是作用力与反作用力总是大小相等，与带电量的大小无关，因此 B 选项不对，对于 A 球： $T_A \sin \theta_1 = F$ ， $T_A \cos \theta_1 = M_A g$

对于 B 球： $T_B \sin \theta_2 = F$ ， $T_B \cos \theta_2 = M_B g$

联立得： $F = M_A g \tan \theta_1 = M_B g \tan \theta_2$ ，又 $\theta_1 > \theta_2$ 可以得出： $m_A < m_B$ ，A 选项正确；

在两球下摆的过程中根据机械能守恒： $M_A g L_A (1 - \cos \theta_1) = \frac{1}{2} M_A v_A^2$ ，可得：

$$v_A = \sqrt{2gL_A(1 - \cos \theta_1)}$$

$$M_B g L_B (1 - \cos \theta_2) = \frac{1}{2} M_B v_B^2，可得： v_B = \sqrt{2gL_B(1 - \cos \theta_2)}$$

开始 A、B 两球在同一水平面上， $L_A \cos \theta_1 = L_B \cos \theta_2$

由于 $\theta_1 > \theta_2$ 可以得出： $L_A > L_B$

这样代入后可知： $v_A > v_B$ ，C 选项正确。

A 到达最低点的动能：

$$\frac{1}{2} M_A v_A^2 = M_A g L_A (1 - \cos \theta_1) = \frac{F}{\tan \theta_1} L_A (1 - \cos \theta_1) = F L_A \cos \theta_1 \frac{1 - \cos \theta_1}{\sin \theta_1} = F L_A \cos \theta_1 \tan \frac{\theta_1}{2}$$

B 到达最低点的动能：

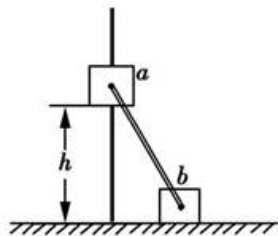
$$\frac{1}{2} M_B v_B^2 = M_B g L_B (1 - \cos \theta_2) = \frac{F}{\tan \theta_2} L_B (1 - \cos \theta_2) = F L_B \cos \theta_2 \frac{1 - \cos \theta_2}{\sin \theta_2} = F L_B \cos \theta_2 \tan \frac{\theta_2}{2}$$

由于 $\theta_1 > \theta_2$ 可知， $\tan \frac{\theta_1}{2} > \tan \frac{\theta_2}{2}$ ，又 $L_A \cos \theta_1 = L_B \cos \theta_2$ ，可得 $\frac{1}{2} M_A v_A^2 > \frac{1}{2} M_B v_B^2$

因此 D 也正确。

【考点定位】 本题考查机械能守恒、库仑定律等相关知识

56.(2015·全国新课标Ⅱ·21)如图,滑块 a、b 的质量均为 m , a 套在固定直杆上,与光滑水平地面相距 h , b 放在地面上, a、b 通过铰链用刚性轻杆连接。不计摩擦, a、b 可视为质点,重力加速度大小为 g 。则



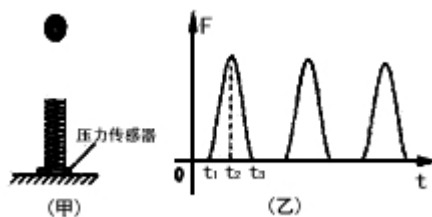
- A. a 落地前,轻杆对 b 一直做正功
- B. a 落地时速度大小为 $\sqrt{2gh}$
- C. a 下落过程中,其加速度大小始终不大于 g
- D. a 落地前,当 a 的机械能最小时, b 对地面的压力大小为 mg

【答案】 BD

【解析】 当 a 物体刚释放时,两者的速度都为 0,当 a 物体落地时,没杆的分速度为 0,由机械能守恒定律可知, a 落地时速度大小为 $v_a = \sqrt{2gh}$ 故 B 正确; b 物体的速度也是为 0,所以轻杆对 b 先做正功,后做负功,故 A 错误; a 落地前,当 a 的机械能最小时, b 的速度最大,此时杆对 b 作用力为 0,这时, b 对地面的压力大小为 mg , a 的加速度为 g ,故 C 错误, D 正确。

【考点定位】 机械能守恒定律;运动的合成与分解

57.(2010·福建卷·T17)如图(甲)所示,质量不计的弹簧竖直固定在水平面上, $t=0$ 时刻,将一金属小球从弹簧正上方某一高度处由静止释放,小球落到弹簧上压缩弹簧到最低点,然后又被弹起离开弹簧,上升到一定高度后再下落,如此反复。通过安装在弹簧下端的压力传感器,测出这一过程弹簧弹力 F 随时间 t 变化的图像如图(乙)所示,则

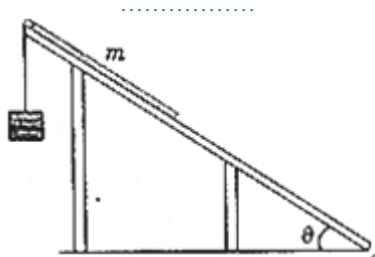


- A. t_1 时刻小球动能最大
- B. t_2 时刻小球动能最大
- C. $t_2 \sim t_3$ 这段时间内，小球的动能先增加后减少
- D. $t_2 \sim t_3$ 这段时间内，小球增加的动能等于弹簧减少的弹性势能

【答案】C

【解析】由题意和图象知 t_1 时刻物体与弹簧接触，弹簧弹力为零。 t_2 时刻弹簧弹力最大，小球压缩弹簧至最低点。 t_1 到 t_2 的过程，小球开始时重力大于弹力，小球做加速度减小的加速运动，当重力等于弹力时，速度最大动能最大，此后弹力大于重力，小球做加速度增大的减速运动， t_2 时刻小球运动到最低点，速度为零。同理 t_2 到 t_3 过程中小球先做加速后减速，动能先增加后减小，由机械能守恒可知，减少的弹性势能转化为小球的重力势能和动能，故正确的选项为 C。

58.(2010·山东卷·T22)如图所示，倾角 $\theta=30^\circ$ 的粗糙斜面固定在地面上，长为 l 、质量为 m 、粗细均匀、质量分布均匀的软绳至于斜面上，其上端与斜面顶端齐平。用细线将物块与软绳连接，物块由静止释放后向下运动，直到软绳刚好全部离开斜面(此时物块未到达地面)，在此过程中



- A. 物块的机械能逐渐增加

B.软绳重力势能共减少了 $\frac{1}{4}mgl$

C.物块重力势能的减少等于软绳摩擦力所做的功

D.软绳重力势能的减少小于其动能增加与克服摩擦力所做功之和

【答案】BD

【解析】

A.因物块受细线的拉力做负功，所以物块的机械能逐渐减小，A 错误；

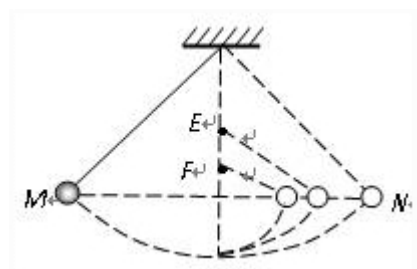
B.软绳重力势能共减少 $mg(-\frac{1}{2}l \sin \theta - \frac{1}{2}l) = \frac{1}{4}mgl$ ，B 正确；

C.物块和软绳组成的系统受重力和摩擦力，重力做功(包括物块和软绳)减去软绳摩擦力所做的功等于系统(包括物块和软绳)动能的增加，设物块质量为 M，即

$W_M + W_m - W_f = \Delta E_{KM} + \Delta E_{Km}$ ，物块重力势能的减少等于 W_M ，所以 C 错误；

D.对软绳， $W_m - W_f + W_F = \Delta E_{Km}$ ，F 表示细线对软绳的拉力，软绳重力势能的减少等于 W_m ，小于其动能增加与克服摩擦力所做功之和，D 正确。

59.(2010·安徽卷·T14)伽利略曾设计如图所示的一个实验,将摆球拉至 M 点放开,摆球会达到同一水平高度上的 N 点。如果在 E 或 F 处钉子,摆球将沿不同的圆弧达到同一高度的对应点;反过来,如果让摆球从这些点下落,它同样会达到原水平高度上的 M 点。这个实验可以说明,物体由静止开始沿不同倾角的光滑斜面(或弧线)下滑时,其末速度的大小



A.只与斜面的倾角有关

B.只与斜面的长度有关

C.只与下滑的高度有关

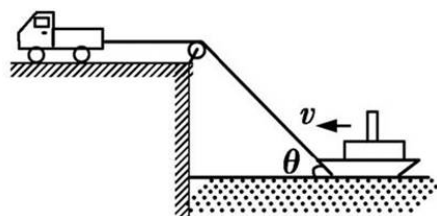
D.只与物体的质量有关

【答案】C

【解析】本题涉及的知识点是能量守恒，考查考生的根据事实分析推理的能力。从图中很明显地可以看出右侧弧线的倾角与长度不同，只是距最低点的高度相同，但最后都能到达同一高度，根据能量守恒说明在最低点速度大小者相同。A、B 项错，C 项正确；实验即使换一个小球结果也是如此，故 D 项错。

非选择题：

60.(2015·上海卷·T23)如图，汽车在平直路面上匀速运动，用跨过光滑定滑轮的轻绳牵引轮船，汽车与滑轮间的绳保持水平。当牵引轮船的绳与水平方向成 θ 角时，轮船速度为 v ，绳的拉力对船做功的功率为 P ，此时绳对船的拉力为_____。若汽车还受到恒定阻力 f ，则汽车发动机的输出功率为_____。



【答案】 $\frac{P}{v \cos \theta}$ ； $fv \cos \theta + P$

【解析】由功率公式： $P = Fv \cos \alpha$ ；解得绳对船的拉力 $F_T = \frac{P}{v \cos \theta}$ ；此时汽车的速度 $v_{\text{汽}} = v_{\text{船}} \cos \theta$ ，所以，汽车匀速运动，所以汽车发动机的输出功率

$$P_{\text{出}} = P_f + P_T = fv \cos \theta + P。$$

【考点定位】功率；速度的合成与分解

【名师点睛】本题重点是掌握运动的合成与分解，功率的计算。重点理解：因为绳不可伸长，沿绳方向的速度大小相等。

61.(2011·浙江卷)节能混合动力车是一种可以利用汽油及所储存电能作为动力来源的汽车。有一质量 $m=1000\text{kg}$ 的混合动力轿车，在平直公路上以 $v_1=90\text{km/h}$ 匀速行驶，发动机的输出功率为 $P=50\text{kW}$ 。当驾驶员看到前方有 80km/h 的限速标志时，保持发动机功率不变，立即启动利用电磁阻尼带动的发电机工作给电池充电，使轿车做减速运动，运动 $L=72\text{m}$ 后，速度变为 $v_2=72\text{km/h}$ 。此过程中发动机功率的 $\frac{1}{5}$ 用于轿车的牵引， $\frac{4}{5}$ 用于供给发电机工作，发动机输送给发电机的能量最后有 50% 转化为电池的电能。假设轿车在上述运动过程中所受阻力保持不变。求

- (1)轿车以 90km/h 在平直公路上匀速行驶时，所受阻力 $F_{\text{阻}}$ 的大小；
- (2)轿车从 90km/h 减速到 72km/h 过程中，获得的电能 $E_{\text{电}}$ ；
- (3)轿车仅用其在上述减速过程中获得的电能 $E_{\text{电}}$ 维持 72km/h 匀速运动的距离 L' 。

【答案】 (1) $2 \times 10^3 \text{ N}$ (2) $6.3 \times 10^4 \text{ J}$ (3) 31.5 m

【解析】 (1)汽车牵引力与输出功率的关系 $P = F_{\text{牵}} v$

将 $P = 50\text{kW}$ ， $v_1 = 90\text{km/h} = 25\text{m/s}$ 代入得 $F_{\text{牵}} = \frac{P}{v_1} = 2 \times 10^3 \text{ N}$

当轿车匀速行驶时，牵引力与阻力大小相等，有 $F_{\text{阻}} = 2 \times 10^3 \text{ N}$

(2)在减速过程中，注意到发动机只有 $\frac{1}{5}P$ 用于汽车的牵引，

根据动能定理有 $\frac{1}{5}Pt = F_{\text{阻}}L = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$ ，

代入数据得 $Pt = 1.575 \times 10^5 \text{ J}$

电源获得的电能为 $E_{\text{电}} = 0.5 \times \frac{4}{5}Pt = 6.3 \times 10^4 \text{ J}$

(3)根据题设，轿车在平直公路上匀速行驶时受到的阻力仍为 $F_{\text{阻}} = 2 \times 10^3 \text{ N}$ 。此过程中，由能量转化及守恒定律可知，仅有电能用于克服阻力做功 $E_{\text{电}} = F_{\text{阻}}L'$

代入数据得 $L'=31.5\text{m}$

【考点定位】动能定理，功和功率的计算

62.(2011·天津卷·T12)我国自行研制、具有完全自主知识产权的新一代大型喷气式客机 C919 首飞成功后，拉开了全面试验试飞的新征程，假设飞机在水平跑道上的滑跑是初速度为零的匀加速直线运动，当位移 $x=1.6\times 10^3\text{m}$ 时才能达到起飞所要求的速度 $v=80\text{m/s}$ ，已知飞机质量 $m=7.0\times 10^4\text{kg}$ ，滑跑时受到的阻力为自身重力的 0.1 倍，重力加速度取 $g=10\text{m/s}^2$ ，求飞机滑跑过程中



(1)加速度 a 的大小；

(2)牵引力的平均功率 P 。

【答案】 (1) $a=2\text{m/s}^2$ (2) $P=8.4\times 10^6\text{W}$

【解析】 试题分析：飞机滑跑过程中做初速度为零的匀加速直线运动，结合速度位移公式求解加速度；对飞机受力分析，结合牛顿第二定律，以及 $P=Fv$ 求解牵引力的平均功率；

(1)飞机滑跑过程中做初速度为零的匀加速直线运动，有 $v^2=2ax$ ①，解得 $a=2\text{m/s}^2$ ②

(2)设飞机滑跑受到的阻力为 $F_{\text{阻}}$ ，根据题意可得 $F_{\text{阻}}=0.1mg$ ③

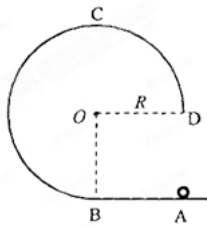
设发动机的牵引力为 F ，根据牛顿第二定律有 $F-F_{\text{阻}}=ma$ ④；

设飞机滑跑过程中的平均速度为 $\bar{v}$ ，有 $\bar{v}=\frac{v}{2}$ ⑤

在滑跑阶段，牵引力的平均功率 $P=F\bar{v}$ ⑥，联立②③④⑤⑥得 $P=8.4\times 10^6\text{W}$ 。

63.(2012·海南卷·T15)如图，在竖直平面内有一固定光滑轨道，其中 AB 是长为 R 的水平直轨道，BCD 是圆心为 O 、半径为 R 的 $3/4$ 圆弧轨道，两轨道相切于 B

点。在外力作用下，一小球从 A 点由静止开始做匀加速直线运动，到达 B 点时撤除外力。已知小球刚好能沿圆轨道经过最高点 C，重力加速度为 g。求：



(1) 小球在 AB 段运动的加速度的大小；

(2) 小球从 D 点运动到 A 点所用的时间。

【答案】 $a = \frac{5}{2}g$, $t = (\sqrt{5} - \sqrt{3})\sqrt{\frac{R}{g}}$

【解析】 (1) 小滑块恰好通过最高点，则有： $mg = m\frac{v_C^2}{R}$ 解得： $v_C = \sqrt{gR}$

从 B 到 C 的过程中运用动能定理得： $\frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}mv_B^2 = -mg \cdot 2R$ 解得： $v_B = \sqrt{5gR}$

根据位移速度公式得： $2aR = v_B^2$

解得： $a = \frac{5}{2}g$

(2) 设小球在 D 处的速度大小为 v_D ，下落到 A 点时的速度大小为 v ，

由机械能守恒有： $\frac{1}{2}mv_B^2 = \frac{1}{2}mv_D^2 + mgR$ ⑥ $\frac{1}{2}mv_D^2 = \frac{1}{2}mv^2$ ⑦

设从 D 点运动到 A 点所用时间为 t ，由运动学公式得： $gt = v - v_D$ ⑧

由④⑤⑥⑦⑧式得 $t = (\sqrt{5} - \sqrt{3})\sqrt{\frac{R}{g}}$ ⑨

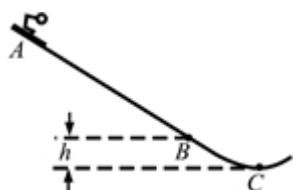
64.(2018·北京卷)2022 年将在我国举办第二十四届冬奥会，跳台滑雪是其中最具观赏性的项目之一。某滑道示意图如下，长直助滑道 AB 与弯曲滑道 BC 平滑衔接，滑道 BC 高 $h=10\text{ m}$ ，C 是半径 $R=20\text{ m}$ 圆弧的最低点，质量 $m=60\text{ kg}$ 的运动

员从 A 处由静止开始匀加速下滑,加速度 $a=4.5 \text{ m/s}^2$,到达 B 点时速度 $v_B=30 \text{ m/s}$ 。
取重力加速度 $g=10 \text{ m/s}^2$ 。

(1)求长直助滑道 AB 的长度 L;

(2)求运动员在 AB 段所受合外力的冲量的 I 大小;

(3)若不计 BC 段的阻力,画出运动员经过 C 点时的受力图,并求其所受支持力 F_N 的大小。



【答案】 (1)100 m(2)1 800 N · s(3)3 900 N

【解析】 (1)已知 AB 段的初末速度,则利用运动学公式可以求解斜面的长度,即

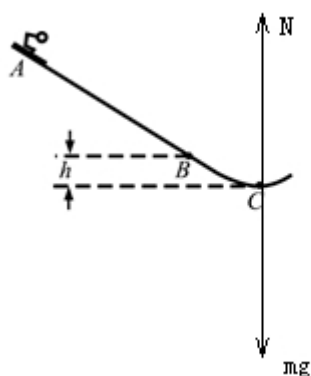
$$v^2 - v_0^2 = 2aL$$

可解得: $L = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} = 100 \text{ m}$

(2)根据动量定理可知合外力的冲量等于动量的该变量所以

$$I = mv_B - 0 = 1800 \text{ N} \cdot \text{s}$$

(3)小球在最低点的受力如图所示



由牛顿第二定律可得: $N - mg = m \frac{v_C^2}{R}$

从 B 运动到 C 由动能定理可知:

$$mgh = \frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}mv_B^2$$

解得; $N = 3900N$

故本题答案是: (1) $L = 100m$ (2) $I = 1800N \cdot s$ (3) $N = 3900N$

点睛: 本题考查了动能定理和圆周运动, 会利用动能定理求解最低点的速度, 并利用牛顿第二定律求解最低点受到的支持力大小。

65.(2017·新课标 I 卷)一质量为 $8.00 \times 10^4 \text{ kg}$ 的太空飞船从其飞行轨道返回地面。飞船在离地面高度 $1.60 \times 10^5 \text{ m}$ 处以 $7.50 \times 10^3 \text{ m/s}$ 的速度进入大气层, 逐渐减慢至速度为 100 m/s 时下落到地面。取地面为重力势能零点, 在飞船下落过程中, 重力加速度可视为常量, 大小取为 9.8 m/s^2 。(结果保留2位有效数字)

(1)分别求出该飞船着地前瞬间的机械能和它进入大气层时的机械能;

(2)求飞船从离地面高度 600 m 处至着地前瞬间的过程中克服阻力所做的功, 已知飞船在该处的速度大小是其进入大气层时速度大小的 2.0% 。

【答案】(1)(1) $4.0 \times 10^8 \text{ J}$ $2.4 \times 10^{12} \text{ J}$ (2) $9.7 \times 10^8 \text{ J}$

【解析】(1)飞船着地前瞬间的机械能为 $E_0 = \frac{1}{2}mv_0^2 + 0$ ①

式中, m 和 v_0 分别是飞船的质量和着地前瞬间的速率。由①式和题给数据得

$$E_0 = 4.0 \times 10^8 \text{ J} \text{ ②}$$

设地面附近的重力加速度大小为 g , 飞船进入大气层时的机械能为

$$E_h = \frac{1}{2}mv_h^2 + mgh \text{ ③}$$

式中, v_h 是飞船在高度 $1.6 \times 10^5 \text{ m}$ 处的速度大小。由③式和题给数据得

$$E_h = 2.4 \times 10^{12} \text{ J} \text{ ④}$$

(2)飞船在高度 $h' = 600 \text{ m}$ 处的机械能为 $E_{h'} = \frac{1}{2}m\left(\frac{2.0}{100}v_h\right)^2 + mgh' \text{ ⑤}$

由功能原理得 $W = E_h - E_0$ ⑥

式中， W 是飞船从高度 600 m 处至着地瞬间的过程中克服阻力所做的功。由

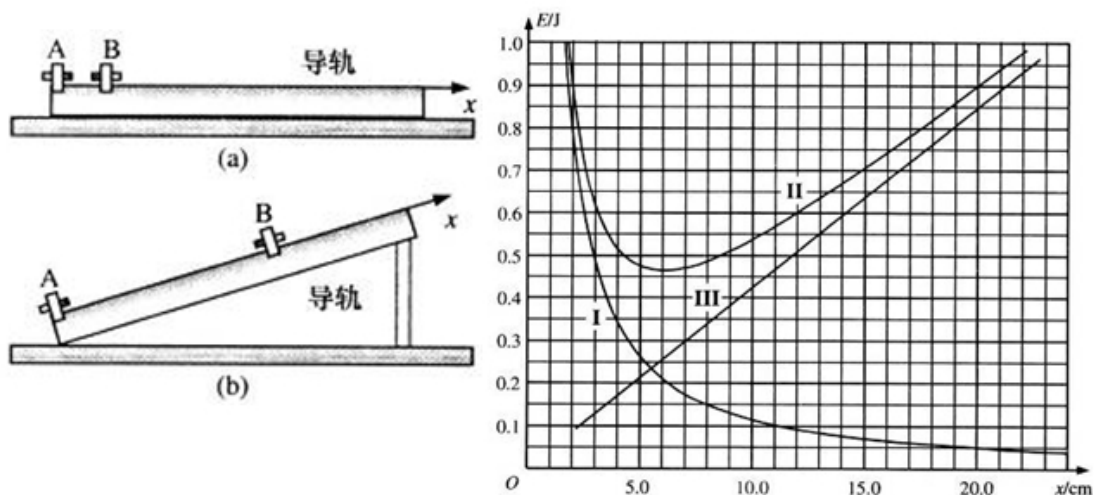
②⑤⑥式和题给数据得

$$W = 9.7 \times 10^8 \text{ J} \text{ ⑦}$$

【考点定位】机械能、动能定理

【名师点睛】本题主要考查机械能及动能定理，注意零势面的选择及第(2)问中要求的是克服阻力做功。

66.(2011·上海卷·T33)如图(a)，磁铁A、B的同名磁极相对放置，置于水平气垫导轨上。A固定于导轨左端，B的质量 $m=0.5\text{ kg}$ ，可在导轨上无摩擦滑动。将B在A附近某一位置由静止释放，由于能量守恒，可通过测量B在不同位置处的速度，得到B的势能随位置 x 的变化规律，见图(c)中曲线I。若将导轨右端抬高，使其与水平面成一定角度(如图(b)所示)，则B的总势能曲线如图(c)中II所示，将B在 $x=20.0\text{ cm}$ 处由静止释放，求：(解答时必须写出必要的推断说明。取 $g=9.8\text{ m/s}^2$)



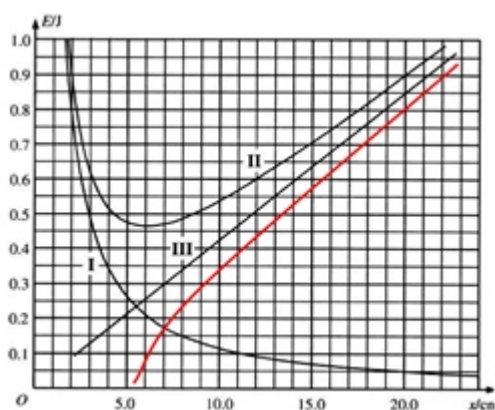
(1) B在运动过程中动能最大的位置；

(2) 运动过程中B的最大速度和最大位移。

(3) 图(c)中直线III为曲线II的渐近线，求导轨的倾角。

(4)若A、B异名磁极相对放置，导轨的倾角不变，在图(c)上画出B的总势能随x的变化曲线.

【答案】(1)6.1(cm)(在 5.9~6.3cm 间均视为正确)(2)1.31m/s (v_m 在 1.29~1.33 m / s 间均视为正确), 18.0cm (Δx 在 17.9~18.1cm 间均视为正确)(3)59.7°(θ 在 59°~61° 间均视为正确)(4)如图所示



【解析】(1)势能最小处动能最大由图线 II 得 $x=6.1\text{cm}$ (在 5.9~6.3cm 间均视为正确)

故 B 在运动过程中动能最大的位置为 $x=6.1\text{cm}$.

(2)由图读得释放处($x=20.0\text{cm}$ 处)势能 $E_p=0.90\text{J}$, 此即 B 的总能量.由于运动中总能量守恒, 因此在势能最小处动能最大, 由图象得最小势能为 0.47J, 则最大动能为 $E_{km} = 0.9 - 0.47 = 0.43\text{J}$

(E_{km} 在 0.42~0.44J 间均视为正确)

最大速度为 $v_m = \sqrt{\frac{2E_{km}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 0.43}{0.5}} = 1.31(\text{m/s})$ (v_m 在 1.29~1.33 m/s 间均视为正确)

, $x=20.0\text{cm}$ 处的总能量为 0.90J, 最大位移由 $E=0.90\text{J}$ 的水平直线与曲线 II 的左侧交点确定, 由图中读出(左侧)交点位置为 $x=2.0\text{cm}$, 因此, 最大位移 $\Delta x = 20.0 - 2.0 = 18.0\text{cm}$ (Δx 在 17.9~18.1cm 间均视为正确)

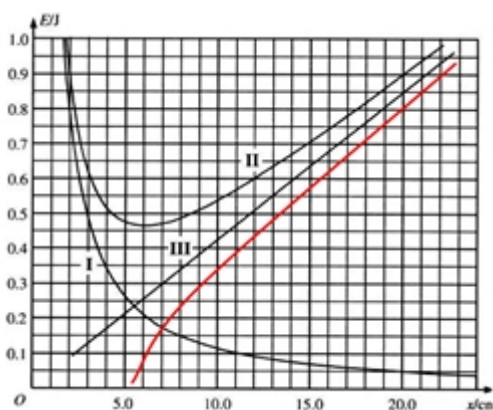
故运动过程中 B 的最大速度为 1.31m/s, 最大位移为 18.0cm.

(3)渐近线 III 表示 B 的重力势能随位置变化关系, 即 $E_{Pg} = mgx \sin \theta = kx$

$$\therefore \sin\theta = \frac{k}{mg}, \text{ 由图读出直线斜率 } k = \frac{0.85 - 0.30}{20.0 - 7.0} = 4.23 \times 10^{-2} (J/cm)$$

$$\theta = \sin^{-1}\left(\frac{k \times 10^2}{mg}\right) = \sin^{-1} \frac{4.23}{0.5 \times 9.8} = 59.7^\circ \text{ (}\theta \text{ 在 } 59^\circ \sim 61^\circ \text{ 间均视为正确) 故导轨的倾角为 } 59.7^\circ.$$

(4)若异名磁极相对放置，A，B 间相互作用势能为负值，总势能如图中红线所示，



【考点定位】能量守恒定律

67.(2012·四川卷)四川省“十二五”水利发展规划指出，若按现有供水能力测算，我省供水缺口极大，蓄引提水是目前解决供水问题的重要手段之一。某地要把河水抽高 20m，进入蓄水池，用一台电动机通过传动效率为 80%的皮带，带动效率为 60%的离心水泵工作。工作电压为 380V，此时输入电动机的电功率为 19kW，电动机的内阻为 0.4Ω 。已知水的密度为 $1 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ ，重力加速度取 10m/s^2 。求：

(1)电动机内阻消耗的热功率；

(2)将蓄水池蓄水 864m^3 的水需要的时间(不计进、出水口的水流速度)。

【答案】(1) $P_r = 1 \times 10^3 \text{W}$ ；(2) $t = 2 \times 10^4 \text{s}$

【解析】(1)设电动机的电功率为 P，则 $P = UI$

设电动机内阻 r 上消耗的热功率为 P_r ，则 $P_r = I^2 r$

代入数据解得 $P_r = 1 \times 10^3 \text{ W}$

(2) 设蓄水总质量为 M ，所用抽水时间为 t 。已知抽水高度为 h ，容积为 V ，水的密度为 ρ ，则 $M = \rho V$

设质量为 M 的河水增加的重力势能为 ΔE_p ，则 $\Delta E_p = Mgh$

设电动机的输出功率为 P_0 ，则 $P_0 = P - P_r$

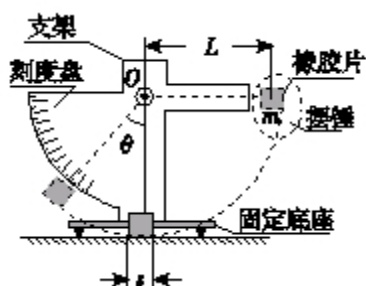
根据能量守恒定律得 $P_0 t \times 60\% \times 80\% = \Delta E_p$

代入数据解得 $t = 2 \times 10^4 \text{ s}$ 。

【考点定位】本题考查电功率、热功率、能量守恒定律及其相关知识

68.(2012·重庆卷)如图所示为一种摆式摩擦因数测量仪，可测量轮胎与地面间动摩擦因数，其主要部件有：底部固定有轮胎橡胶片的摆锤和连接摆锤的轻质细杆。摆锤的质量为 m ，细杆可绕轴 O 在竖直平面内自由转动，摆锤重心到 O 点距离为 L 。测量时，测量仪固定于水平地面，将摆锤从与 O 等高的位置处静止释放。摆锤到最低点附近时，橡胶片紧压地面擦过一小段距离 s ($s < L$)，之后继续摆至与竖直方向成 θ 角的最高位置。若摆锤对地面的压力可视为大小为 F 的恒力，重力加速度为 g ，求

- (1) 摆锤在上述过程中损失的机械能；
- (2) 在上述过程中摩擦力对摆锤所做的功；
- (3) 橡胶片与地面之间的动摩擦因数。



【答案】(1) $mgL\cos\theta$ ；(2) $W_f = -mgL\cos\theta$ ；(3) $\mu = \frac{mgL\cos\theta}{Fs}$

【解析】(1)摆锤在上述过程中动能变化为零，重力势能减小，损失的机械能为减小的重力势能。所以摆锤在上述过程中减小的重力势能为 $mgh = mgL\cos\theta$ 。所以损失的机械能是 $mgL\cos\theta$ ；

(2)上述过程中 $\Delta E = -mgL\cos\theta$ ，根据除了重力以外的力做功量度机械能的变化得在上述过程中摩擦力对摆锤所做的功 $W_f = -mgL\cos\theta$ 。

(3)摆锤对地面的压力可视为大小为 F 的恒力，所以摩擦力 $f = \mu F$ ，

$$W_f = -mgL\cos\theta = -\mu Fs, \quad \mu = \frac{mgL\cos\theta}{Fs}。$$

【考点定位】本题考查功和能之间的关系及其相关知识

69.(2013·北京卷·T23)蹦床比赛分成预备运动和比赛动作。最初，运动员静止站在蹦床上在预备运动阶段，他经过若干次蹦跳，逐渐增加上升高度，最终达到完成比赛动作所需的高度；此后，进入比赛动作阶段。

把蹦床简化为一个竖直放置的轻弹簧，弹力大小 $F=kx$ (x 为床面下沉的距离， k 为常量)。质量 $m=50\text{kg}$ 的运动员静止站在蹦床上，床面下沉 $x_0=0.10\text{m}$ ；在预备运动中，假设运动员所做的总共 W 全部用于其机械能；在比赛动作中，把该运动员视作质点，其每次离开床面做竖直上抛运动的腾空时间均为 $\Delta t=2.0\text{s}$ ，设运动员每次落下使床面压缩的最大深度均为 x_1 。取重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$ ，忽略空气阻力的影响。

(1)求常量 k ，并在图中画出弹力 F 随 x 变化的示意图；

(2)求在比赛动作中，运动员离开床面后上升的最大高度 h_m ；

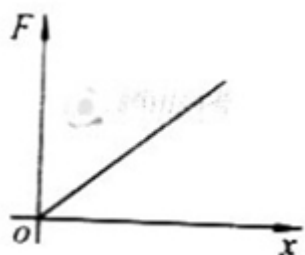
(3)借助 $F-x$ 图像可以确定弹性做功的规律，在此基础上，求 x_1 和 W 的值

【答案】(1) $k=5000\text{N/m}$ (2) 5m (3) $W=2525\text{J}$

【解析】(1)床面下沉 $x_0 = 0.1\text{m}$ 时，运动员受力平衡，

$$\text{有 } mg = kx_0, \text{ 解得 } k = \frac{mg}{x_0} = 5 \times 10^3 \text{ N/m},$$

F-x 图线如图所示。



(2)运动员从 $x=0$ 处离开床面，开始腾空，由运动的对称性知其上升、下落的时间相等，

$$h_m = \frac{1}{2}g\left(\frac{\Delta t}{2}\right)^2, \text{ 解得 } h_m = 5.0\text{m}.$$

(3)参照由速度时间图线求位移的方法可知 F-x 图线下的面积等于弹力做的功，

$$\text{从 } x \text{ 处到 } x=0 \text{ 处，弹力做的功 } W_T = \frac{1}{2}xgkx = \frac{1}{2}kx^2,$$

运动员从 x_1 处上升到最大高度 h_m 的过程，根据动能定理可得

$$\frac{1}{2}kx_1^2 - mg(x_1 + h_m) = 0, \text{ 解得 } x_1 = 1.1\text{m}$$

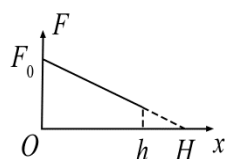
对整个预备运动过程分析，由题设条件以及功和能的关系，有

$$W + \frac{1}{2}kx_0^2 = mg(x_0 + h_m)$$

解得 $W = 2525\text{J}$.

【考点定位】机械能守恒定律，功和能的关系

70.(2016·上海卷·T25)地面上物体在变力 F 作用下由静止开始竖直向上运动，力 F 随高度 x 的变化关系如图所示，物体能上升的最大高度为 h， $h < H$ 。当物体加速度最大时其高度为_____，加速度的最大值为_____。



【答案】0 或 h ; $\frac{gh}{2H-h}$

【解析】据题意，从图可以看出力 F 是均匀减小的，可以得出力 F 随高度 x 的变化关系：

$F = F_0 - kx$ ，而 $k = \frac{F_0}{H}$ ，可以计算出物体到达 h 处时力 $F = F_0 - \frac{F_0}{H}h$ ；物体从地面到 h

处的过程中，力 F 做正功，重力 G 做负功，由动能定理可得： $\bar{F}h = mgh$ ，而

$\bar{F} = \frac{F_0 + F}{2} = F_0 - \frac{F_0}{2H}h$ ，可以计算出： $F_0 = \frac{2mgh}{2H-h}$ ，则物体在初位置加速度为：

$F_0 - mg = ma$ ，计算得： $a = \frac{gh}{2H-h}$ ；当物体运动到 h 处时，加速度为： $mg - F = ma$ ，

而 $F = \frac{2mgh}{2H-h} - \frac{2mgh}{2H-h}$ ，计算处理得： $a = \frac{gh}{2H-h}$ ，即加速度最大的位置是 0 或 h 处。

【考点定位】动能定理、牛顿第二定律

【方法技巧】首先结合图像分析物体从静止上升过程中加速度最大的位置，再通过图像找出变力 F 与高度 x 的关系 $F = F_0 - kx$ ，通过动能定理计算出变力，最后根据牛顿第二定律计算加速度。

71.(2011上海卷)如图，在竖直向下，场强为 E 的匀强电场中，长为 l 的绝缘轻杆可绕固定轴 O 在竖直面内无摩擦转动，两个小球 A 、 B 固定于杆的两端， A 、 B 的质量分别为 m_1 和 m_2 ($m_1 < m_2$)， A 带负电，电量为 q_1 ， B 带正电，电量为 q_2 。杆从静止开始由水平位置转到竖直位置，在此过程中电场力做功_____，在竖直位置处两球的总动能_____。

【答案】 $\frac{(q_1 + q_2)El}{2}$ 、 $\frac{1}{2}[(q_1 + q_2)E + (m_2 - m_1)g]l$

【解析】因为杆及 AB 受力的合力矩为顺时针，所以系统沿顺时针转动到竖直位置，电场力对 A 和 B 都做正功，电场力对 A 、 B 做总功为：

$W = Eq_1 \times \frac{l}{2} + Eq_2 \times \frac{l}{2} = \frac{(q_1 + q_2)El}{2}$ 。在此过程中重力对 A 做正功，对 B 做负功，设

两球总动能为 E_k ，由动能定理得： $\frac{1}{2}(m_2 - m_1)gl + \frac{1}{2}(q_1 + q_2)El = E_k - 0$

所以两球总动能为： $\frac{1}{2}[(q_1 + q_2)E + (m_2 - m_1)g]l$

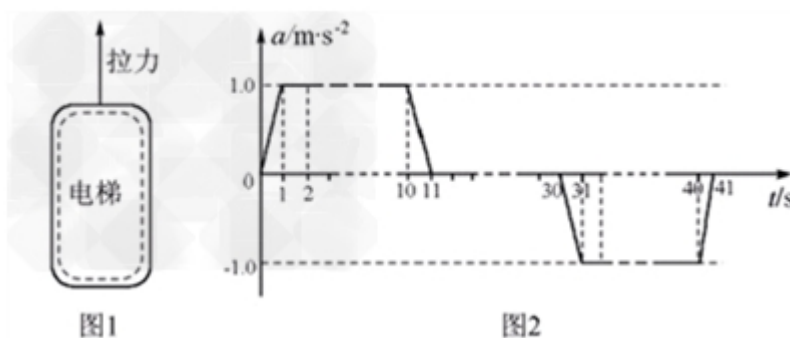
【考点定位】功，动能定理

72.(2012·北京卷·T23)摩天大楼中一部直通高层的客运电梯，行程超过百米.电梯的简化模型如图 1 所示.考虑安全、舒适、省时等因素，电梯的加速度 a 是随时间 t 变化的，已知电梯在 $t=0$ 时由静止开始上升， $a-t$ 图像如图 2 所示.电梯总质量 $m=2.0\times 10^3\text{kg}$.忽略一切阻力，重力加速度 g 取 10m/s^2 .

(1)求电梯在上升过程中受到的最大拉力 F_1 和最小拉力 F_2 ;

(2)类比是一种常用的研究方法.对于直线运动，教科书中讲解了由 $v-t$ 图像求位移的方法.请你借鉴此方法，对比加速度和速度的定义，根据图 2 所示 $a-t$ 图像，求电梯在第 1s 内的速度改变量 Δv_1 和第 2s 末的速率 v_2 ;

(3)求电梯以最大速率上升时，拉力做功的功率 P ；再求在 0—11s 时间内，拉力和重力对电梯所做的总功 W .



【答案】(1) $F_1 = 2.2\times 10^4\text{N}$, $F_2 = 1.8\times 10^4\text{N}$;

(2) $v_2 = 1.5\text{m/s}$; (3) $W = 1.0\times 10^5\text{J}$

【解析】：(1)由牛顿第二定律，有 $F - mg = ma$ ，由 $a-t$ 图象可知， F_1 和 F_2 对应的加速度分别是 $a_1 = 1.0\text{m/s}^2$ ， $a_2 = -1.0\text{m/s}^2$ ，则：

$$F_1 = m(g + a_1) = 2.0\times 10^3 \times (10 + 1.0)\text{N} = 2.2\times 10^4\text{N}$$

$$F_2 = m(g + a_2) = 2.0\times 10^3 \times (10 - 1.0)\text{N} = 1.8\times 10^4\text{N}$$

(2)通过类比可得，电梯的速度变化量等于第 1s 内 $a-t$ 图线下的面积。

$\Delta v_1 = 0.50 \text{ m/s}$,同理可得, $\Delta v_2 = v_2 - v_0 = 1.5 \text{ m/s}$, $v_0 = 0$,第 2s 末的速率 $v_2 = 1.5 \text{ m/s}$ (3)

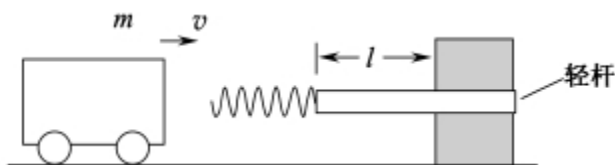
由 $a-t$ 图象可知, 11s~30s 内速率最大, 其值等于 0~11s 内 $a-t$ 图线下的面积, 有 $v_m = 10 \text{ m/s}$, 此时电梯做匀速运动, 拉力 F 等于重力 mg , 所求功率:

$$P = Fv_m = mg \cdot v_m = 2.0 \times 10^3 \times 10 \times 10 \text{ W} = 2.0 \times 10^5 \text{ W}$$

由动能定理, 总功 $W = E_{k2} - E_{k1} = \frac{1}{2}mv_m^2 - 0 = \frac{1}{2} \times 2.0 \times 10^3 \times 10^2 \text{ J} = 1.0 \times 10^5 \text{ J}$.

【考点定位】本题考查了牛顿第二定律和动能定理相关知识

73.(2012·江苏卷)某缓冲装置的理想模型如图所示, 劲度系数足够大的轻质弹簧与轻杆相连, 轻杆可在固定的槽内移动, 与槽间的滑动摩擦力恒为 f 。轻杆向右移动不超过 l 时, 装置可安全工作。一质量为 m 的小车若以速度 v_0 撞击弹簧, 将导致轻杆向右移动 $l/4$ 。轻杆与槽间的最大静摩擦力等于滑动摩擦力, 且不计小车与地面的摩擦.



(1)若弹簧的劲度系数为 k , 求轻杆开始移动时, 弹簧的压缩量 x ;

(2)求为使装置安全工作, 允许该小车撞击的最大速度 v_m ;

(3)讨论在装置安全工作时, 该小车弹回速度 v' 和撞击速度 v 的关系.

【答案】(1) $x = f/k$ (2) $v_m = \sqrt{v_0^2 + \frac{3fl}{2m}}$

(3)当 $v < \sqrt{v_0^2 - \frac{fl}{2m}}$ 时, $v' = v$, 当 $\sqrt{v_0^2 - \frac{fl}{2m}} \leq v \leq \sqrt{v_0^2 + \frac{3fl}{2m}}$ 时, $v' = \sqrt{v_0^2 - \frac{fl}{2m}}$

【解析】(1)轻杆开始移动时, 弹簧的弹力 $F = kx$ ①

且 $F = f$ ②

解得 $x = f/k$ ③

(2)设轻杆移动前小车对弹簧所做的功为 W ，则小车从撞击到停止的过程

中动能定理： $-f\frac{l}{4}-W=0-\frac{1}{2}mv_0^2$ ④

同理，小车以 v_m 撞击弹簧时 $-fl-W=0-\frac{1}{2}mv_m^2$ ⑤

解得 $v_m=\sqrt{v_0^2+\frac{3fl}{2m}}$ ⑥

(3)设轻杆恰好移动时，小车撞击速度为 v_1 则 $\frac{1}{2}mv_1^2=W$ ⑦

由④⑦解得 $v_1=\sqrt{v_0^2-\frac{fl}{2m}}$

当 $v<\sqrt{v_0^2-\frac{fl}{2m}}$ 时， $v'=v$ ，

当 $\sqrt{v_0^2-\frac{fl}{2m}}\leq v\leq\sqrt{v_0^2+\frac{3fl}{2m}}$ 时， $v'=\sqrt{v_0^2-\frac{fl}{2m}}$

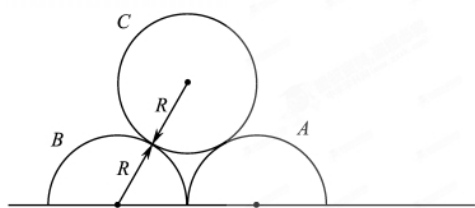
【考点定位】 本题考查动能定理及其相关知识

74.(2017·江苏卷·T14)如图所示，两个半圆柱 A、B 紧靠着静置于水平地面上，其上有一光滑圆柱 C，三者半径均为 R .C 的质量为 m ，A、B 的质量都为 $\frac{m}{2}$ ，与地面的动摩擦因数均为 μ .现用水平向右的力拉 A，使 A 缓慢移动，直至 C 恰好降到地面.整个过程中 B 保持静止.设最大静摩擦力等于滑动摩擦力，重力加速度为 g .求：

(1)未拉 A 时，C 受到 B 作用力的大小 F ；

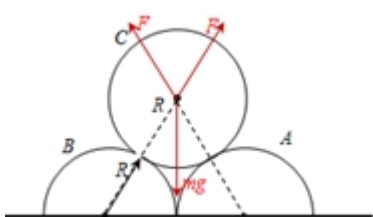
(2)动摩擦因数的最小值 $\mu_{\min}$ ；

(3)A 移动的整个过程中，拉力做的功 W .



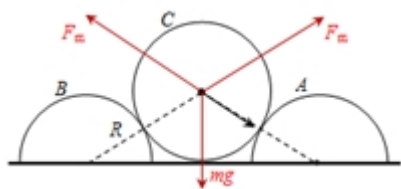
【答案】(1) $F = \frac{\sqrt{3}}{3}mg$ (2) $\mu_{\min} = \frac{\sqrt{3}}{2}$ (3) $W = (2\mu - 1)(\sqrt{3} - 1)mgR$

(1)对 C 受力平衡，如图所示根据平衡条件可得： $2F\cos 30^\circ = mg$ ，



解得 C 受到 B 作用力的大小为： $F = \frac{\sqrt{3}}{3}mg$ ；

(2)C 恰好降落到地面时，B 对 C 支持力最大为 F_m ，如图所示，



则根据力的平衡可得： $2F_m\cos 60^\circ = mg$ ，

解得： $F_m = mg$ ；

所以最大静摩擦力至少为： $f_m = F_m\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}mg$ ，

B 对的地面的压力为： $F_N = m_Bg + \frac{1}{2}m_Cg = mg$

B 受地面的摩擦力为： $f = \mu mg$ ，

根据题意有： $f_m = f$ ，

解得： $\mu = \frac{\sqrt{3}}{2}$ ，所以动摩擦因数的最小值为： $\mu_{\min} = \frac{\sqrt{3}}{2}$

(3) C 下降的高度为： $h = (\sqrt{3} - 1)R$ ，A 的位移为： $x = 2(\sqrt{3} - 1)R$ ，

摩擦力做功的大小为： $W_f = f_x = 2(\sqrt{3} - 1)\mu mgR$ ，

整体根据动能定理有： $W - W_f + mgh = 0$ ，解得： $W = (2\mu - 1)(\sqrt{3} - 1)mgR$ 。

【考点定位】物体的平衡 动能定理

【名师点睛】本题的重点的 C 恰好降落到地面时，B 物体受力的临界状态的分析，此为第二问的关键，也是本题分析的难点。

75.(2018·新课标 I 卷)一质量为 m 的烟花弹获得动能 E 后，从地面竖直升空，当烟花弹上升的速度为零时，弹中火药爆炸将烟花弹炸为质量相等的两部分，两部分获得的动能之和也为 E ，且均沿竖直方向运动。爆炸时间极短，重力加速度大小为 g ，不计空气阻力和火药的质量，求

(1)烟花弹从地面开始上升到弹中火药爆炸所经过的时间；

(2)爆炸后烟花弹向上运动的部分距地面的最大高度

【答案】(1) $t = \frac{1}{g}\sqrt{\frac{2E}{m}}$ ；(2) $h = \frac{2E}{mg}$

【解析】本题主要考查机械能、匀变速直线运动规律、动量守恒定律、能量守恒定律及其相关的知识点，意在考查考生灵活运用相关知识解决实际问题的能力。

(1)设烟花弹上升的初速度为 v_0 ，由题给条件有

$$E = \frac{1}{2}mv_0^2 \quad ①$$

设烟花弹从地面开始上升到火药爆炸所用的时间为 t ，由运动学公式有

$$0 - v_0 = -gt \quad ②$$

联立①②式得

$$t = \frac{1}{g\sqrt{\frac{2E}{m}}} \quad (3)$$

(2) 设爆炸时烟花弹距地面的高度为 h_1 ，由机械能守恒定律有

$$E = mgh_1 \quad (4)$$

火药爆炸后，烟花弹上、下两部分均沿竖直方向运动，设炸后瞬间其速度分别为 v_1 和 v_2 。由题给条件和动量守恒定律有

$$\frac{1}{4}mv_1^2 + \frac{1}{4}mv_2^2 = E \quad (5)$$

$$\frac{1}{2}mv_1 + \frac{1}{2}mv_2 = 0 \quad (6)$$

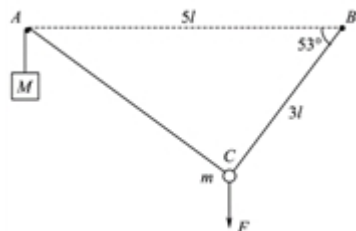
由⑥式知，烟花弹两部分的速度方向相反，向上运动部分做竖直上抛运动。设爆炸后烟花弹上部分继续上升的高度为 h_2 ，由机械能守恒定律有

$$\frac{1}{4}mv_1^2 = \frac{1}{2}mgh_2 \quad (7)$$

联立④⑤⑥⑦式得，烟花弹上部分距地面的最大高度为

$$h = h_1 + h_2 = \frac{2E}{mg} \quad (8)$$

76.(2018·江苏卷)如图所示，钉子 A、B 相距 $5l$ ，处于同一高度。细线的一端系有质量为 M 的小物块，另一端绕过 A 固定于 B。质量为 m 的小球固定在细线上 C 点，B、C 间的线长为 $3l$ 。用手竖直向下拉住小球，使小球和物块都静止，此时 BC 与水平方向的夹角为 53° 。松手后，小球运动到与 A、B 相同高度时的速度恰好为零，然后向下运动。忽略一切摩擦，重力加速度为 g ，取 $\sin 53^\circ = 0.8$ ， $\cos 53^\circ = 0.6$ 。求：



(1) 小球受到手的拉力大小 F ；

(2) 物块和小球的质量之比 $M:m$ ；

(3)小球向下运动到最低点时，物块 M 所受的拉力大小 T.

【答案】(1) $F = \frac{5}{3}Mg - mg$ (2) $\frac{M}{m} = \frac{6}{5}$

(3) $T = \frac{8mMg}{5(m+M)}$ ($T = \frac{48}{55}mg$ 或 $T = \frac{8}{11}Mg$)

【解析】(1)设小球受 AC、BC 的拉力分别为 F_1 、 F_2

$F_1 \sin 53^\circ = F_2 \cos 53^\circ$ $F + mg = F_1 \cos 53^\circ + F_2 \sin 53^\circ$ 且 $F_1 = Mg$

解得 $F = \frac{5}{3}Mg - mg$

(2)小球运动到与 A、B 相同高度过程中

小球上升高度 $h_1 = 3l \sin 53^\circ$ ，物块下降高度 $h_2 = 2l$

机械能守恒定律 $mgh_1 = Mgh_2$

解得 $\frac{M}{m} = \frac{6}{5}$

(3)根据机械能守恒定律，小球回到起始点。设此时 AC 方向的加速度大小为 a，重物受到的拉力为 T

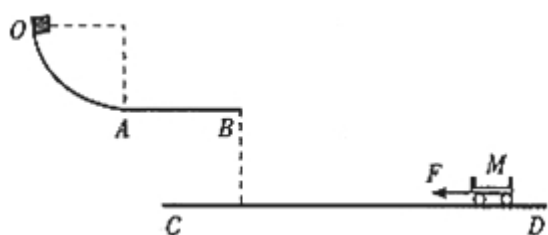
牛顿运动定律 $Mg - T = Ma$ ，小球受 AC 的拉力 $T = T$

牛顿运动定律 $T - mg \cos 53^\circ = ma$

解得 $T = \frac{8mMg}{5(m+M)}$ ($T = \frac{48}{55}mg$ 或 $T = \frac{8}{11}Mg$)

点睛：本题考查力的平衡、机械能守恒定律和牛顿第二定律。解答第(1)时，要先受力分析，建立竖直方向和水平方向的直角坐标系，再根据力的平衡条件列式求解；解答第(2)时，根据初、末状态的特点和运动过程，应用机械能守恒定律求解，要注意利用几何关系求出小球上升的高度与物块下降的高度；解答第(3)时，要注意运动过程分析，弄清小球加速度和物块加速度之间的关系，因小球下落过程做的是圆周运动，当小球运动到最低点时速度刚好为零，所以小球沿 AC 方向的加速度(切向加速度)与物块竖直向下加速度大小相等。

77.(2010·山东卷·T24)如图所示、四分之一圆轨道 OA 与水平轨道 AB 相切，它们与另一水平轨道 CD 在同一竖直面内，圆轨道 OA 的半径 $R=0.45\text{m}$ ，水平轨道 AB 长 $S_1=3\text{m}$ ，OA 与 AB 均光滑。一滑块从 O 点由静止释放，当滑块经过 A 点时，静止在 CD 上的小车在 $F=1.6\text{N}$ 的水平恒力作用下启动，运动一段时间后撤去 F。当小车在 CD 上运动了 $S_2=3.28\text{m}$ 时速度 $v=2.4\text{m/s}$ ，此时滑块恰好落入小车中。已知小车质量 $M=0.2\text{kg}$ ，与 CD 间的动摩擦因数 $\mu=0.4$ 。(取 $g=10\text{m/s}^2$)求



(1)恒力 F 的作用时间 t ; (2)AB 与 CD 的高度差 h 。

【答案】 (1) $t=1\text{s}$ (2) $h=0.8\text{m}$

【解析】

(1)设小车在轨道 CD 上加速的距离为 S ，由动能定理得

$$Fs - \mu Mgs_2 = \frac{1}{2}Mv^2 \quad ①$$

设小车在轨道 CD 上做加速运动时的加速度为 a ，由牛顿运动定律得

$$F - \mu Mg = Ma \quad ②$$

$$s = \frac{1}{2}at^2 \quad ③$$

联立①②③式，代入数据得

$$t = 1\text{s} \quad ④$$

(2)设小车在轨道 CD 上做加速运动的末速度为 v' ，撤去力 F 后小车做减速运动时的加速度为 a' ，减速时间为 t' ，由牛顿运动定律得

$$v' = at \quad ⑤$$

$$-\mu Mg = Ma' \quad (6)$$

$$v = v' + a't' \quad (7)$$

设滑块的质量为 m ，运动到 A 点的速度为 v_A ，由动能定理得

$$MgR = \frac{1}{2}mv_A^2 \quad (8)$$

设滑块由 A 点运动到 B 点的时间为 t 由运动学公式得

$$S_1 = V_A t_1 \quad (9)$$

设滑块做平抛运动的时间为 t_1' ，则

$$t_1' = t + t' - t_1 \quad (10)$$

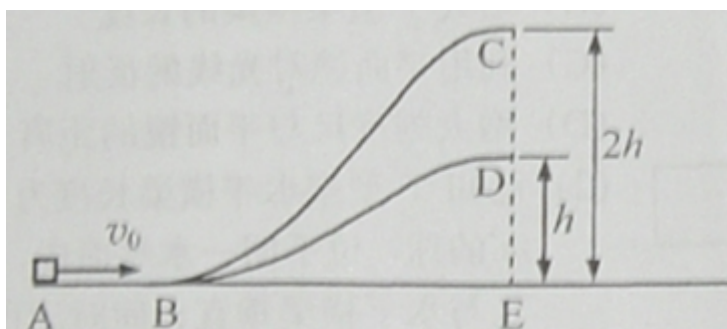
由平抛规律得

$$h = \frac{1}{2}g t_1'^2 \quad (11)$$

联立②④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪式，代入数据得

$$h = 0.8\text{m} \quad (12)$$

78.(2010·上海卷·T30)如图，ABC 和 ABD 为两个光滑固定轨道，A、B、E 在同一水平面，C、D、E 在同一竖直线上，D 点距水平面的高度 h ，C 点高度为 $2h$ ，一滑块从 A 点以初速度 v_0 分别沿两轨道滑行到 C 或 D 处后水平抛出。



(1)求滑块落到水平面时，落点与 E 点间的距离 S_C 和 S_D 。

(2)为实现 $S_C < S_D$ ， v_0 应满足什么条件？

【解析】(1)根据机械能守恒: $\frac{1}{2}mv_0^2 = 2mgh + \frac{1}{2}mv_C^2$, $\frac{1}{2}mv_0^2 = mgh + \frac{1}{2}mv_D^2$

根据平抛运动规律: $2h = \frac{1}{2}gt_c^2$, $h = \frac{1}{2}gt_D^2$

$$S_c = v_c t_c, \quad S_D = v_D t_D$$

$$\text{综合得 } S_c = \sqrt{\frac{4v_0^2 h}{g} - 16h^2}, \quad S_D = \sqrt{\frac{2v_0^2 h}{g} - 4h^2}$$

$$(2)\text{为实现 } S_c < S_D, \text{ 即 } \sqrt{\frac{4v_0^2 h}{g} - 16h^2} < \sqrt{\frac{2v_0^2 h}{g} - 4h^2}, \text{ 得 } v_0 < \sqrt{6gh}$$

但滑块从 A 点以初速度 v_0 分别沿两轨道滑行到 C 或 D 处后水平抛出, 要求

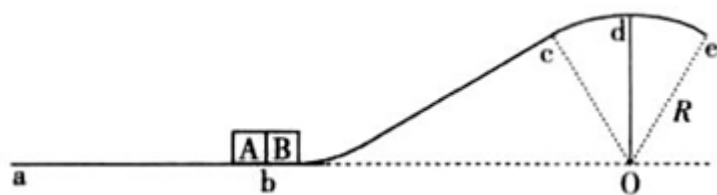
$$v_0 > \sqrt{2gh},$$

$$\text{所以 } \sqrt{2gh} < v_0 < \sqrt{6gh}.$$

本题考查根据机械能守恒和平抛运动规律以及用数学工具处理物理问题的能力。

难度: 难。

79.(2010•广东卷•T35)如图 15 所示, 一条轨道固定在竖直平面内, 粗糙的 ab 段水平, bcde 段光滑, cde 段是以 O 为圆心、R 为半径的一小段圆弧。可视为质点的物块 A 和 B 紧靠在一起, 静止于 b 处, A 的质量是 B 的 3 倍。两物块在足够大的内力作用下突然分离, 分别向左、右始终沿轨道运动。B 到 b 点时速度沿水平方向, 此时轨道对 B 的支持力大小等于 B 所受重力的 $\frac{3}{4}$, A 与 ab 段的动摩擦因数为 μ , 重力加速度 g, 求:



(1)物块 B 在 d 点的速度大小;(2)物块 A 滑行的距离 s。

【解析】(1)B 在 d 点, 根据向心力公式有 $mg - \frac{3}{4}mg = m\frac{v^2}{R}$ 解得 $v = \frac{\sqrt{gR}}{2}$

(2)质点 B 从 b 到 d 的过程中, 机械能守恒, $\therefore \frac{1}{2}mv_0^2 = mgR + \frac{1}{2}mv^2$ ①

质点 A 与 B 分离的过程中, 动量守恒, $\therefore 3mv_A = mv'_B$ ②

A 匀减速直线运动, 用动能定理得, $0 - \frac{1}{2}3mv_A^2 = -\mu 3mgs$ ③

联立①②③, 解得: $s = \frac{R}{8\mu}$

80.(2010·浙江卷·T22)在一次国际城市运动会中, 要求运动员从高为 H 的平台上 A 点由静止出发, 沿着动摩擦因数为 μ 的滑道向下运动到 B 点后水平滑出, 最后落在水池中。设滑道的水平距离为 L, B 点的高度 h 可由运动员自由调节(取 $g=10\text{m/s}^2$)。求:

(1)运动员到达 B 点的速度与高度 h 的关系;

(2)运动员要达到最大水平运动距离, B 点的高度 h 应调为多大? 对应的最大水平距离 $S_{\max}$ 为多少?

(3)若图中 $H=4\text{m}$, $L=5\text{m}$, 动摩擦因数 $\mu=0.2$, 则水平运动距离要达到 7m, h 值应为多少?

【解析】本题是直线运动与平抛运动的组合问题, 主要考查考生对动能定理、平抛运动知识的掌握及利用数学知识处理物理问题的能力。

解: (1)设斜面长度 L_1 , 斜面倾角为 α , 根据动能定理得

$$mg(H-h) - \mu mgL_1 \cos \alpha = \frac{1}{2}mv_0^2 \quad \text{①}$$

$$\text{即 } mg(H-h) = \mu mgL + \frac{1}{2}mv_0^2 \quad \text{②}$$

$$v_0 = \sqrt{2g(H-h-\mu L)} \quad \text{③}$$

(2)根据平抛运动公式

$$x = v_0 t \quad \text{④}$$

$$h = \frac{1}{2} g t^2 \quad \text{⑤}$$

$$\text{由③④⑤式得 } x = 2\sqrt{(H - \mu L - h)} \quad \text{⑥}$$

由⑥式可得，当

$$h = \frac{1}{2}(H - \mu L)$$

$$S_{Max} = L + H - \mu L$$

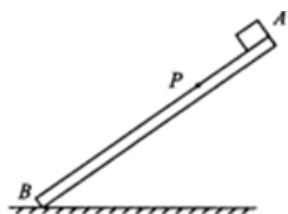
(3)在⑥式中令 $x=2\text{m}, H=4\text{m}, L=5\text{m}, \mu=0.2$

则可得到： $-h^2 + 3h - 1 = 0$

$$\text{求出 } h_1 = \frac{3 + \sqrt{5}}{2} = 2.62(\text{m}) \quad h_2 = \frac{3 - \sqrt{5}}{2} = 0.38(\text{m})$$

【方法提炼】解决多过程问题，首先要根据运动性质的不同将整个过程分成不同阶段，在每一阶段中选用合适的规律列方程，最后再对全过程综合考虑。在解决的过程中要特别注意在不同阶段的转折点物体运动的速度方向及满足的临界条件等。熟练运用数学知识是解决本题后两问的关键。

81.(2010·江苏卷·T8)如图所示，平直木板 AB 倾斜放置，板上的 P 点距 A 端较近，小物块与木板间的动摩擦因数由 A 到 B 逐渐减小，先让物块从 A 由静止开始滑到 B。然后，将 A 着地，抬高 B，使木板的倾角与前一过程相同，再让物块从 B 由静止开始滑到 A。上述两过程相比较，下列说法中一定正确的有



A.物块经过 P 点的动能，前一过程较小

B.物块从顶端滑到 P 点的过程中因摩擦产生的热量，前一过程较少

C.物块滑到底端的速度，前一过程较大

D.物块从顶端滑到底端的时间，前一过程较长

【答案】AD

【解析】

加速度 $a = g \sin \theta - \mu g \cos \theta$ ，开始， $\mu_1 > \mu_2$ ，所以 $a_1 < a_2$ (下标为 1 表示前一过程，下标为 2 表示后一过程)，前一过程， μ 逐渐减小， a 逐渐增大；后一过程， μ 逐渐增大， a 逐渐减小，

A. 根据 $v^2 = 2as$ ， $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ ，因 s 较小，所以 $\mu_1 > \mu_2$ ， $a_1 < a_2$ ，得物块经过 P 点的动能，前一过程较小，故 A 正确；

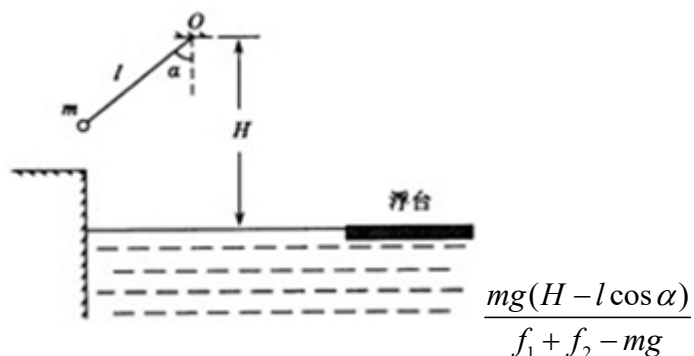
B. 根据 $Q = \mu mg \cos \theta \cdot s$ ，因为 $\mu_1 > \mu_2$ ，所以，物块从顶端滑到 P 点的过程中因摩擦产生的热量，前一过程较多，故 B 错误；

C. 根据 $\frac{1}{2}mv^2 = mgh - \mu mg \cos \theta \cdot S$ ，因 S 为全部木板长，物块滑到底端的速度，应该一样大，故 C 错误，

D. 因为前一过程，加速度先小后大，后一过程，加速度先大后小，物块从顶端滑到底端的时间，前一过程较长，故 D 正确；

本题选 AD。本题考查力的分析，功，动能定理等，分析和综合能力。

82.(2010·江苏卷·T14)在游乐节目中，选手需要借助悬挂在高处的绳飞越到水面的浮台上，小明和小阳观看后对此进行了讨论。如图所示，他们将选手简化为质量 $m = 60 \text{ kg}$ 的指点，选手抓住绳由静止开始摆动，此事绳与竖直方向夹角 $\alpha = 53^\circ$ ，绳的悬挂点 O 距水面的高度为 $H = 3 \text{ m}$ 。不考虑空气阻力和绳的质量，浮台露出水面的高度不计，水足够深。取中立加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$ ， $\sin 53^\circ = 0.8$ ， $\cos 53^\circ = 0.6$ 。



- (1)求选手摆到最低点时对绳拉力的大小 F ；
- (2)若绳长 $l=2\text{m}$ ，选手摆到最高点时松手落入水中。设水碓选手的平均浮力 $f_1=800\text{N}$ ，平均阻力 $f_2=700\text{N}$ ，求选手落入水中的深度 d ；
- (3)若选手摆到最低点时松手，小明认为绳越长，在浮台上的落点距岸边越远；小阳认为绳越短，落点距岸边越远，请通过推算说明你的观点。

【答案】(1) 1080 (2) 1.2m (3) 如解析

【解析】(1)机械能守恒 $mg l(1 - \cos \alpha) = \frac{1}{2}mv^2$ ①

圆周运动 $F' - mg = m \frac{v^2}{l}$

解得 $F' = (3 - 2\cos \alpha)mg$

人对绳的拉力 $F = F'$

则 $F = 1080\text{N}$

(2)动能定理 $mg(H - l\cos \alpha + d) - (f_1 + f_2)d = 0$

则 $d = \frac{mg(H - l\cos \alpha)}{f_1 + f_2 - mg}$

解得 $d = 1.2\text{m}$ ；

(3)选手从最低点开始做平抛运动 $x = vt$

$H - l = \frac{1}{2}gt^2$

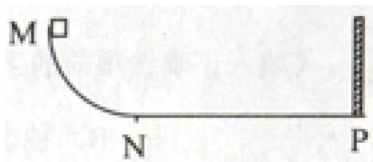
且有①式

$$\text{解得 } x = 2\sqrt{l(H-l)(1-\cos\alpha)}$$

当 $l = \frac{H}{2}$ 时, x 有最大值, 解得 $l = 1.5\text{m}$

因此, 两人的看法均不正确, 当绳长越接近 1.5m 时, 落点距岸边越远。

83.(2010·全国 II 卷·T24)如图, MNP 为竖直面内一固定轨道, 其圆弧段 MN 与水平段 NP 相切于 N、P 端固定一竖直挡板。M 相对于 N 的高度为 h , NP 长度为 s 。一木块自 M 端从静止开始沿轨道下滑, 与挡板发生一次完全弹性碰撞后停止在水平轨道上某处。若在 MN 段的摩擦可忽略不计, 物块与 NP 段轨道间的滑动摩擦因数为 μ , 求物块停止的地方与 N 点距离的可能值。



【答案】物块停止的位置距 N 的距离可能为 $2s - \frac{h}{\mu}$ 或 $\frac{h}{\mu} - 2s$

【解析】

根据功能原理, 在物块从开始下滑到停止在水平轨道上的过程中, 物块的重力势能的减少 ΔE_p 与物块克服摩擦力所做功的数值相等。

$$\Delta E_p = W \quad \text{①}$$

设物块的质量为 m , 在水平轨道上滑行的总路程为 s' , 则

$$\Delta E_p = mgh \quad \text{②}$$

$$W = \mu mgs' \quad \text{③}$$

连立①②③化简得

$$s' = \frac{h}{\mu} \quad (4)$$

第一种可能是：物块与弹性挡板碰撞后，在 N 前停止，则物块停止的位置距 N 的距离为

$$d = 2s - s' = 2s - \frac{h}{\mu} \quad (5)$$

第一种可能是：物块与弹性挡板碰撞后，可再一次滑上光滑圆弧轨道，滑下后在水平轨道上停止，则物块停止的位置距 N 的距离为

$$d = s' - 2s = \frac{h}{\mu} - 2s \quad (6)$$

所以物块停止的位置距 N 的距离可能为 $2s - \frac{h}{\mu}$ 或 $\frac{h}{\mu} - 2s$ 。