# 2008年上海高考试卷

考生注意：

1．答卷前，考生务必将姓名、准考证号、校验码等填写清楚。

2．本试卷共10页，满分150分. 考试时间120分钟. 考生应用蓝色或黑色的钢笔或圆珠笔将答案直接写在试卷上。

3．本试卷一、四大题中，小题序号后标有字母A的试题，适合于使用一期课改教材的考生；标有字母B的试题，适合于使用二期课改教材的考生；其它未标字母A或B的试题为全体考生必做的试题。不同大题可以选择不同的A类或B类试题，但同一大题的选择必须相同，若在同一大题内同时选做A类、B类两类试题，阅卷时只以A类试题计分。

4．第19、20、21、22、23题要求写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤. 只写出最后答案，而未写出主要演算过程的，不能得分. 有关物理量的数值计算问题，答案中必须明确写出数值和单位。

## 一．（20分）填空题。本大题共5小题，每小题4分。答案写在题中横线上的空白处或指定位置，不要求写出演算过程。本大题中第1、2、3小题为分叉题；分A、B两类，考生可任选一类答题，若两类试题均做，一律按A类题计分。

1. A．某行星绕太阳的运动可近似看作匀速圆周运动，已知行星运动的轨道半径为 *R*，周期为 *T*，万有引力恒量为 *G*，则该行星的线速度大小为\_\_\_\_\_\_\_\_，太阳的质量可表示为\_\_\_\_\_\_。
2. A．如图所示，把电量为 − 5×10−9 C 的电荷，从电场中的 A 点移到 B 点，其电势能\_\_\_\_\_\_\_（选填“增大”、“减小”或“不变”）；若 A 点的电势 *U*A = 15 V，B点的电势*U*B = 10 V，则此过程中电场力做的功为\_\_\_\_\_\_。

*E*

B

A

1. A．1911年卢瑟福依据α粒子散射实验中α粒子发生了\_\_\_\_\_\_\_（选填“大”或“小”）角度散射现象，提出了原子的核式结构模型。若用动能为1 MeV的α粒子轰击金箔，其速度约为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_m/s。（质子和中子的质量均为1.67×10-27kg，1 MeV = 106eV）

1B．体积为*V*的油滴，滴在平静的水面上，扩展成面积为*S*的单分子油膜，则该油滴的分子直径约为\_\_\_\_\_\_。已知阿伏伽德罗常数为*N*A，油的摩尔质量为*M*，则一个油分子的质量为\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

2B．放射性元素的原子核在α衰变或β衰变生成新原子核时，往往会同时伴随着\_\_\_\_\_\_辐射。已知A、B两种放射性元素的半衰期分别为*T*1和*T*2，*t* = *T*1·*T*2时间后测得这两种放射性元素的质量相等，那么它们原来的质量之比*m*A∶*m*B = \_\_\_\_\_\_。

3B．某集装箱吊车的交流电动机输入电压为380V，则该交流电压的最大值为\_\_\_\_\_\_V。当吊车以0.1m/s的速度匀速吊起总质量为5.7×103kg的集装箱时，测得电动机的电流为20A，则电动机的工作效率为\_\_\_\_\_\_\_。（*g*取10m/s2）

1. 如图所示，在竖直平面内的直角坐标系中，一个质量为*m*的质点在外力*F*作用下，从坐标原点O由静止开始沿直线ON斜向下运动，直线ON与*y*轴负方向成*θ*角（*θ*＜）。则*F*大小至少为\_\_\_\_\_\_；若*F* = *mg*tan*θ*，则质点机械能大小的变化情况是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

*O*

*y*

*x*

N

*θ*

|  |
| --- |
| 表：伽利略手稿中的数据 |
| 1 | 1 | 32 |
| 4 | 2 | 130 |
| 9 | 3 | 298 |
| 16 | 4 | 526 |
| 25 | 5 | 824 |
| 36 | 6 | 1192 |
| 49 | 7 | 1600 |
| 64 | 8 | 2104 |

1. 在伽利略羊皮纸手稿中发现的斜面实验数据如右表所示，人们推测第二、三列数据可能分别表示时间和长度。伽利略的一个长度单位相当于现在的mm，假设一个时间单位相当于现在的0.5s。由此可以推算实验时光滑斜面的长度至少为\_\_\_\_\_m；斜面的倾角约为\_\_\_\_\_\_\_度。（g取10m/s2）

## 二．（40分）选择题. 本大题分单项选择题和多项选择题，共9小题，单项选择题有5小题，每小题给出的四个答案中只有一个是正确的，选对得4分；多项选择题有4小题，每小题给出的四个答案中，有二个或二个以上是正确的.选对的得5分；选对但不全，得部分分；有选错或不答的，得0分。把正确答案全选出来，并将正确答案前面的字母填写在题后的方括号内。填写在方括号外的字母，不作为选出的答案。

## I．单项选择题

1. 在下列四个核反应方程中，x表示质子的是（ ）

（A）3015P→3014Si＋x （B）23892U→23490Th＋x

（C）2713Al＋10n→2712Mg＋x （D）2713Al＋42He→3015P＋x

1. 如图所示，一根木棒AB在O点被悬挂起来，AO = OC，在A、C两点分别挂有二个和三个砝码，木棒处于平衡状态。如在木棒的A、C点各增加一个同样的砝码，则木棒（ ）

C

A

B

O

（A）绕O点顺时针方向转动

（B）绕O点逆时针方向转动

（C）平衡可能被破坏，转动方向不定

（D）仍能保持平衡状态

1. 物体做自由落体，*E*k 代表动能，*E*p 代表势能，*h* 代表下落的距离，以水平地面为零势能面，下列所示图像中，能正确反映各物理量之间关系的是（ ）

*E*p

*t*

*O*

A

*E*k

*E*p

*v*

*O*

B

*E*p

*O*

C

*E*p

*h*

*O*

D

1. 已知理想气体的内能与温度成正比。如图所示的实线为汽缸内一定质量的理想气体由状态1到状态2的变化曲线，则在整个过程中汽缸内气体的内能（ ）

*p*

*V*

*O*

等温线

1

2

（A）先增大后减小 （B）先减小后增大

（C）单调变化 （D）保持不变

1. 如图所示，平行于*y*轴的导体棒以速度*v*向右做匀速运动，经过半径为*R*、磁感应强度为*B*的圆形匀强磁场区域，导体棒中的感应电动势*E*与导体棒的位置*x*关系的图像是（ ）

×

×

×

×

×

×

×

*y*

*x*

*O*

*v*

*R*

*B*

*E*

*x*

*O*

A

2*BRv*

2*R*

*R*

*E*

*x*

*O*

B

2*BRv*

2*R*

*R*

*E*

*x*

*O*

C

2*BRv*

2*R*

*R*

*E*

*x*

*O*

D

2*BRv*

2*R*

*R*

## II．多项选择题

1. 某物体以30m/s的初速度竖直上抛，不计空气阻力，g取10m/s2。5s内物体的（ ）

（A）路程为65m

（B）位移大小为25m，方向向上

（C）速度改变量的大小为10m/s

（D）平均速度大小为13m/s，方向向上

1. 在杨氏双缝干涉实验中，如果（ ）

（A）用白光作为光源，屏上将呈现黑白相间的条纹

（B）用红光作为光源，屏上将呈现红黑相间的条纹

（C）用红光照射一条狭缝，用紫光照射另一条狭缝，屏上将呈现彩色条纹

（D）用紫光作为光源，遮住其中一条狭缝，屏上将呈现间距不等的条纹

1. 如图所示，两端开口的弯管，左管插入水银槽中，右管有一段高为*h*的水银柱，中间封有一段空气。则（ ）

*h*

（A）弯管左管内外水银面的高度差为*h*

（B）若把弯管向上移动少许，则管内气体体积增大

（C）若把弯管向下移动少许，右管内的水银柱沿管壁上升

（D）若环境温度升高，右管内的水银柱沿管壁上升

1. 如图所示，在光滑绝缘水平面上，两个带等量正电的点电荷M、N，分别固定在A、B两点，O为AB连线的中点，CD为AB的垂直平分线。在CD之间的F点由静止释放一个带负电的小球P（设不改变原来的电场分布），在以后的一段时间内，P在CD连线上做往复运动，则（ ）

M

A

O

C

D

P

N*N*

B

**－**

F

（A）小球P的带电量缓慢减小，则它往复运动过程中的振幅不断减小

（B）小球P的带电量缓慢减小，则它往复运动过程中每次经过O点时的速率不断减小

（C）点电荷M、N的带电量同时等量地缓慢增大，则小球P往复运动过程中周期不断减小

（D）点电荷M、N的带电量同时等量地缓慢增大，则小球P往复运动过程中的振幅不断减小

## 三．（30分）实验题.

1. （4分）如图所示，用导线将验电器与洁净鋅板连接，触摸锌板使验电器指示归零，用紫外线照射锌板，验电器指针发生明显偏转，接着用毛皮摩擦过的橡胶棒接触锌板，发现验电器指针张角减小，此现象说明锌板带\_\_\_\_\_\_电（选填“正”或“负”）；若改用红外线重复以上实验，结果发现验电器指针根本不会偏转，说明金属锌的极限频率\_\_\_\_\_\_红外线的频率（选填“大于”或“小于”）。

锌

板

1. （4分，单选题）用如图所示的实验装置观察光的薄膜干涉现象，图（a）是点燃的酒精灯（在灯芯上洒些盐），图（b）是竖立的附着一层肥皂液薄膜的金属线圈，将金属线圈在其所在的平面内缓慢旋转，观察到的现象是（ ）

（a）

（b）

（A）当金属线圈旋转30°时，干涉条纹同方向旋转30°

（B）当金属线圈旋转45°时，干涉条纹同方向旋转90°

（C）当金属线圈旋转60°时，干涉条纹同方向旋转30°

（D）干涉条纹保持不变

1. （6分）在“用单摆测重力加速度”的实验中。

*O*

（1）某同学的操作步骤为：

a．取一根细线，下端系住直径为 *d* 的金属小球，上端固定在铁架台上

b．用米尺量得细线长度 *l*

c．在细线偏离竖直方向 5° 位置释放小球

d．用秒表记录小球完成 *n* 次全振动所用的总时间*t*，得到周期*T* = *t*/*n*

e．用公式 *g* = 计算重力加速度

按上述方法得出的重力加速度值与实际值相比\_\_\_\_\_\_\_\_\_（选填“偏大”、“相同”或“偏小”）。

（2）已知单摆在任意偏角*θ*时的周期公式可近似为*T*′ = *T*0[1 + *a*sin2]，式中 *T*0 为偏角 *θ*趋近于 0° 时的周期，*a* 为常数。为了用图像法验证该关系式，需要测量的物理量有\_\_\_\_\_\_；若某同学在实验中得到了如图所示的图线，则图像中的横轴表示\_\_\_\_\_\_\_\_。

1. （6分）某同学利用图（a）所示的电路研究灯泡L1（6V，1.5W）、L2（6V，10W）的发光情况（假设灯泡电阻恒定），图（b）为实物图。

（1）他分别将L1、L2接入图（a）中的虚线框位置，移动滑动变阻器的滑片，当电压表示数为6 V时，发现灯泡均能正常发光。在图（b）中用笔线代替导线将电路连线补充完整。

（2）接着他将L1和L2串联后接入图（a）中的虚线框位置，移动滑动变阻器的滑片，当电压表示数为6V时，发现其中一个灯泡亮而另一个灯泡不亮，出现这种现象的原因是\_\_\_\_\_。

（3）现有如下器材：电源*E*（6V，内阻不计），若灯泡L1（6V，1.5W）、L2（6V，10W）、L3（6V，10W），单刀双掷开关S，在图（c）中设计一个机动车转向灯的控制电路：当单刀双掷开关S与1相接时，信号灯L1亮，右转向灯L2亮而左转向灯L3不亮；当单刀双掷开关S与2相接时，信号灯L1亮，左转向灯L3亮而右转向灯L2不亮。

V

A

*R*

*E*

S

P

（a）

（b）

L1

L2

L3

*E*

S

（c）

1

2

1. （10分）如图所示是测量通电螺线管A内部磁感应强度*B*及其与电流*I*关系的实验装置。将截面积为*S*、匝数为*N*的小试测线圈P置于通电螺线管A中间，试测线圈平面与螺线管的轴线垂直，可认为穿过该试测线圈的磁场均匀，将试测线圈引线的两端与冲击电流计D相连。拨动双刀双掷换向开关K，改变通入螺线管的电流方向，而不改变电流的大小，在P中产生的感应电流引起D的指针偏转。

试测线圈P

1

A

*I*

螺线管A

冲击电流计D

2

K

*R*

*E*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 实验次数 | 电流*I*（A） | 磁感应强度*B*（×10-3T） |
| 1 | 0.5 | 0.62 |
| 2 | 1.0 | 1.25 |
| 3 | 1.5 | 1.88 |
| 4 | 2.0 | 2.51 |
| 5 | 2.5 | 3.12 |

（1）将开关合到位置1，待螺线管中的电流稳定后，再将K从位置1拨到位置2，测得D的最大偏转距离为*d*m，已知冲击电流计的磁通灵敏度为*D*φ，*D*φ = ，式中Δ*φ*为单匝试测线圈磁通量的变化量，则试测线圈所在处的磁感应强度的大小为*B* = \_\_\_\_\_；若将K从位置1拨到位置2所用的时间为Δ*t*，则试测线圈P中产生的平均感应电动势*ε* = \_\_\_\_\_\_\_\_。

（2）调节可变电阻*R*，多次改变电流并拨动K，得到A中电流I和磁感应强度B的数据，见右表。由此可得，螺线管A内磁感应强度B与电流*I*的关系式为*B* = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

（3）（多选题）为了减少实验误差，提高测量的准确性，可采取的措施有（ ）

（A）适当增加试测线圈的匝数*N*

（B）适当增大试测线圈的横截面积*S*

（C）适当增大可变电阻*R*的阻值

（D）适当延长拨动开关的时间

## 四．（60分）计算题.

A类题（适合于使用一期课改教材的考生）

1. A．（10分）汽车行驶时轮胎的胎压太高容易造成爆胎事故，太低又会造成耗油量上升。已知某型号轮胎能在－40℃～90℃正常工作，为使轮胎在此温度范围内工作时的最高胎压不超过3.5atm，最低胎压不低于1.6atm，那么，在*t* = 20℃时给该轮胎充气，充气后的胎压在什么范围内比较合适（设轮胎的体积不变）

B类题（适合于使用二期课改教材的考生）

20B．（10分）某小型水电站输出功率为20kW，输电线路总电阻是6Ω，

（1）若采用380V输电，求输电线路损耗的功率；

（2）若改用5000V高压输电，用户端利用*n*1∶*n*2 = 22∶1的变压器降压，求用户得到的电压。

1. （12分）总质量为80kg的跳伞运动员从离地500m的直升机上跳下，经过2s拉开绳索开启降落伞，如图所示是跳伞过程中的*v*-*t*图，试根据图像求：（g取10m/s2）

0

2

2

4

4

6

6

8

8

10

10

12

12

14

14

16

16

18

18

20

20

22

24

*t*/s

*v*/m·s-1

（1）*t* = 1s时运动员的加速度和所受阻力的大小；

（2）估算14s内运动员下落的高度及克服阻力做的功；

（3）估算运动员从飞机上跳下到着地的总时间。

1. （12分）有两列简谐横波 a、b 在同一媒质中沿*x*轴正方向传播，波速均为 *v* = 2.5m/s。在 *t* = 0 时两列波的波峰正好在 *x* = 2.5 m 处重合，如图所示。

− 3.0

− 2.0

− 1.0

0

1.0

2.0

3.0

*x*/m

*y*/m

a

b

（1）求两列波的周期 *T*a 和 *T*b；

（2）求 *t* = 0 时两列波的波峰重合处的所有位置；

（3）辩析题：分析和判断在 *t* = 0 时是否存在两列波的波谷重合处。

某同学分析如下：既然两列波的波峰与波峰存在重合处，那么波谷与波谷重合处也一定存在。只要找到这两列波半波长的最小公倍数，……，即可得到波谷与波谷重合处的所有位置，

你认为该同学的分析正确吗？若正确，求出这些位置；若不正确，指出错误处并通过计算说明理由。

1. （12分）如图所示为研究电子枪中电子在电场中运动的简化模型示意图。在Oxy平面的ABCD区域内，存在两个大小均为E的匀强电场Ⅰ和Ⅱ，两电场的边界均是边长为L的正方形（不计粒子所受重力）。

*O*

*L*

*L*

*L*

A

B

P

C

D

*E*

*E*

*L*

Ⅰ

Ⅱ

*y*

*x*

（1）在该区域AB边的中点处由静止释放电子，求电子离开ABCD区域的位置；

（2）在电场Ⅰ区域内适当位置由静止释放电子，电子恰能从ABCD区域左下角D处离开，求所有释放点的位置；

（3）若将左侧电场Ⅱ整体水平向右移动（*n*≥1），仍使电子从ABCD区域左下角D处离开（D不随电场移动），在电场Ⅰ区域内由静止释放电子的所有位置。

1. （14分）如图所示，竖直平面内有一半径为*r*、电阻为*R*1、粗细均匀的光滑半圆形金属环，在M、N处与距离为2*r*、电阻不计的平行光滑金属导轨ME、NF相接，EF之间接有电阻*R*2，已知*R*1 = 12*R*，*R*2 = 4*R*。在MN上方及CD下方有水平方向的匀强磁场Ⅰ和Ⅱ，磁感应强度大小均为B。现有质量为*m*、电阻不计的导体棒ab，从半圆环的最高点A处由静止下落，在下落过程中导体棒始终保持水平，与半圆形金属环及轨道接触良好，设平行导轨足够长。已知导体棒下落时的速度大小为*v*1，下落到MN处时的速度大小为*v*2。

**× × × ×**

**× × × ×**

**× × × ×**

a

b

A

O

M

N

Ⅰ

C

D

E

F

Ⅱ

*B*

*R*2

*R*1

*r*

*h*

**× × × ×**

**× × × ×× × × ×**

（1）求导体棒ab从A处下落时的加速度大小；

（2）若导体棒ab进入磁场Ⅱ后棒中电流大小始终不变，求磁场Ⅰ和Ⅱ之间的距离*h*和*R*2上的电功率*P*2；

（3）若将磁场Ⅱ的CD边界略微下移，导体棒ab进入磁场Ⅱ时的速度大小为*v*3，要使其在外力*F*作用下做匀加速直线运动，加速度大小为*a*，求所加外力*F*随时间变化的关系式。

# 参考答案

## 一、填空题（20分）

1A、， 2A、增大，－2.5×10-8J， 3A、大，6.9×106，

1B、，， 2B、γ，2T2－T1 3B、537，75%

4、*mg*sin*θ*，增大或减小， 5、2.034，1.5°

## 二．选择题（40分）

6、C 7、D 8、B 9、B 10、A

11、AB 12、BD 13、ACD 14、BCD

## 三．实验题（30分）

15．正，大于

16．D

17．（1）偏小

（2）*T*′、*θ*，*T*′

18．（1）如图b



（2）由于L1电阻比L2大得多，所以L2两端分到的电压很小，虽然有电流流过，但功率很小，不能发光

（3）如图c

19．（1），

（2）*B* = 1.25×10-3 *I*（填“*kI*”同样给分）

（3）A、B

## 四、计算题（60分）

20A．（10分）

解：由于轮胎容积不变，轮胎内气体做等容变化。设在T0 = 293K充气后的最小胎压为Pmin，最大胎压为Pmax。依题意，当T1 = 233K时胎压为P1 = 1.6atm。根据查理定律

P1/T1 = Pmin/T0

1.6/233 = Pmin/293

解得：Pmin = 2.01atm

当T2 = 363K时胎压为P2 = 3.5atm。根据查理定律

P2/T2 = Pmax/T0

3.5/363 = Pmax/293

解得：Pmax = 2.83atm

20B．（10分）

解：（1）输电线上的电流强度为

I = = A = 52.63A

输电线损耗的功率为

P损 = I2R = 52.632×6W = 16620W = 16.62kW

（2）该用高压输电后，输电线上的电流强度变为

I′ = = A = 4A

用户端在变压器降压前获得的电压

U1 = U－I′R = （5000－4×6）V = 4976V

根据 =

用户得到的电压为

U2 = U1 = ×4976 = 226.18V

21．（12分）

解：（1）由图中可以看出，在t = 2s内运动员做匀加速运动，其加速度大小为

*a* = = m/s2 = 8m/s2

设此过程中运动员受到的阻力大小为f，根据牛顿第二定律，有

mg－f = ma

得*f* = mg－ma = 80×（10－8）N = 160N

（2）从图中可以估算出运动员在14s内下落了

39.5×2×2m = 158m

根据动能定理，有

mgh－Wf = mv2

所以有*W*f = mgh－mv2 = （80×10×158－0.5×80×62）J≈1.25×105J，

（3）14s后运动员做匀速运动的时间为

t′ = = = 57s

运动员从飞机上跳下到着地需要的总时间

*t*总 = t＋t′ = （14＋57）s = 71s

22．（12分）

解：（1）从图中可以看出两列波的波长分别为 *λ*a = 2.5 m，*λ*b = 4 m，因此它们的周期分别为

*T*a = = s = 1s

*T*b = = s = 1.6s

（2）两列波长的最小公倍数为

*s* = 20 m

在 *t* = 0 时，两列波的波峰重合处的所有位置为

*x* = 2.5 ± 20*k*，*k* = 0，1，2，3……

（3）该同学的分析不正确。

要找两列波的波谷与波谷重合处，必须从波峰重合处出发，找到这两列波半波长的奇数倍恰好相等的位置。设距离 *x* = 2.5 m 为 *L* 处两列波的波谷与波谷相遇，并设

*L* = （2*m* −1），*L* = （2*n* − 1），式中 *m*、*n* 均为正整数

只要能找到对应的 *m*、*n* 即可。

将 *λ*a = 2.5 m，*λ*b = 4 m 代入并整理，得

= = =

由于上式中的 *m*、*n* 在正整数范围内无解，所以不存在波谷与波谷重合处。

23．（12分）

解：（1）设电子的质量为 *m*，电量为 *q*，电子在电场 Ⅰ 中做匀加速直线运动哦，出区域 Ⅰ 时的速度为 *v*0，此后进入电场 Ⅱ 做类平抛运动。假设电子从 CD 边射出，出射点纵坐标为 *y*，有

*eEL* = *mv*02

（－y） = at2 = ×

解得 y = L，所以原假设成立，即电子离开 ABCD 区域的位置坐标为（− 2*L*，*L*）。

（2）设释放点在电场区域Ⅰ中，其坐标为（x，y），在电场Ⅰ中电子被加速到v1，然后进入电场Ⅱ做类平抛运动，并从D点离开，有

eEx = mv12

y = at2 = ×

解得 *xy* = ，即在电场 Ⅰ 区域内满足该方程的点即为所求位置。

（3）设电子从（*x*，*y*）点释放，在在电场Ⅰ中加速到v2，进入电场Ⅱ做类平抛运动，在高度为y′处离开电场Ⅱ时的情景与（2）中类似，然后电子做匀速直线运动，经过D点，则有

eEx = mv22

y－y′ = at2 = ×

vy = at = ，y′ = vy∙

解得*xy* = *L*2（＋），即在电场Ⅰ区域内满足该方程的点即为所求位置

24．（14分）

解：（1）以导体棒为研究对象，棒在磁场Ⅰ中切割磁感线，棒中产生感应电动势，导体棒ab从A下落*r*/2时，导体棒在重力与安培力作用下做加速运动，由牛顿第二定律，得

*mg*－*BIL* = *ma*，式中*l* = *r*

*I* =

式中*R*总 = = 4*R*

由以上各式，得到

*a* = *g*－

（2）当导体棒ab通过磁场Ⅱ时，若安培力恰好等于重力，棒中电流大小始终不变，即

*mg* = *BI*∙2*r* = *B*∙∙2*r* =

式中*R*并 = = 3*R*

解得*v*t =

导体棒从MN到CD做加速度为*g*的匀加速直线运动，有

*v*12－*v*22 = 2*gh*

得*h* = －

此时导体棒重力的功率为

*P*G = *mgv*t =

根据能量守恒定律，此时导体棒重力的功率完全转化为电路中的电功率，即

*P*电 = *P*1＋*P*2 = *P*G = *mgv*t =

所以*P*2 = *P*G =

（3）设导体棒ab进入磁场Ⅱ后经过时间t的速度大小为*v*t′，此时的安培力大小为

*F*′ =

由于导体棒ab做匀加速直线运动，有

*v*t′ = *v*3＋*at*

根据牛顿第二定律，有

*F*＋*mg*－*F*′ = *ma*

由以上各式，解得

*F* = （*v*3＋*at*）＋*ma*－*mg*