## 功与功率

## 知识点：功与功率

一、功

1.功的公式：*W*＝*Fl*cos *α*，其中*F*、*l*、*α*分别为力的大小、位移的大小、力与位移的夹角.

2.功是标(填“矢”或“标”)量.在国际单位制中，功的单位是焦耳，符号是J.

二、正功和负功

1.力对物体做正功或负功的条件

由*W*＝*Fl*cos *α*可知

(1)当*α*＝时，*W*＝0，力*F*对物体不做功.

(2)当0≤*α*＜时，*W*＞0，力*F*对物体做正功.

(3)当＜*α*≤π时，*W*＜0，力*F*对物体做负功.

2.总功的计算

当一个物体在几个力的共同作用下发生一段位移时，这几个力对物体所做的总功等于：

(1)各个分力分别对物体所做功的代数和.

(2)几个力的合力对物体所做的功.

三、功率

1.意义：功率是表示物体做功快慢的物理量.

2.定义：功*W*与完成这些功所用时间*t*之比.

3.定义式：*P*＝.单位：瓦特，简称瓦，符号W.

4.功率与速度的关系式：*P*＝*Fv*(*F*与*v*方向相同).

应用：由功率速度关系知，汽车、火车等交通工具和各种起重机械，当发动机的功率*P*一定时，牵引力*F*与速度*v*成反(填“正”或“反”)比，要增大牵引力，就要减小速度.

5.功率是标(填“标”或“矢”)量.

## 技巧点拨

一、对功的理解

对公式*W*＝*Fl*cos *α*的理解

1.某一恒力*F*对物体做的功，只与*l*、*α*有关，与物体的运动状态及物体是否还受其他作用力等因素无关.

2.功是标量，没有方向，但是有正负.

3.公式*W*＝*Fl*cos *α*适用于计算恒力做功，若是变力，此公式不再适用.

二、正、负功的理解　功的计算

1.正、负功的理解和判断

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 条件 | 从动力学角度看 | 从能量角度看 |
| 正功 | 当0≤*α*＜时，cos *α*＞0，*W*＞0 | 力是物体运动的动力 | 力对物体做正功，向物体提供能量，即受力物体获得了能量 |
| 不做功 | 当*α*＝时，cos *α*＝0，*W*＝0 | 力对物体既不起动力作用，也不起阻力作用 |  |
| 负功 | 当＜*α*≤π时，cos *α*＜0，*W*＜0 | 力是物体运动的阻力 | 物体克服外力做功，向外输出能量(以消耗自身能量为代价)，即负功表示物体失去了能量 |
| 说明 | 也可根据力和速度方向夹角判断功的正负 | | |

2.总功的计算

当物体在多个力的共同作用下发生一段位移时，合力对物体所做的功等于各分力对物体做功的代数和.故计算合力的功有以下两种方法：

(1)先由*W*＝*Fl*cos *α*计算各个力对物体所做的功*W*1、*W*2、*W*3…然后求所有力做功的代数和，即*W*合＝*W*1＋*W*2＋*W*3＋….

(2)先由力的合成或根据牛顿第二定律求出合力*F*合，然后由*W*合＝*F*合*l*cos *α*计算总功，此时*α*为*F*合的方向与*l*的方向间的夹角.

注意：当在一个过程中，几个力作用的位移不相同时，只能用方法(1).

三、功率

1.功率表示的是物体做功的快慢，而不是做功的多少，功率大，做功不一定多，反之亦然.

2.区分平均功率和瞬时功率

(1)平均功率：与一段时间相对应

①＝；

②＝*F*，其中为平均速度.

(2)瞬时功率：与某一瞬时相对应

①当*F*与*v*方向相同时，*P*＝*Fv*，其中*v*为瞬时速度；

②当*F*与*v*夹角为*α*时，*P*＝*Fv*cos *α*，其中*v*为瞬时速度.

3.*P*＝*Fv*中三个量的制约关系

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 定值 | 各量间的关系 | 应用 |
| *P*一定 | *F*与*v*成反比 | 汽车上坡时，要增大牵引力，应换低速挡减小速度 |
| *v*一定 | *F*与*P*成正比 | 汽车上坡时，要使速度不变，应加大油门，增大输出功率，获得较大牵引力 |
| *F*一定 | *v*与*P*成正比 | 汽车在平直高速路上，加大油门增大输出功率，可以提高速度 |

**特别提醒**

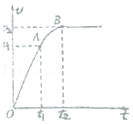
“某秒末”或“到某位置时”的功率是指瞬时功率，只能用*P*＝*Fv*cos *α*求解；“某段时间内”或“某个过程中”的功率，则是指平均功率，此时可用＝求解，也可以用＝*F*cos *α*求解.

## 例题精练

1．（仓山区校级期末）用恒力F使质量为10kg的物体以1m/s2的加速度沿竖直方向从静止开始匀加速上升，不计空气阻力，那么4s内恒力F做功为（g取10m/s2）（　　）

A．960J B．880J C．800J D．720J

2．（仓山区校级期中）质量为m的汽车在平直路面上启动，启动过程的速度图象如图所示，0～t1段为直线，从t1时刻起汽车保持额定功率不变，整个运动过程中汽车所受阻力恒为f，则（　　）



A．0～t1时间内，汽车的牵引力等于m菁优网-jyeoo

B．t1时刻，汽车的牵引力大小为f

C．t1～t2时间内，汽车的功率等于fv1

D．t1～t2时间内，汽车的功率等于fv2

## 随堂练习

3．（广东二模）高铁在高速行驶时，受到的阻力f与速度v的关系为f＝kv2（k为常量）．若某高铁以160km/h的速度匀速行驶时机车的输出功率为P，则该高铁以320km/h的速度匀速行驶时机车的输出功率为（　　）

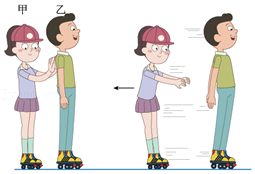
A．8P B．4P C．2P D．P

4．（义乌市模拟）油烟烟气能影响人体的细胞免疫、巨噬细胞功能，造成人体免疫功能下降；烟气中存在的有害物质还能引起基因突变、DNA损伤、具有潜在的致癌性。如图所示的是家居中常用的一种脱排油烟机，如果让脱排油烟机在单位时间内抽出的气体增加到原来的2倍，那么脱排油烟机的功率P至少要提高到原来的（　　）



A．8倍 B．6倍 C．4倍 D．2倍

5．（台州二模）北京已成功申办2022年冬奥会，花样滑冰运动是其中的一个项目。有两个穿着冰鞋的甲、乙运动员站在水平冰面上，当甲猛推乙时，两人会向相反的方向滑行。不计冰面对运动员的水平作用推乙的过程中，下列说法正确的是（　　）



A．甲和乙的加速度大小总是相等

B．甲获得的速度与乙获得的速度大小总是相等

C．甲对乙的作用力与乙对甲的作用力总是大小相等

D．甲对乙做的功与乙对甲做的功一定相等

6．（重庆模拟）我国古代力学发展较为完善。例如，《淮南子》中记载“物之功，动而有益，则损随之”，这里的“功”已初步具备现代物理学中功的含义。关于功，下列说法正确的是（　　）

A．力和位移都是矢量，所以功也是矢量

B．物体运动过程中，合力做功可能为零

C．作用力做功，反作用力也一定做功

D．滑动摩擦力一定对物体做负功

# 综合练习

**一．选择题（共15小题）**

1．（浙江模拟）如图所示，光滑的斜劈放在水平面上，斜面上用固定的竖直挡板挡住一个光滑球，当整个装置沿水平面以加速度a匀减速向右运动时，以下说法中正确的是（　　）



A．斜面对球的弹力不做功

B．挡板对球一定做正功

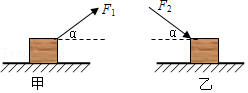
C．挡板对球一定做负功

D．斜面对球的弹力做的功与挡板对球做的功之和为负值

2．（宝山区期末）描述做功快慢的物理量是（　　）

A．功 B．功率 C．效率 D．速率

3．（仓山区校级期中）如图所示，两个物体与水平地面间的动摩擦因数相等，它们的质量也相等。在甲图用力F1拉物体，在乙图用力F2推物体，力与水平方向的夹角均为α。两个物体都做匀速直线运动，通过相同的位移。设F1和F2对物体所做的功分别为WF1和WF2，物体克服摩擦力做的功分别为Wf1和Wf2，下列判断正确的是（　　）



A．WF1＞WF2 B．WF1＝WF2 C．Wf1＜Wf2 D．Wf1＝Wf2

4．（金山区校级期中）关于功率的概念，下列说法中正确的是（　　）

A．功率是描述力对物体做功多少的物理量

B．由菁优网-jyeoo可知，功率与时间成反比

C．汽车的实际功率越大，其做功就一定多

D．某个力对物体做功越快，它的功率就一定大

5．（盐城三模）我国新一代高速列车牵引平均功率达9000kW，运行的最高时速约为350km/h.从盐城到上海全长约300km，新一代高速列车用时约2h，在动力上耗电约为（　　）



A．7.7×103kW•h B．1.5×104kW•h

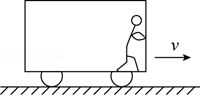
C．1.8×104kW•h D．2.7×106kW•h

6．（保定二模）如图所示，下列三种情况下，相同大小的作用力F作用在沿水平面运动的物块上。如果物块沿图中速度的方向运动相同大小的位移，力F做的功分别为W甲、W乙、W丙，下列关系正确的是（　　）



A．W甲＝W乙 B．W甲＝W丙 C．W乙＝W丙 D．W甲＝﹣W丙

7．（洛龙区校级月考）一辆正沿平直路面行驶的车厢内，一个面向车前进方向站立的人对车厢壁施加水平推力F，在车前进s的过程中，下列说法正确的是（　　）



A．当车匀速前进时，人对车做的总功为正功

B．当车加速前进时，人对车做的总功为正功

C．当车减速前进时，人对车做的总功为正功

D．不管车如何运动，人对车做的总功都为零

8．（齐河县校级月考）某人用手将1kg物体由静止竖直向上提起1m，物体运动的加速度大小为2m/s2，g取10N/kg，则下列说法正确的是（　　）

A．手对物体做功10J

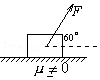
B．合外力对物体做功2J

C．人对物体做功的平均功率为2W

D．重力对物体做功10J

9．（永春县校级期中）如图所示，A、B、C、D四种情况，力F大小相等，物体运动的位移s也相同，由功的定义式W＝Fscosθ可知，哪图情况力F做功最大？（　　）

A．菁优网：http://www.jyeoo.com B．菁优网：http://www.jyeoo.com

C． D．

10．（溧水区校级期中）在高处的某一点将三个质量相同的小球以相同的速率v0分别上抛、平抛、斜抛，那么以下说法中正确的是（　　）

A．从抛出到落地过程中，重力对它们所做的功都相等

B．因物体的轨迹不同，重力做功不同

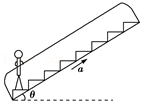
C．从抛出到落地过程中，重力对它们做功的平均功率都相等

D．如果考虑空气阻力，则从抛出到落地过程中，重力做功就不相等

11．（永春县校级期中）重10N的物体自由下落1s时，物体下降了5米且此时速度为10m/s，则物体在开始下落1s内重力的平均功率是（　　）

A．50W B．100W C．200W D．500W

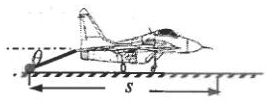
12．（锦州期中）为了节省电能，商场扶梯在没有乘客时几乎静止不动，一旦有人站上扶梯，它会立即加速运转，达到某速度后匀速运转。如图所示，一质量为m的顾客踏上倾角为θ的扶梯，扶梯立即以大小为a的加速度做匀加速运动，到扶梯恰好开始匀速运行时顾客上升的高度为H，则此过程中扶梯对顾客所做的功为（　　）



A．mgH B．ma菁优网-jyeoo

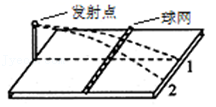
C．mH（菁优网-jyeoo+g） D．mH（菁优网-jyeoo﹣g）

13．（常州月考）如图所示，飞机在水平地面上降落时，钩在拦阻索上的尾钩使飞机受到与水平方向成θ角的斜向下的恒定拉力F作用，沿水平方向移动距离s，在此过程中力F对飞机做的功为（　　）



A．Fssinθ B．Fscosθ C．﹣Fscosθ D．﹣Fssinθ

14．（荔湾区校级期中）一带有乒乓球发射机的乒乓球台如图所示，发射机安装于台面左侧边缘的中点，能以不同速率向右侧不同方向水平发射相同的乒乓球。乒乓球1落到球网右侧台面边缘上的中点，乒乓球2落到球网右侧台面边缘上靠近中点的某点，不计空气阻力，则乒乓球从发射到落台前过程中（　　）



A．乒乓球2的飞行时间更长

B．乒乓球1的发射速度大于乒乓球2的发射速度

C．乒乓球1的速度变化量大于乒乓球2的速度变化量

D．落台时，乒乓球1与2的重力的瞬时功率相等

15．（儋州校级月考）纯电动汽车绿色环保，许多人驾驶纯电动汽车出行。一辆纯电动汽车功率为30kW，当行驶速度大小为20m/s时，牵引力的大小为（　　）

A．600N B．1500N C．1.5N D．6×105N

**二．多选题（共15小题）**

1．（贵溪市校级月考）质量为m的物体从距地面高h处自由下落，经历时间t，下列说法中正确的是（　　）

A．t秒钟内重力做功的平均功率为mg2t

B．t秒内重力对物体做功为菁优网-jyeoomg2t2

C．前菁优网-jyeoo秒末重力做功的瞬时功率与后菁优网-jyeoo秒末重力做功的瞬时功率之比为1：2

D．前菁优网-jyeoo秒内重力做功的平均功率与后菁优网-jyeoo秒内重力做功的平均功率之比为1：3

2．（鼓楼区校级月考）2019年“山东舰”正式服役，标志着我国进入双航母时代，“山东舰”正在沿直线航行，其质量为m，发动机的输出功率恒为P，所受阻力大小恒为f，某时刻速度为v1、加速度为a1，一段时间t后速度变为v2（v2＞v1），在这段时间内位移为x。下列关系式正确的是（　　）

A．f＜菁优网-jyeoo B．菁优网-jyeoo＜菁优网-jyeoo

C．Pt＝菁优网-jyeoomv22﹣菁优网-jyeoomv12 D．a1＝菁优网-jyeoo﹣菁优网-jyeoo

3．（昌江区校级期末）测定运动员体能的一种装置如图所示，运动员质量为m1，绳拴在腰间沿水平方向跨过滑轮（不计滑轮质量及摩擦），下悬一质量为m2的重物，人用力蹬传送带而人的重心不动，使传送带以速率v匀速向右运动。下面是人对传送带做功的四种说法，其中正确的是（　　）

菁优网：http://www.jyeoo.com

A．人对传送带做正功

B．传送带对人不做功

C．人对传送带做功的功率为（m1+m2）gv

D．人对传送带做功的功率为m2gv

4．（漳州期末）闪电是常见的一种在云层之间、云层与地面之间或者云体内各部位之间的强烈放电现象。若一道闪电产生于云层与地面之间，放电时的平均电压大约是5×108V，平均电流大约是2×105A，一次闪电的时间为0.25s。则（　　）

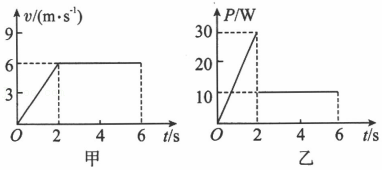
A．一次闪电释放的能量约为2.5×1013J

B．一次闪电平均功率约为1×1012W

C．云层带电的主要原因是摩擦起电

D．带电云层靠近地面时，地面带电的主要原因是摩擦起电

5．（九模拟）粗糙的水平地面上放着一滑块，现对其施加方向不变的水平拉力使其从静止开始运动。滑块的速度随时间变化的规律如图甲所示，拉力的功率随时间变化的规律如图乙所示，下列说法正确的是（　　）



A．滑块受到的摩擦力为5N

B．0～6s内，滑块克服摩擦力做的功为50J

C．0～2s内，水平拉力的大小为菁优网-jyeooN

D．0～6s内，水平拉力所做的功为70J

6．（秦淮区校级月考）用起重机将质量为m的物体匀速地吊起一段距离，那么作用在物体上各力的做功情况应该是下面的哪些说法不正确（　　）

A．重力做正功，拉力做负功，合力做功为零

B．重力做负功，拉力做正功，合力做正功

C．重力做负功，拉力做正功，合力做功为零

D．重力不做功，拉力做正功，合力做正功

7．（浦城县期中）关于力做功的问题，下列说法正确的是（　　）

A．一对作用力与反作用力，一定是一个做正功，另一个做负功

B．系统内一对滑动摩擦力的总功一定为负功

C．静摩擦力一定不做功

D．滑动摩擦力可以做正功，也可做负功

8．（赣州期中）斜面长5m，高2.5m，现用平行于该斜面，大小为100N的力F将质量为10kg的物体从斜面底端匀速推到斜面的顶端。在这个过程中（g取10m/s2）（　　）

A．力F做功500J B．力F做功250J

C．重力做功250J D．克服摩擦力做功250J

9．（兴庆区校级期中）某同学用定滑轮将质量m＝4kg的物体向上提升，他竖直向下拉绳子，使物体由静止开始以2m/s2的加速度上升，在此后的1s时间内，一切摩擦不计，以下说法正确的是（取g＝10m/s2）（　　）

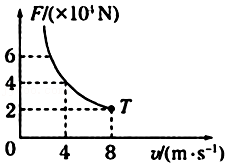
A．拉力F做的功为48J

B．拉力F在1s末的瞬时功率为48W

C．拉力F的平均功率为48W

D．物体克服重力做功的平均功率为80W

10．（让胡路区校级月考）一辆汽车以额定功率沿平直公路从静止开始启动，其牵引力F与行驶速度v的关系如图所示。加速过程在图中的T点结束，加速过程所用的时间t＝8s，经历的路程s＝50m。8s后汽车做匀速运动，若汽车所受阻力始终不变，则（　　）



A．汽车做匀速运动时的牵引力大小为2×104N

B．汽车所受的阻力大小为4×104N

C．汽车的额定功率为1.6×105W

D．汽车的质量为8.75×103kg

11．（青岛月考）如图所示为现代具有登高平台的消防车。伸缩臂能够在5min内使承载4人的登高平台上升60m到达灭火位置，人连同平台的总质量为400kg，伸缩臂的质量为800kg，可以认为相同长度伸缩臂的质量都相等。在登高平台上的消防队员用高压水枪灭火，水枪的出水量为3m3/min，水离开枪口时的速度为20m/s；适当调节水枪出水方向，可以使水流通过着火房间的窗户水平射入着火房间，重力加速度g＝10m/s2。下列说法正确的是（　　）



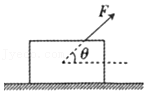
A．伸缩臂在抬升登高平台过程中发动机输出的功率为800W

B．伸缩臂在抬升登高平台过程中发动机输出的功率为1600W

C．高压水枪工作时发动机输出的功率为1×104W

D．高压水枪工作时发动机输出的功率为4×104W

12．（常熟市月考）质量为m的物体静止放置在粗糙的水平面上，物体与地面之间的动摩擦因数为μ，现对其施加一个大小为F、方向与水平方向夹θ角的拉力，如图所示，物体匀速向前运动了一段距离x，关于此过程，下列说法正确的是（　　）



A．物体受到的摩擦力f＝μmg

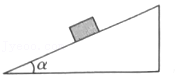
B．物体受到的摩擦力f≠μmg

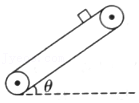
C．拉力F对物体做的功W＝Fx

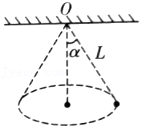
D．拉力F对物体做的功W≠Fx

13．（威宁县期末）关于图中所展现的物理现象，其中说法正确的是（　　）

A．菁优网：http://www.jyeoo.com人用力推木箱但没有推动，人对木箱没有做功

B．物体沿固定的斜面下滑，期间弹力对物体没有做功

C．物体随传送带匀速上升，期间摩擦力对物体没有做功

D．不可伸缩的细线一端拴小球另一端固定于O点，让小球在水平面内做匀速圆周运动，期间拉力对小球没有做功

14．（顺德区期末）下列说法中正确的是（　　）

A．静摩擦力可能不做功，而滑动摩擦力一定做负功

B．一质点在一对平衡力作用下做匀速直线运动，在同一段时间内这两个力做的功或者都为零，或者做功之和为零

C．作用力和反作用力所做的功一定一正一负

D．作用力和反作用力所做的功的大小不一定相等

15．（辽宁期末）某物体同时受到三个力作用而做匀减速直线运动，其中F1与加速度a的方向相同，F2与速度v的方向相同，F3与速度v的方向相反，则下列判断错误的是（　　）

A．F1对物体做正功 B．F2对物体做正功

C．F2对物体做负功 D．合外力对物体做负功

**三．填空题（共10小题）**

1．（静安区二模）如图所示，电梯由质量为1×103kg的轿厢、质量为8×102kg的配重、定滑轮和钢缆组成，轿厢和配重分别系在绕过定滑轮的钢缆两端，定滑轮与钢缆的质量可忽略不计。在与定滑轮同轴的电动机驱动下电梯正常工作，在轿厢由静止开始以2m/s2的加速度向上运行1s的过程中，钢缆对轿厢的拉力所做的功为　 　J，电动机对电梯整体共做功　 　J。（取g＝10m/s2）

菁优网：http://www.jyeoo.com

2．（山东模拟）兴趣小组为测一遥控电动小车的额定功率，进行了如下实验：

①用天平测出电动小车的质量为0.4kg；

②将电动小车、纸带和打点计时器按如图甲所示安装；

③接通打点计时器（其打点周期为0.02s）；

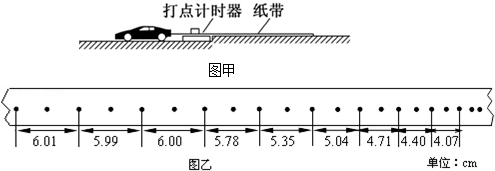
④使电动小车以额定功率加速运动，达到最大速度一段时间后关闭小车电源，待小车静止时再关闭打点计时器（设小车在整个过程中小车所受的阻力恒定）．在上述过程中，打点计时器在纸带上所打的部分点迹如图乙所示．

请你分析纸带数据，回答下列问题：（保留两位有效数字）

（1）该电动小车运动的最大速度为　 　m/s；

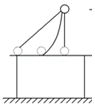
（2）关闭小车电源后，小车的加速度大小为　 　m/s2；

（3）该电动小车的额定功率为　 　W．

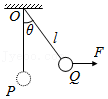


3．（江油市校级期中）重20N的铁球从离地面40m高处由静止开始下落，若空气阻力是球重的0.2倍，那么该球从下落到着地的过程中，重力对小球做功为　 　J，小球克服空气阻力做功为　 　J。

4．（徐汇区校级期中）如图，静止的物体沿1、2、3不同的光滑轨道由同一位置滑到水平桌面上，重力做功分别为WG1、WG2、WG3，比较其大小WG1　 　WG2　 　WG3（填＞，＝，＜）。由此可以推出重力做功的特点是：　 　。



5．（大武口区校级月考）如图所示，一质量为m的小球，用长为L的轻绳悬挂于O点，小球在水平恒定拉力F作用下，从最低点P沿着圆弧轨迹拉至轻绳与竖直方向夹角为θ处。若小球受到的空气阻力大小恒为f，且方向始终与小球运动速度方向相反，重力加速度为g，则在此过程中，恒力F做的功WF＝　 　，小球重力做的功WG＝　 　，空气阻力做的功Wf＝　 　。



6．（朝阳区校级期末）一个质量为m的物体自由下落，下落t秒内重力做功为　 　，t秒末重力的功率为　 　。

7．（渭滨区期末）如图，一质量m＝2kg的物体静止在光滑水平面上，在方向为水平向右、大小为8N的恒力F的作用下开始运动，则：力F在前3秒对物体所做功的平均功率为　 　；3s末力F对物体做功的瞬时功率为　 　。

菁优网：http://www.jyeoo.com

8．（宝山区校级月考）斜面放在水平面上，斜面上放着物体，不计一切摩擦，将斜面和物体静止释放，则物体受到斜面的支持力做功为　 　（填“正”、“负”或“零”），理由是　 　。



9．（辽宁期中）一辆动车组的总质量M＝2.0×105kg，额定输出功率为4800kW，假设该动车组在水平轨道上运动时的最大速度为270km/h，受到的阻力f与速度v满足f＝kv，该动车组以最大速度匀速行驶时的牵引力为　 　N，当匀速行驶的速度为最大速度一半时，动车组的输出功率为　 　kW。

10．（杨浦区校级期中）在平直的公路上用60N的水平力拉着重为500N的车向前运动了15m，则拉力做的功为　 　J，若作用时间t＝10s，则拉力做功的平均功率为　 　W。

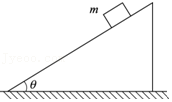
**四．计算题（共2小题）**

1．（朝阳区二模）2021年3月，在自由式滑雪世锦赛中，我国小将谷爱凌夺得两枚金牌。我们将她在滑雪坡面上向下滑行的一段过程，简化为小物块沿斜面下滑的过程，如图所示。已知物块质量为m，与斜面间的动摩擦因数为μ，斜面倾角为θ，重力加速度为g，不计空气阻力。

（1）在图中画出物块的受力示意图；

（2）求物块沿斜面下滑的加速度大小a；

（3）求物块沿斜面下滑的速度大小为v时，重力的瞬时功率P。



2．（诸暨市校级期中）如图所示，用F＝8N的水平拉力，使物体从A点由静止开始沿光滑水平面做匀加速直线运动到达B点。已知A、B之间的距离s＝8m，求：

（1）拉力F在此过程中所做的功；

（2）若物体从A到B刚好用时t＝4s，求拉力F做功的平均功率及t＝4s时的瞬时功率。

菁优网：http://www.jyeoo.com