## 重力势能

## 知识点：重力势能

一、重力做的功

1.重力所做的功*W*G＝*mg*Δ*h*，Δ*h*指初位置与末位置的高度差.

2.重力做功的特点：物体运动时，重力对它做的功只跟它的起点和终点的位置有关，而跟物体运动的路径无关.

二、重力势能

1.重力势能.

(1)表达式：*E*p＝*mgh*.

(2)单位：焦耳；符号：J.

2.重力做功与重力势能之间的关系：*W*G＝*E*p1－*E*p2.

(1)当物体由高处运动到低处时，重力做正功，重力势能减小；即*W*G＞0，*E*p1＞*E*p2.

(2)当物体由低处运动到高处时，重力做负功，重力势能增加；即*W*G＜0，*E*p1＜*E*p2.

3.重力势能的系统性

重力势能是地球与物体所组成的“系统”所共有的，而不是地球上的物体单独具有的.

三、重力势能的相对性

1.参考平面：物体的重力势能总是相对于某一水平面来说的，这个水平面叫作参考平面，在参考平面上物体的重力势能取为0.

2.重力势能的相对性：*E*p＝*mgh*中的*h*是物体重心相对参考平面的高度.选择不同的参考平面，物体重力势能的数值是不同的，但重力势能的差值相同.(后两空选填“相同”或“不同”)

3.物体在参考平面上方，重力势能为正值；物体在参考平面下方，重力势能为负值.

四、弹性势能

1.定义：发生弹性形变的物体的各部分之间，由于有弹力的相互作用而具有的势能，叫弹性势能.

2.影响弹性势能的因素

(1)弹性势能跟形变大小有关：同一弹簧，形变大小越大，弹簧的弹性势能就越大.

(2)弹性势能跟劲度系数有关：不同的弹簧发生同样大小的形变，劲度系数越大，弹性势能越大.

3.势能也叫位能，与相互作用的物体的相对位置有关.重力势能是由地球和地面上物体的相对位置决定的，弹性势能是由发生弹性形变的物体各部分的相对位置决定的.

## 技巧点拨

一、重力做的功

1.重力做功大小只与重力和物体高度变化有关，与受到的其他力及运动状态均无关.

2.物体下降时重力做正功，物体上升时重力做负功.

3.重力做功的特点可推广到任一恒力的功，即恒力做功的特点是：与具体路径无关，而跟初、末位置有关.

**方法总结**

计算重力做功时，找出初、末位置的高度差*h*，直接利用公式*W*G＝*mgh*即可，无需考虑中间的复杂运动过程.

二、重力势能

1.重力做功与重力势能变化的关系

*W*G＝*E*p1－*E*p2＝－Δ*E*p

(1)当物体由高处运动到低处时，重力做正功，重力势能减少，重力势能的减少量等于重力所做的功.

(2)当物体由低处运动到高处时，重力做负功(物体克服重力做功)，重力势能增加，重力势能的增加量等于物体克服重力所做的功.

2.重力势能的相对性

物体的重力势能总是相对于某一水平参考面，选不同的参考面，物体重力势能的数值是不同的.故在计算重力势能时，必须首先选取参考平面.

注意：参考平面的选择具有任意性，但重力势能的变化量具有绝对性，即物体的重力势能的变化量与参考平面的选取无关.

**总结提升**

重力势能变化多少是由重力做功的多少来度量的，与物体除重力外是否还受其他力作用以及除重力做功外是否还有其他力做功等因素均无关

三、弹性势能

1.对弹性势能的理解

(1)弹性势能的产生原因

(2)(弹簧)弹性势能的影响因素

2.弹力做功与弹性势能变化的关系

(1)关系：弹力做正功时，弹性势能减少，弹力做负功时，弹性势能增加，并且弹力做多少功，弹性势能就减少多少.

(2)表达式：*W*弹＝－Δ*E*p＝*E*p1－*E*p2.

3.注意：(1)弹力做功和重力做功一样，也和路径无关，弹性势能的变化只与弹力做功有关.

(2)一般地来说，弹簧为原长时弹性势能为零，所以弹簧伸长时和弹簧压缩时弹性势能都增加，且伸长量和压缩量相同时，弹性势能相同.

## 例题精练

1．（雨花台区校级期中）已知一个物体在运动过程中克服重力做功80J，则（　　）

A．物体的重力势能一定增加80J

B．物体的机械能一定增加80J

C．物体的动能一定减少80J

D．物体的机械能一定减少80J

【分析】重力做正功重力势能减小，重力做负功，重力势能增加；根据动能定理判断动能变化情况，依据除重力和系统内弹力之外的力做功，来判定机械能的变化．

【解答】解：A、在运动过程中，物体克服重力做功80J，说明重力势能一定增加了80J，故A正确；

BD、在运动过程中，若只有重力做功，则物体的机械能不变，若除重力之外还有力做功，则机械能是否变化不能确定，故BD错误；

C、根据动能定理，合力做功等于动能的增加量，由于不知道重力以外的力的做功情况，故无法判断动能改变情况，故C错误。

故选：A。

【点评】本题关键是记住两个功能关系：重力势能的变化等于克服重力做的功，动能的变化等于合力做的功．

2．（重庆模拟）一质量为m的物块仅在重力作用下运动，物块位于r1和r2时的重力势能分别为3E0和E0（E0＞0）。若物块位于r1时速度为0，则位于r2时其速度大小为（　　）

A．2菁优网-jyeoo B．菁优网-jyeoo C．2菁优网-jyeoo D．4菁优网-jyeoo

【分析】物块仅在重力作用下运动，已知初末状态重力势能和初状态动能，可根据机械能守恒求解。

【解答】解：物块仅在重力作用下运动，根据机械能守恒E1＝E2，初末状态已知，得3E0+0＝E0+菁优网-jyeoo，解得位于r2时其速度大小v＝2菁优网-jyeoo，故A正确，BCD错误；

故选：A。

【点评】本题考查机械能守恒，要掌握机械能守恒的条件，明确初末状态。

## 随堂练习

1．（秦都区校级月考）关于重力势能，下列说法中正确的是（　　）

A．物体的位置一旦确定，它的重力势能的大小也随之确定

B．物体与零势能面的距离越大，它的重力势能也越大

C．一个物体的重力势能从﹣3 J变化到﹣5 J，重力势能增大了

D．重力势能的减少量等于重力对物体做的功

【分析】物体由于被举高而具有的能叫做重力势能，重力势能Ep＝mgh，h为相对于零势能面的高度差；重力势能的大小与质量和高度两个因素有关。重力做功等于重力势能的改变量。

【解答】解：A、重力势能具有相对性，某个物体处于某个位置，相对不同的参考平面具有不同的重力势能，故A错误；

B、重力势能Ep＝mgh，h为相对于零势能面的高度差；重力势能的大小与质量和高度两个因素有关，故只有高度大不能说明重力势能大；故B错误

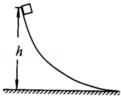
C、一个物体的重力势能从﹣3 J变化到﹣5 J，说明物体的高度减小，故重力势能减小了，故C错误；

D、由重力做功与重力势能变化的关系，可知重力势能的减少量等于重力对物体做的功，故D正确。

故选：D。

【点评】本题考查了重力势能的概念以及影响重力势能大小的两个因素，分析重力势能变化时，可以根据重力做功情况进行分析。

2．（通州区校级一模）如图所示，高h＝2m的曲面固定不动．一个质量为1kg的物体，由静止开始从曲面的顶点滑下，滑到底端时的速度大小为4m/s．g取10m/s2．在此过程中，下列说法正确的是（　　）



A．物体的动能减少了8J

B．物体的重力势能增加了20J

C．物体的机械能保持不变

D．物体的机械能减少了12J

【分析】由速度可求得初末状态的动能，则可求得动能的改变量；由动能定理可求得合外力做的功；则可判断是否有阻力做功，即可判断机械能是否守恒．

【解答】解；A、动能的改变为菁优网-jyeoomv2＝菁优网-jyeoo×1×16＝8J，故动能增加了8J，故A错误；

B、重力做功W＝mgh＝1×10×2J＝20J，故重力势能减小20J，故B错误；

C、重力势能的减小量大于动能的增加量，故说明机械能不守恒；故C错误；

D、机械能的减小量为20J﹣8J＝12J，故D正确；

故选：D。

【点评】本题考查功能关系，应明确阻力做功等于机械能的减小量，重力做功等于重力势能的改变量．

3．（宝山区校级月考）下列说法正确的是（　　）

A．重力势能为0的物体不能对外做功

B．动能为0的物体不能对外做功

C．重力势能的计算需要确定参考平面

D．重力做功的计算需要确定参考平面

【分析】零势能面的选取不同则物体的重力势能不同；重力做功WG＝mgh，其中h为初、末位置的高度差。

【解答】解：A、重力势能的大小是相对于零势能面的高度决定的，重力势能为零只能说明物体处于零势能面上，它对下方的物体同样可以做功，故A错误；

B、动能为0的物体也可能具有重力势能，同样可以对外做功，故B错误；

C、重力势能的计算需要首先确定参考平面，选择不同的参考平面，物体重力势能的数值是不同的，故C正确；

D、重力做功只与物体的初末位置的高度差和重力大小有关，它的计算不需要确定参考平面，故D错误。

故选：C。

【点评】知道重力势能的值与零势能面的选取有关，而重力做功与零势能面的选取无关，只与物体的初末位置的高度差和重力大小有关。

4．（兴庆区月考）关于重力势能，下列说法中正确的是（　　）

A．物体的位置一旦确定，它的重力势能的大小也随之确定

B．物体与零势能面的距离越大，它的重力势能就越大

C．一个物体的重力势能从﹣5J变化到﹣3J，重力势能变大了

D．重力势能的变化量等于重力对物体做的功

【分析】重力势能Ep＝mgh，其中h为相对于零势能面的高度差；重力做正功重力势能减少，重力做负功重力势能增加。

【解答】解：A、重力势能与重物的重量、高度等有关，具有相对性，重力势能的大小是相对于零势能面的，故A错误；

B、重力势能Ep＝mgh，h为相对于零势能面的高度差；如果物体在零势能面的下方，与零势能面的距离越大，其重力势能越小，故B错误；

C、重力势能是标量，其负值表示重力势能低于零势面；一个物体的重力势能从﹣5J变化到﹣3J，重力势能增加了，故C正确；

D、由重力做功与重力势能变化的关系，可知重力势能的减少量等于重力对物体做的功，故D错误。

故选：C。

【点评】本题考查了重力势能的概念以及影响重力势能大小的两个因素，分析重力势能变化时，可以根据重力做功情况进行分析；特别留意重力势能的相对性。

# 综合练习

**一．选择题（共15小题）**

1．（辽阳期中）重为1N的小球，在空中下落了2m的高度后到达地面，下列说法正确的是（　　）

A．小球的重力势能一定增加了2J

B．小球刚下落时候的重力势能一定是2J

C．小球落地时的重力势能一定是0

D．重力对小球做的功一定是2J

【分析】根据W＝mgh求重力对小球做的功，再分析重力势能的变化。重力做的功等于重力势能的减少量，但重力势能的值与参考平面选择有关，没有选择参考平面，就不能确定小球的重力势能。

【解答】解：AD、重力对小球做的功为 W＝Gh＝1×2J＝2J，重力对小球做了2J的正功，则小球的重力势能一定减少了2J，故A错误，D正确。

BC、小球的重力势能减少了2J，由于没有选择参考平面，所以不能确定小球的重力势能，故BC错误。

故选：D。

【点评】解决本题时要知道重力做功与初末位置的高度差有关，与路径无关。要知道重力做的功等于重力势能的减少量，而重力势能的值与参考平面选择有关。

2．（烟台期中）关于弹性势能，下列说法正确的是（　　）

A．只要发生形变，物体就具有弹性势能

B．某一弹簧的长度越长，其弹性势能就越大

C．在弹性限度内，弹簧的弹性势能大小与弹簧形变量有关

D．弹簧的弹力做正功，其弹性势能增加

【分析】弹簧的弹性势能是由于弹簧发生弹性形变而具有的势能，与弹簧的形变量大小有关，与劲度系数有关，与其他因素无关，弹簧的弹力做正功，其弹性势能减小，弹簧的弹力做负功，其弹性势能增加。

【解答】解：A、只有发生弹性形变，物体才具有弹性势能，不是所有的形变都有弹性势能，故A错误；

B、某一弹簧的长度越长，如果仍在弹性形变范围，则弹性势能就越大，但如果超出了弹性形变范围，则弹性势能不会越大，故B错误；

C、在弹性限度内，弹性势能EP＝菁优网-jyeook△x2，即弹性形变越大，弹性势能越大，故C正确；

D、弹簧的弹力做正功，其弹性势能减小，故D错误。

故选：C。

【点评】本题也可以根据弹簧的弹性势能公式EP＝菁优网-jyeook△x2结合功能关系分析求解，k是劲度系数，x是弹簧的形变量。

3．（东海县期中）下列说法正确的是（　　）

A．功有正负，因此功是矢量

B．弹簧的弹性势能只跟弹簧的形变量有关

C．物体与零势能面的距离越大，它的重力势能也越大

D．物体的重力势能从﹣5J变化到﹣3J，重力势能变大了

【分析】功是标量，它的单位是焦耳；弹簧的弹性势能与形变量和劲度系数都有关；物体由于被举高而具有的能叫做重力势能，重力势能是相对的，与零势能面的选择有关，而重力势能的变化量是绝对的，与零势能面的选取无关。

【解答】解：A、功有正负，但没有方向，功是标量，故A错误。

B、弹簧的弹性势能不仅和形变量有关，还和劲度系数有关，故B错误。

C、重力势能的表达式EP＝mgh，若物体在零势能面的上方，重力势能为正值，物体与零势能面的距离越大，它的重力势能也越大；若物体在零势能面的下方，重力势能为负值，物体与零势能面的距离越大，它的重力势能则越小，故C错误。

D、重力势能是标量，一个物体的重力势能从﹣5J变化到﹣3J，重力势能增大了，故D正确。

故选：D。

【点评】本题考查了重力势能的概念以及影响重力势能和弹性势能大小的因素，分析重力势能变化时，注意重力势能为标量。

4．（金山区二模）一中学生从二楼走到一楼，其重力势能减少了近（　　）

A．10J B．1×102J C．1×103J D．1×104J

【分析】分析一个中学生可能的重量以及一层楼的高度，根据△Ep＝mg△h分析其重力势能的减小量。

【解答】解：一名中学生约50kg，二楼到一楼的高度约3m，所以一中学生从二楼走到一楼，其重力势能的减少量为：菁优网-jyeooJ，故C正确，ABD错误。

故选：C。

【点评】解决该题的关键是明确知道一名中学生的体重以及一层楼的高度，熟记重力势能的求解公式。

5．（渭南月考）以10m/s的初速度水平抛出一个质量为2kg的小球（可视为质点），小球落地时的速度与水平方向成45°角，以地面为重力势能零参考面，则小球的速度与水平方向成30°角时的重力势能为（不计空气阻力，取g＝10m/s2）（　　）

A．25J B．菁优网-jyeoo C．75J D．菁优网-jyeoo

【分析】物体做平抛运动，竖直方向做自由落体运动，根据速度的合成与分解求得竖直方向的速度，即可求得下降的高度，利用Ep＝mgh求得具有的重力势能。

【解答】解：小球落地时的速度与水平方向成45°角，竖直方向的速度为：vy＝v0tan45°＝10m/s

下降的高度为：h＝菁优网-jyeoo

小球的速度与水平方向成30°角时小球竖直方向的速度为：菁优网-jyeoo

下降的高度为：菁优网-jyeoo

此时距地面的高度为：菁优网-jyeoo

物体具有的重力势能为：菁优网-jyeoo，故ACD错误，B正确；

故选：B。

【点评】本题关键是明确小球做平抛运动，采用正交分解法，先求解竖直方向分运动速度，再合运动学公式求得竖直位移即可。

6．（淇滨区校级月考）关于弹簧的弹性势能，下列说法中正确的是（　　）

A．当弹簧变长时，它的弹性势能一定增大

B．当弹簧变短时，它的弹性势能一定变小

C．在拉伸长度相同时，k越大的弹簧，它的弹性势能越大

D．弹性势能是弹簧和使它发生形变的物体所共有的

【分析】根据胡克定律F＝kx和弹性势能的表达式EP＝菁优网-jyeoo，可知弹力与弹簧的形变量成正比，弹性势能与弹簧的形变量的平方成正比。

【解答】解：A、当弹簧变长时，它的弹性势能不一定增大，若弹簧处于压缩状态时，弹簧的弹性势能减小，故A错误；

B、若处于压缩状态时，弹簧变短时，弹簧的弹性势能增大，故B错误；

C、由EP＝菁优网-jyeookx2得知，在拉伸长度相同时，k越大的弹簧，它的弹性势能越大，故C正确；

D、弹性势能是弹簧具有的，与使它发生形变的物体无关，故D错误；

故选：C。

【点评】本题要记住胡克定律F＝kx和弹性势能的表达式EP＝菁优网-jyeoo即可，但是高中阶段关于弹性势能的表达式不要求用来进行运算，主要用来定性讨论。

7．（南关区校级期中）蹦蹦杆是最近两年逐渐流行的运动器具，其主要结构是在一硬直杆上套一劲度系数较大的弹簧，弹簧的下端与直杆的下端固定而弹簧的上端固定一踩踏板。如图所示，小明正在玩蹦蹦杆。在小明将蹦蹦杆中的弹簧向下压缩的过程中，小明的重力势能、弹簧的弹性势能的变化情况是（　　）



A．重力势能减小，弹性势能增大

B．重力势能增大，弹性势能减小

C．重力势能减小，弹性势能减小

D．重力势能不变，弹性势能增大

【分析】重力势能的变化可根据重力做功判断；

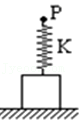
弹性势能的变化可根据弹簧的形变量的变化判断。

【解答】解：在小明将蹦蹦杆中的弹簧向下压缩的过程中，重力做正功，则小朋友的重力势能减少。弹簧的形变量增大，其弹性势能增加，故A正确，BCD错误。

故选：A。

【点评】解决本题的关键要掌握重力做功与重力势能变化的关系、弹性势能与弹簧的形变量的关系。

8．（未央区校级期末）如图所示，质量为m的物体，放于水平面上，物体上竖直固定一原长为L、劲度系数为k的轻质弹簧。现用手拉住弹簧上端P缓慢向上提，使物体离开地面上升一段距离。在这一过程中，若P端上移的距离为H，则物体重力势能的增加量为（　　）



A．mgH B．mgH+菁优网-jyeoo

C．mgH﹣菁优网-jyeoo D．mgH﹣菁优网-jyeoo

【分析】先根据胡克定律求出在上升过程中弹簧的伸长量，再求出物体上升的高度，即可求出物体重力势能的增加量。

【解答】解：物体在向上的运动过程中弹簧的伸长量为：

x＝菁优网-jyeoo

则物体上升的高度为：

h＝H﹣x＝H﹣菁优网-jyeoo

则物体重力势能的增加量为：

△Ep＝mgh＝mg（H﹣菁优网-jyeoo）＝mgH﹣菁优网-jyeoo

故选：C。

【点评】本题的关键要能够通过问题情境，根据几何关系求分析物体上升的高度，要注意物体上升的高度与弹簧伸长量是不同的。

9．（石首市校级月考）如图所示，质量为M的物体放在水平地面上，物体上方安装一劲度系数为k的轻弹簧，在弹簧处于原长时，用手拉着其上端P点缓慢地向上移动，直到物体脱离地面向上移动一段距离，在这一过程中，P点的位移为H，则物体重力势能的增加量（　　）

菁优网：http://www.jyeoo.com

A．等于MgH B．小于MgH C．大于MgH D．无法确定

【分析】知道手拉着弹簧上端P点缓慢向上移动，可以看成物体是处于平衡状态．

根据胡克定律求出弹簧的形变量，再求出物体上升的高度．

【解答】解：手拉着弹簧上端P点缓慢向上移动，可以看成物体是处于平衡状态。

根据胡克定律得：

弹簧的伸长量：菁优网-jyeoo

在这一过程中，P点的位移是H。

所以物体上升的高度为：△H＝菁优网-jyeoo

所以物体重力势能的增加量为：菁优网-jyeoo＜MgH

故选：B。

【点评】能够通过问题情境分析找出一些条件，分清P点的位移和物体的位移关系．

10．（巧家县校级期末）在探究弹簧的弹性势能的表达式时，下面的猜想有一定道理的是（　　）

A．重力势能与物体离地面的高度有关，弹性势能与弹簧的伸长量有关，重力势能与重力的大小有关，弹性势能可能与弹力的大小有关，而弹力的大小又与弹簧的劲度系数k有关，因此弹性势能可能与弹簧的劲度系数k和弹簧的伸长量的二次方x2有关

B．A选项中的猜想有一定道理，但不应该与x2有关，而应该是与x3有关

C．A选项中的猜想有一定道理，但应该是与弹簧伸长量的一次方，即x有关

D．上面三个猜想都没有可能性

【分析】结合重力势能的影响因素，推测弹簧的弹力与弹簧的劲度系数和形变量有关，即可判断。

【解答】解：重力势能与物体距地面的高度有关，弹性势能与弹簧的伸长量x有关；重力势能与重力的大小有关，弹性势能可能与弹力的大小有关，而弹力的大小与弹簧的劲度系数有关，弹力的大小还与弹簧的形变量有关，因此，弹簧的弹性势能可能与弹簧的劲度系数和弹簧的伸长量的二次方x2有关，故A正确，BCD错误。

故选：A。

【点评】本题考查了类比方法的基本运用，通过重力势能与物体重力和被举起的高度有关，得出弹簧的弹性势能可能与哪些因素有关。

11．（秦州区校级期末）下列关于重力势能的说法中正确的是（　　）

A．重力势能是地球和物体共同具有的，而不是物体单独具有的

B．重力势能的大小与零势能面的选择无关

C．重力势能等于零的物体，不可能对别的物体做功

D．在地面上方的物体，它的重力势能不可能小于零

【分析】重力势能大小的影响因素：质量和高度，所选的零势能面，重力势能是地球和物体共同具有的。

【解答】解：A、根据重力势能的定义可以知道，重力势能是地球和物体共同具有的，而不是物体单独具有的。故A正确。

B、重力势能的大小与零势能面的选择有关，故B错误；

C、物体的重力势能与所选的零势能面有关，重力势能等于零的物体，高度也可以很高，可能对别的物体做功。故C错误。

D、物体的重力势能与所选的零势能面有关，当不取地面为零势能面时，它的重力势能可能小于零，故D错误。

故选：A。

【点评】本题考查了重力势能的概念，一定要注意物体的重力势能与所选的零势能面有关，重力势能是相对的。

12．（辉南县校级月考）关于弹簧的弹性势能，下列说法正确的是（　　）

A．当弹簧变长时，它的弹性势能一定增大

B．弹簧在拉伸时的弹性势能一定大于压缩时的弹性势能

C．同一弹簧，在弹性限度内，形变量越大，弹性势能越大

D．弹性势能的大小与使弹簧发生形变的物体质量有关

【分析】对于弹簧，当弹簧形变量越大，弹性势能越大。在拉伸长度相同时，k越大的弹簧，它的弹性势能越大。在拉伸长度相同时，k越大的弹簧，它的弹性势能越大。

【解答】解：A、当弹簧变长时，它的弹性势能不一定增大，若弹簧处于压缩状态时，弹簧的弹性势能减小。故A错误。

B、弹簧的弹性势能与弹簧的形变量有关，弹簧在拉伸时的弹性势能不一定大于压缩时的弹性势能。故B错误。

CD、由EP＝菁优网-jyeookx2得知，在拉伸长度相同时，k越大的弹簧，它的弹性势能越大。弹性势能的大小与使弹簧发生形变的物体质量无关，故C正确，D错误。

故选：C。

【点评】本题考查对弹簧弹性势能的理解，掌握弹簧的弹性势能公式EP＝菁优网-jyeookx2就能轻松解答。

13．（湖南期末）关于功与能，下列说法正确的是（　　）

A．在某一过程中，物体的重力势能的变化量与零势能参考平面的选取有关

B．若弹簧被拉伸后的弹性势能为正值，则弹簧被压缩后的弹性势能为负值

C．物体从定点A运动到定点B，重力对物体所做的功，与物体所受的其它力有关

D．作用力F与反作用力F′可能都做正功

【分析】重力势能的大小与零势能的选取有关，但重力势能的变化与零势能的选取无关。弹簧弹性势能一定大于或等于0；重力对物体所做的功，与物体所受的其它力无关；作用力与反作用力是阻力还是动力，也要看力所起的作用，可能是阻力也可能是动力。

【解答】解：A、重力势能的变化量等于重力做功的数值，可知它与参考平面的选取无关，故A错误；

B、弹簧弹性势能表达式：菁优网-jyeoo可知，弹性势能一定大于或等于0，因此弹簧被拉伸后的弹性势能为正值，弹簧被压缩后的弹性势也为正值，故B错误；

C、物体从定点A运动到定点B，重力对物体所做的功为W＝mgh，只与重力、高度有关，与物体所受的其它力无关，故C错误；

D、作用力与反作用力做功可能都是正功也可能都是负功，比如两个磁铁在它们的相互作用力的作用下运动，如果从静止开始向相反的方向运动则都是在做正功，如果有初速度，在相互作用力的作用下相向运动，那么，这两个力就都做负功，即作用力F与反作用力F′可能都做正功；故D正确；

故选：D。

【点评】本题考查了重力势能的变化与零势能之间的关系，重力做功的特点，弹簧的特性势能，以及作用力与反作用力做功时的特点，考查的内容较多，需要多熟记其特点。知道重力势能的大小与零势能的选取有关，但重力势能的变化与零势能的选取无关。

14．（王益区月考）下列关于重力势能的说法中正确的是（　　）

A．重力势能Ep1＝2J，Ep2＝﹣3J，则Ep1与Ep2方向相反

B．同一物体重力势能Ep1＝2J，Ep2＝﹣3J，则Ep1＞Ep2

C．在同一高度的质量不同的两个物体，它们的重力势能一定不同

D．重力势能是标量，负值没有意义

【分析】重力势能是一个标量，正负表示大小，重力势能是一个相对量，由此分析。

【解答】解：AB、重力势能是一个标量，正负表示大小，重力势能Ep1＝2J，Ep2＝﹣3J，则Ep1大于Ep2，故A错误、B正确；

C、重力势能是一个相对量，相对于零势能面来说的，在同一高度的质量不同的两个物体，如果选取该高度为零势能面，则它们的重力势能都为零，故C错误；

D、重力势能是标量，负值表示物体处于零势能面以下，有意义，故D错误。

故选：B。

【点评】本题主要是考查了重力势能的知识；知道重力势能的变化量等于重力做的功；重力做多少功重力势能减少多少，克服重力做多少功，重力势能就增加多少。知道重力势能是一个相对量，其大小与零势能面的选取有关。

15．（宾阳县校级月考）重50N的。物体在运动过程中，克服重力做功50J，则（　　）

A．物体运动的位移一定是1m

B．物体动能一定减少了50J

C．物体下降了1m的高度

D．物体重力势能增加了50J

【分析】某力做负功可以说成物体克服该力做功；重力做正功重力势能减小，重力做负功，重力势能增加。

【解答】解：A、物体在运动过程中，克服重力做功50J，根据W＝Flcosα得物体运动的位移不一定是1m，故A错误；

B、动能的变化量决定于合外力做的功，故动能变坏多少无法确定，故B错误；

C、物体在运动过程中，克服重力做功50J，物体上升了1m的高度，故C错误；

D、重力做了﹣50J功，物体重力势能增加50J，故D正确。

故选：D。

【点评】解决时要知道重力做正功重力势能减小，重力做负功，重力势能增加；重力势能的变化量大小等于重力做的功。

**二．多选题（共10小题）**

16．（菏泽期中）如今高层居民小区越来越多，家住高层，窗外“风光无限”，可电梯房虽好，就是怕停电。要是电梯停运了，给高层住户的生活带来很多不便。家住10楼的李同学某次停电时步行从一楼走楼梯回家，已知该同学质量为50kg，每层楼的高度为3m，取g＝10m/s2，则该同学在这个过程中（　　）

A．重力做负功，楼梯的支持力做正功

B．重力做负功，楼梯的支持力不做功

C．重力势能增加1.5×105J

D．重力势能增加1.35×104J

【分析】根据力的方向与位移方向间的夹角可确定重力做负功，根据功的定义可确定楼梯做功情况；重力势能增加由mg△h确定。

【解答】解：AB、根据重力的方向向下，物体位移向上，则可确定重力做负功；根据功的定义知，功的公式中的位移为力的作用点的位移，在上楼过程中，楼梯对脚有支持力时，支持力的作用点（脚）没有位移，脚离开楼梯时，脚有位移但不受支持力，所以楼梯支持力不做功；故A错误，B正确；

CD、重力势能增加量为：mg△h＝50×10×3×（10﹣1）J＝1.35×104J，故C错误，D正确；

故选：BD。

【点评】本题主要考查了功的定义和功的正负的判定，以及重力势能的变化，此题注意10楼高度为9个楼层的高度。

17．（福田区校级期中）有关重力势能的变化，下列说法中正确的是（　　）

A．物体受拉力和重力作用向上运动，拉力做功是1J，但物体重力势能的增加量有可能不是1J

B．从同一高度将某一物体以相同的速率平抛或斜抛，落到地面上时，物体重力势能的变化是相同的

C．物体运动中重力做功是﹣1J，但物体重力势能的增加量不是1J

D．从同一高度落下的物体到达地面，考虑空气阻力和不考虑空气阻力的情况下重力做功的平均功率是相同的

【分析】重力做功量度重力势能的变化，重力做正功，重力势能减少，重力做负功，重力势能增加；重力做功与路径无关，只取决于初末位置的高度差；根据P＝菁优网-jyeoo分析重力做功的平均功率。

【解答】解：A、除重力和系统内弹力以外的其它力做功量度的是机械能的变化，拉力做功1J，机械能的增加量是1J，只有匀速上升时，动能不变，重力等于拉力，重力势能的增加量才等于拉力做功的数值，故A正确；

B、重力做功与路径无关，只取决于初末位置的高度差，不论物体怎样抛出，初末位置的高度差相同，重力做功就相同，物体的重力势能变化量就相同，故B正确；

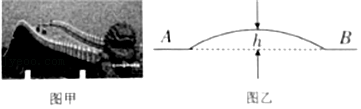
C、重力做负功，重力势能增加，重力做﹣1J的功，重力势能就增加1J，故C错误；

D、从同一高度落下的物体到达地面，考虑空气阻力和不考虑空气阻力的情况下重力做功相同，但落地所用时间不同，由P＝菁优网-jyeoo，重力做功的平均功率不同，故D错误。

故选：AB。

【点评】本题重点考查了重力做功与重力势能变化量的关系，重力势能的增加量永远等于克服重力做的功.

18．（东海县期中）西双湖风景区内的十七孔桥（如图甲）是除水晶塔之外的又一标志性建筑，它不仅是南北两湖的分界点，更是联系东西两方景区的交通要冲，其模型可简化为图乙。已知孔桥的拱高为h，A、B两点在同一水平面上。一游客在由A点运动到B点的过程中，以下说法中正确的是（　　）



A．游客的重力势能先增大后减小，重力先做负功后做正功

B．游客的重力势能先减小后增大，重力先做负功后做正功

C．游客的重力势能先增大后减小，重力先做正功后做负功

D．游客在整个运动过程中重力做功为零

【分析】游客由A运动到B的过程中，分两个过程分析重力做功的正负，结合重力做功与重力势能的变化之间的关系即可判断。

【解答】解：游客由A到桥顶，重力做负功，重力势能增加，游客由桥顶到B，重力做正功，重力势能减小，整个过程游客的重力势能先增大后减小，整个过程中重力做功为零，重力势能变化量为零，故AD正确，BC错误。

故选：AD。

【点评】本题主要考查了重力做功的正负的判断，以及重力做功与重力势能的变化之间的关系，难度不大，属于基础题。

19．（容县期末）与物体的重力势能有关的因素是（　　）

A．物体的质量

B．物体的速度

C．物体和参考平面之间的高度差

D．物体的大小

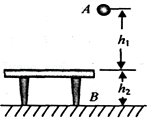
【分析】物体在重力作用下由于位置而具有的势能称为重力势能．重力势能的大小与物体的质量、参考平面的选取、相对于参考面的高度有关．

【解答】解：物体在重力作用下由于位置而具有的势能称为重力势能。前人的实验表明重力势能的表达式为Ep＝mgh，其中m是物体的质量，g为地球表面的重力加速度，h为相对参考平面的高度。重力势能的大小只与质量、重力加速度、和参考平面之间的高度差有关，与其他因素都没有关系。故AC正确，BD错误。

故选：AC。

【点评】该题考查对影响重力势能的因素的理解，解答的关键是对公式mgh中的h的理解，要明确h是相对于参考面的高度．

20．（汉中期中）如图所示，质量m＝0.5kg的小球，从距桌面h1＝1.2m高处的A点下落到地面上的B点，桌面高h2＝0.8m．以桌面为重力势能的参考平面，g＝10m/s2，下列说法正确的是（　　）



A．小球在A点时的重力势能为6J

B．小球在A点时的重力势能为10J

C．小球在B点时的重力势能为﹣4J

D．小球在B点时的重力势能为0

【分析】在重力势能表达式Ep＝mgh中，h为物体相对于参考平面的高度，根据物体的位置求解．

【解答】解：以桌面为重力势能的参考平面，小球在A点的重力势能为：EPA＝mgh1＝0.5×10×1.2J＝6J，B点的重力势能为：EPB＝﹣mgh2＝0.5×10×（﹣0.8）J＝﹣4J

故选：AC。

【点评】本题直接考查了重力势能，关键要正确理解公式Ep＝mgh中h的含义：h为物体相对于参考平面的高度，注意重力势能的正负．

21．（唐山月考）关于重力势能的几种理解，正确的是（　　）

A．重力对物体做正功时．物体的重力势能减小

B．放在地面上的物体，它的重力势能一定等于零

C．在不同高度将某一物体抛出．落地时重力势能相等

D．相对不同的参考平面，物体具有不同数值的重力势能，但并不影响有关重力势能问题

【分析】重力势能Ep＝mgh，h为相对于零势能面的高度差；重力做功等于重力势能的改变量；重力势能具有相对性．

【解答】解：A、重力做正功，重力势能减小，如从高处向低处下落时，故A正确；

B、若选地下某点为零势能面，则地面上的物体的重力势能大于零；故B错误；

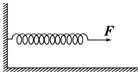
C、物体落地时，高度是相同的，所以重力势能相等；故C正确；

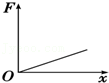
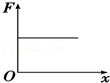
D、相对不同的参考平面，物体具有不同数值的重力势能，但并不影响有关重力势能问题；故D正确；

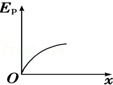
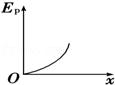
故选：ACD。

【点评】重力做功与重力势能的改变量始终相等，和物体的运动状态等无关，重力做功是重力势能转化的量度．

22．（元氏县校级期中）如图所示，弹簧的一端固定在墙上，另一端在水平力F作用下缓慢拉伸了x．关于拉力F、弹性势能Ep随伸长量x的变化图象正确的是（　　）



A． B．

C． D．

【分析】胡克定律：在弹性极限内，弹簧的弹力与行变量成正比；公式：F＝kx，k是弹簧的劲度系数；弹性势能EP＝菁优网-jyeookx2；

【解答】解：A、根据胡克定律，有：

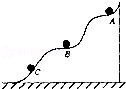
F＝kx

由于劲度系数k由弹簧本身决定，为一个常数，故F与行变量成正比，故F﹣x图象是正比例图象；故A正确，B错误；

C、弹性势能为EP＝菁优网-jyeookx2；其图象为开口向上的二次函数图象；故C错误，D正确；

故选：AD。

【点评】本题关键是根据胡克定律的公式及弹性势能公式进行分析，记住公式结合函数图象即可求解．

23．（让胡路区校级期中）如图所示，一小球贴着光滑曲面自由滑下，依次经过A、B、C三点．以下表述正确的是（　　）

A．若以地面为参考平面，小球在B点的重力势能比C点大

B．若以A点所在的水平面为参考平面，小球在B点的重力势能比C点小

C．若以B点所在的水平面为参考平面，小球在C点的重力势能大于零

D．无论以何处水平面为参考平面，小球在B点的重力势能均比C点大

【分析】重力势能的大小与零势能的选取有关，根据Ep＝mgh比较重力势能的大小，从而即可求解．

【解答】解：A、若以地面为零势能平面，B的高度比C的高度大，根据Ep＝mgh知，B点的重力势能大于C点的重力势能。故A正确。

B、以A点为参考平面，B、C的高度都为负值，但是B的高度仍然大于C的高度，则B点的重力势能比C点的重力势能大。故B错误。

C、若以B点所在的水平面为参考平面，小球在C点的重力势能小于零。故C错误。

D、无论以何处为参考平面，小球在B点的重力势能均为C点大。故D正确。

故选：AD。

【点评】解决本题的关键知道重力势能的表达式，知重力势能的大小与零势能平面选取有关，重力势能的变化量与零势能平面的选取无关．

24．（华宁县校级月考）关于弹簧的弹性势能，下列说法正确的是（　　）

A．弹簧越长，弹性势能就越大

B．弹簧越短，弹性势能就越小

C．在拉伸长度相同时，劲度系数k越大的弹簧，它的弹性势能越大

D．同一根弹簧在拉伸时的弹性势能可能会小于压缩时的弹性势能

【分析】对于弹簧，当弹簧形变量越大，弹性势能越大。在拉伸长度相同时，k越大的弹簧，它的弹性势能越大。在拉伸长度相同时，k越大的弹簧，它的弹性势能越大。

【解答】解：AB、由EP＝菁优网-jyeoo得知，弹簧的弹性势能的大小与弹簧的变形量有关，与弹簧的长度没有直接的关系。故AB错误；

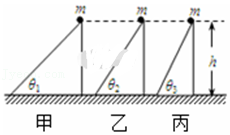
C、由EP＝菁优网-jyeoo得知，在拉伸长度相同时，k越大的弹簧，它的弹性势能越大。故C正确。

D、弹簧的弹性势能与弹簧的形变量有关，弹簧在拉伸时的弹性势能不一定大于压缩时的弹性势能。故D正确。

故选：CD。

【点评】本题考查对弹簧弹性势能的理解，掌握弹簧的弹性势能公式EP＝菁优网-jyeoo就能轻松解答。

25．（姜堰区校级期中）如图为三个高度相同、倾角不同的光滑斜面甲、乙、丙，其倾角分别为θ1、θ2、θ3，且θ1＜θ2＜θ3．让质量相同的三个物体分别沿三个斜面由静止从顶端运动到底端。在此过程中，三个物体的（　　）



A．重力的平均功率相同

B．小球重力势能的变化量相同

C．甲图中小球到达最低点时，重力的功率最小

D．小球到达最低点时，速度相同

【分析】根据下降的高度比较重力做功的大小，根据牛顿第二定律求出加速度，根据位移时间公式得出时间的表达式，从而比较出运动的时间，根据平均功率的公式比较重力做功的平均功率。

【解答】解：A、下滑的加速度a＝gsinθ，下滑的位移x＝菁优网-jyeoo，根据x＝菁优网-jyeooat2得t＝菁优网-jyeoo菁优网-jyeoo，故角度越大，下滑时间越小，

重力做功相同，时间不同，故重力的平均功率不同，故A错误；

B、重力做功相同，小球重力势能的变化量相同，故B正确；

C、根据动能定理可知，下滑到斜面底端的速率相同，根据瞬时功率P＝mgvcosα得甲图中小球到达最低点时，重力的功率最小，故C正确；

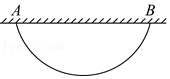
D、根据动能定理可知，下滑到斜面底端的速率相同，但速度方向不同，所以速度不同，故D错误；

故选：BC。

【点评】本题要注意利用通式求解，找出各种情况中相同的量及不同的量，即可列出我们需要的关系。

**三．填空题（共5小题）**

26．（宝山区校级期末）如图所示的是一根自由悬挂的链条，王同学将它的中点缓慢竖直向上拉动一小段距离，此过程中链条的重力势能　增大　（选填“增大”，“减小”或“不变”）；刘同学将它的中点缓慢竖直向下拉动一小段距离，此过程中链条的重力势能　增大　（选填“增大”，“减小”或“不变”）。



【分析】重力做功与重力势能的改变量始终相等，根据动能定理可求重力做功正负，进而求解。

【解答】解：由题意知，两位同学对链条都做正功，即WF＞0；

根据动能定理得：WF+WG＝0，得WG＜0；

因为两次重力做负功，所以链条重力势能增大；

故答案为：增大，增大；

【点评】本题考查重力做功与重力势能的改变的关系，以及动能定理的应用。

27．（宝山区校级月考）弹性势能是　发生弹性形变　的物体因它的内部各部分之间的相对位置发生变化而具有的能：在只有重力做功的情况下，物体的　动能和重力势能　发生相互转化，但机械能的总量保持不变，这个结论叫做机械能守恒定律。

【分析】发生弹性形变的物体，在恢复原状时能够对外做功，因而具有能量，这种能叫做弹性势能；

机械能守恒定律：在只有重力做功的情况下，物体的动能和重力势能发生相互转化，但机械能的总量保持不变。

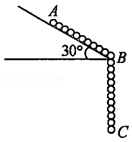
【解答】解：弹性势能是发生弹性形变的物体因它的内部各部分之间的相对位置发生变化而具有的能；

机械能守恒定律：在只有重力做功的情况下，物体的动能和重力势能发生相互转化，但机械能的总量保持不变。

故答案为：发生弹性形变；动能和重力势能。

【点评】本题考查了弹性势能的定义以及机械能守恒定律的内容，属于基础题，需要牢记。

28．（长葛市校级月考）如图所示，质量为m、长度为L的匀质铁链的一半搁在倾角为30°的粗糙斜面上，其余部分竖直下垂．现在铁链下滑至整条铁链刚好全部离开斜面的过程中，铁链的重力势能减少　菁优网-jyeoo　．



【分析】从刚释放到整条铁链刚好全部离开斜面得过程中运用动能定理即可求解．要主要把铁链分成两个部分去研究重心下落的高度．

【解答】解：取斜面的下边为0参考面，把铁链分成两个部分，下一半铁链重心下落的高度为﹣菁优网-jyeoo；上一半铁链重心下落的高度为：菁优网-jyeoo

铁链下滑至整条铁链刚好全部离开斜面时，重心的位置为：菁优网-jyeoo

对从刚释放到整条铁链刚好全部离开斜面得过程中重力势能的变化：菁优网-jyeoo

故答案为：菁优网-jyeoo

【点评】本题用动能定理做较为方便，但要注意重心的位置变化情况，难度适中．

29．（新疆学业考试）弹簧发生　弹性形变　而具有的能量叫做弹性势能。在弹簧的弹性限度内，弹簧的形变量增大，弹性势能　增大　。

【分析】任何物体发生弹性形变时，都具有弹性势能。弹簧伸长和压缩时都有弹性势能。同一个弹簧形变量越大，弹性势能就越大。

【解答】解：发生弹性形变的弹簧，在恢复原状时能够对外做功，因而具有能量，这种能叫做弹性势能；一个弹簧形变量越大，对外做功的本领越大，具有的弹性势能就越大。

故答案为：弹性形变，增大

【点评】本题要了解弹性势能与弹性形变有关。对于弹簧的弹性势能，可结合公式Ep＝菁优网-jyeookx2记住弹性势能的决定因素即可。

30．（宛城区校级月考）物体在运动过程中，克服重力做功100J，则重力做功为　﹣100J　，物体的重力势能一定　增加　（填“增加”或“减小”）。

【分析】物体做负功可以说成克服物体做功；重力做正功重力势能减小，重力做负功，重力势能增加。

【解答】解：物体在运动过程中，克服重力做功100J，所以重力做功WG＝﹣100J，

根据重力做功与重力势能的关系：WG＝﹣△EP，所以物体的重力势能一定增加。

故答案为：﹣100J，增加。

【点评】重力做负功可以说成克服重力做功；重力做正功，高度减小，重力势能减小；重力做负功，高度增加，重力势能增加。

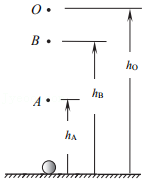
**四．计算题（共2小题）**

31．（西城区期末）如图所示，质量为m的物体，从地面被竖直向上抛出，经过A、B和最高点O，三个位置距地面的高度分别为hA、hB和hO，物体运动中所受空气阻力大小恒为f，重力加速度为g。

（1）求物体从A向上运动到B的过程中，重力所做的功WG1；和物体从A向上运动到O，然后由O返回到B的过程中，重力所做的功WG2；

（2）求物体从A向上运动到B的过程中，空气阻力所做的功Wf1；和物体从A向上运动到O，然后由O返回到B的过程中，空气阻力所做的功Wf2；

（3）比较两个过程空气阻力做功与重力做功，说明为什么不存在与空气阻力对应的“空气阻力势能”的概念。



【分析】（1）根据功的定义分AB、BO、OB三个阶段求解重力G的功即可；

（2）根据功的定义分AB、BO、OB三个阶段求解阻力f的功即可；

（3）结合功能关系分析即可。

【解答】解：（1）物体从A向上运动到B的过程中，重力功：WG1＝﹣mg（hB﹣hA），

物体从A向上运动到O，然后由O返回到B的过程中，重力所做的功：WG2＝﹣mg（hO﹣hA）+mg（hO﹣hB）＝﹣mg（hB﹣hA）；

（2）物体从A向上运动到B的过程中，空气阻力所做的功：Wf1＝﹣f（hB﹣hA），

物体从A向上运动到O，然后由O返回到B的过程中，重力所做的功：Wf2＝﹣f（hO﹣hA）﹣f（hO﹣hB）＝﹣f（2hO﹣hA﹣hB）；

（3）两个过程中，WG1＝WG2＝﹣mg（hB﹣hA），说明重力做功与路径无关，只与初、末位置有关，说明存在与位置有关的重力势能；

两个过程中，Wf1≠Wf2，说明空气阻力做功与路径有关，故不存在与位置有关的空气阻力势能。

答：（1）物体从A向上运动到B的过程中，重力所做的功WG1为﹣mg（hB﹣hA）；物体从A向上运动到O，然后由O返回到B的过程中，重力所做的功WG2也为﹣mg（hB﹣hA）；

（2）物体从A向上运动到B的过程中，空气阻力所做的功Wf1为﹣f（hB﹣hA）；物体从A向上运动到O，然后由O返回到B的过程中，空气阻力所做的功Wf2为﹣f（2hO﹣hA﹣hB）；

（3）两个过程中，重力做功与路径无关，空气阻力做功与路径有关，故不存在与空气阻力对应的“空气阻力势能”的概念。

【点评】本题考查重力势能的定义过程，关键是明确通过功能关系得到重力势能的表达式，学会通过功能关系探究各种能量的表达式，基础题目。

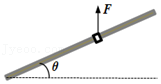
32．（普陀区二模）如图，一质量m＝2kg的滑块套在与水平面成θ＝37°的细直杆上，直杆固定不动。现对滑块施加竖直向上的恒力F，从某时刻起滑块由静止开始运动，经过t＝2s的时间，滑块通过的位移s＝1m（g取10m/s2，sin37°＝0.6，cos37°＝0.8）。

（1）计算滑块运动的加速度大小；

（2）若F＝15N，计算滑块与细杆间的动摩擦因数；

（3）若以滑块初始位置为零势能面，计算运动2s后滑块具有的重力势能；

（4）若将重力场与电场类比，写出地球表面附近某点“重力势φG”的定义及定义式，并指明其单位。



【分析】（1）滑块静止释放后，做匀加速直线运动，根据匀变速直线运动的规律求解即可；

（2）因为F＝15N＜mg，所以滑块沿斜面向下运动，做出受力图；根据牛顿第二定律即可求解摩擦因数；

（3）假设F与重力的关系，分析滑块的运动方向，然后根据重力势能的公式求解即可；

（4）类比电场的规律，写出地球表面附近某点“重力势”定义和表达式。

【解答】解：（1）滑块静止释放后，做匀加速直线运动。

由s＝菁优网-jyeoo可得a＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝0.5m/s2

（2）因为F＝15N＜mg，所以滑块沿斜面向下运动，其受力如图所示。

由牛顿第二定律得：（mg﹣F）sinθ﹣f＝ma

N﹣（mg﹣F）cosθ＝0

又 f＝μN

因此：（mg﹣F）sinθ﹣μ（mg﹣F）cosθ＝ma

解得：μ＝菁优网-jyeoo

代入数值得：μ＝0.5

（3）若F＞mg，则滑块沿沿斜面向上运动，

EP＝mgsinθ＝2×10×1×0.6J＝12J

若F＜mg，则滑块沿斜面向下运动，

EP＝﹣mgsinθ＝﹣2×10×1×0.6J＝﹣12J

（4）类比电场，可将地球表面附近某点“重力势”定义为：物体在重力场中某点的重力势能与其质量的比值，叫做该点的“重力势”。

若用φG表示“重力势”、EP表示重力势能、m表示质量，则表达式为φG＝菁优网-jyeoo

单位为J/kg（或m2/s2）

答：（1）滑块运动的加速度大小为0.5m/s2；

（2）若F＝15N，计算滑块与细杆间的动摩擦因数为0.5；

（3）运动2s后滑块具有的重力势能：若F＞mg为12J，若F＜mg为﹣12J；

（4）类比电场，可将地球表面附近某点“重力势”定义为：物体在重力场中某点的重力势能与其质量的比值，叫做该点的“重力势”。

若用φG表示“重力势”、EP表示重力势能、m表示质量，则表达式为φG＝菁优网-jyeoo单位为J/kg（或m2/s2）。



【点评】本题考查了匀变速直线运动的规律、牛顿第二定律的应用，注意在求滑块的重力势能时，需要判断F与mg的大小关系。