2013 北京东城高三二模

物　　理

一、选择题（共 8 小题，每小题 6 分，满分 48 分）

1.（6 分）下列说法正确的是（　　）

A．同一元素的两种同位素具有相同的质量数

B．$^{14}_{6}C$的半衰期会随着周围环境的温度的变化而改变

C．在核聚变反应中，反应物的总质量等于生成物的总质量

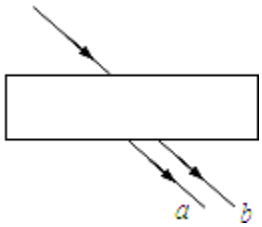
D．在卢瑟福的 α 粒子散射实验中，有少数 α 粒子发生大角度偏转

2.（6 分）已知铜的摩尔质量为 M，铜的密度为 ρ，阿伏伽德罗常数为 N，下列说法正确的是（　　）

A．1 个铜原子的质量为$\frac{N}{M}$　B．1 个铜原子的质量为$\frac{M}{N}$

C．1 个铜原子所占的体积为$\frac{MN}{\rho}$　D．1 个铜原子所占的体积为$\frac{\rho M}{N}$

3.（6 分）如图所示，平行厚玻璃板放在空气中，一束复色光斜射向玻璃板上表面，出射光分成 a、b 两束单色光．对于 a、b 两束光，下面说法正确的是（　　）



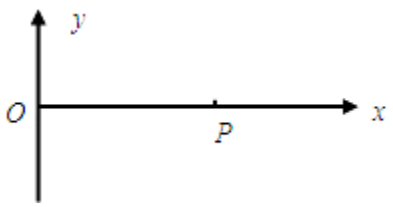
A．玻璃对 a 光的折射率较小

B．a 光在玻璃中的传播速度较小

C．若 a、b 光从同一介质斜射入真空时，a 光的全反射临界角较大

D．若 a 光照射某金属能发射出光电子，则 b 光照射该金属也一定能发射出光电子

4.（6 分）如图所示，位于原点 O 处的波源在 t=0 时刻，从平衡位置（在 x 轴上）开始沿 y 轴正方向做周期为 T 的简谐运动，该波源产生的简谐横波沿 x 轴正方向传播，波速为 v，关于在 x=$\frac{3}{2}$vT 处的质点 P，下列说法正确的是（　　）



A．质点 P 开始振动的方向沿 y 轴正方向

B．质点 P 振动周期为 T，振动速度的最大值为 v

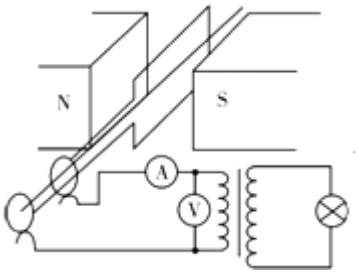
C．若某时刻波源在波谷，则质点 P 也一定在波谷

D．若某时刻质点 P 在波峰，则波源在也一定在波峰

5.（6 分）美国研究人员最近在太阳系边缘新观测到一个类行星天体，其直径估计在 1600 公里左右，是自 1930 年发现冥王星以来人类在太阳系中发现的最大天体．若万有引力常量为 G，太阳的质量为 M．天体的半径为 R、质量为 m，天体与太阳的中心间距为 r，天体的运行轨道近似地看作圆，该天体运行的公转周期为（　　）

A．$2\pi\sqrt{\frac{r^2}{Gm}}$　B．$2\pi\sqrt{\frac{R^2}{GM}}$　C．$2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$　D．$2\pi\sqrt{\frac{R^3}{Gm}}$

6.（6 分）某兴趣小组用实验室的手摇发电机和理想变压器给一个灯泡供电，电路如图，当线圈以较大的转速 n 匀速转动时，电压表示数是 U_1，额定电压为 U_2 的灯泡正常发光，灯泡正常发光时电功率为 P，手摇发电机的线圈电阻是 r，则有（　　）



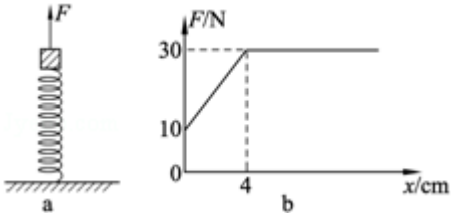
A．电流表的示数是$\frac{P}{U_1}$

B．变压器的原副线圈的匝数比是 U_2：U_1

C．变压器输入电压的瞬时值 $\mu=U_2\sin 2\pi nt$

D．手摇发电机的线圈中产生的电动势最大值是 $E_m=\sqrt{2}U_1$

7.（6 分）如图 a 所示，一轻质弹簧的下端固定在水平面上，上端放置一物体（物体与弹簧不连接），初始时物体处于静止状态．现用竖直向上的拉力 F 作用在物体上，使物体开始向上做匀加速运动，拉力 F 与物体位移 x 的关系如图 b 所示（$g=10m/s^2$），则正确的结论是（　　）



A．物体与弹簧分离时，弹簧处于压缩状态

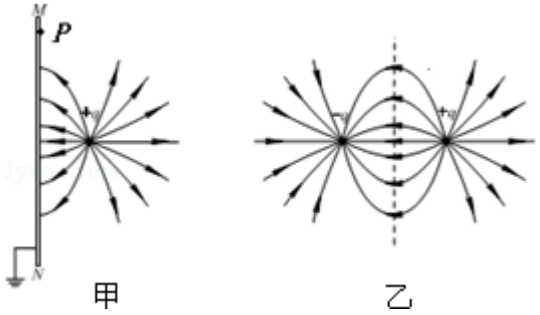
B．弹簧的劲度系数为 7.5N/cm

C．物体的质量为 3kg

D．物体的加速度大小为 $5m/s^2$

8.（6 分）如图所示，图甲中 MN 为足够大的不带电薄金属板，在金属板的右侧，距离为 d 的位置上放入一个电荷量为+q 的点电荷 O，由于静电感应产生了如图甲所示的电场分布．P 是金属板上的一点，P 点与点电荷 O 之间的距离为 r，几位同学想求出 P 点的电场强度大小，但发现问题很难．几位同学经过仔细研究，从图乙所示的电场得到了一些启示，经过查阅资料他们知道：图甲所示的电场分布与图乙中虚线右侧的电场分布是一样的．图乙中两异号点

电荷电荷量的大小均为 q，它们之间的距离为 2d，虚线是两点电荷连线的中垂线．由此他们分别对 P 点的电场强度方向和大小做出以下判断，其中正确的是（　　）



A．方向沿 P 点和点电荷的连线向左，大小为$\frac{2kqd}{r^3}$

B．方向沿 P 点和点电荷的连线向左，大小为$\frac{2kq\sqrt{r^2-d^2}}{r^3}$

C．方向垂直于金属板向左，大小为$\frac{2kqd}{r^3}$

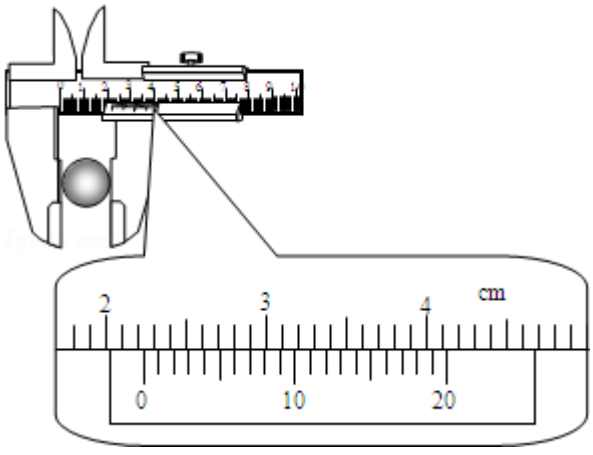
D．方向垂直于金属板向左，大小为 $\frac{2kq\sqrt{r^2-d^2}}{r^3}$

二、解答题（共 4 小题，满分 0 分）

9．实验题：

（1）在用“单摆测重力加速度”的实验中：

①某同学在实验中测得的小球直径为 d，测定了摆线的长度为 l，用秒表记录小球完成 n 次全振动的总时间为 t，则当地的重力加速度的表示式为 g=____（用 d、l、n、t 表示）．若该同学用游标卡尺测定了小球的直径，如图 1 所示，则小球直径为____cm；



②为了尽可能减小实验误差，下述操作中可行的是____．

A．摆线偏离竖直方向的最大摆角小于 5°

B．当小球通过平衡位置时开始计时

C．让小球尽可能在同一竖直面内摆动

D．减小摆球的质量

（2）某同学要测量一节干电池的电动势和内电阻．

①实验室除提供开关 S 和导线外，有以下器材可供选择：电压表：V（量程 3v，内阻 R_v=10kΩ）电流表：G（量程 3mA，内阻 R_g=100Ω）电流表：A（量程 3A，内阻约为 0.5Ω）滑动变阻器：R_1（阻值范围 0～10Ω，额定电流 2A）R_2（阻值范围 0～1000Ω，额定电流 1A）定值电阻：R_3=0.5Ω该同学依据器材画出了如图 1 所示的原理图，他没有选用电流表 A 的原因是____．

②该同学将电流表 G 与定值电阻 R_3 并联，实际上是进行了电表的改装，则他改装后的电流表对应的量程是____A．

③为了能准确地进行测量，同时为了操作方便，实验中应选用的滑动变阻器____（填写器材的符号）

④该同学利用上述实验原理图测得数据，以电流表 G 读数为横坐标，以电压表 V 读数为纵坐标绘出了如图 2 所示的图线，根据图线可求出电源的电动势 E=____V （结果保留三位有效数字），电源的内阻 r=____Ω （结果保留两位有效数字）．

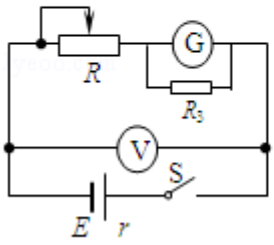


图 1

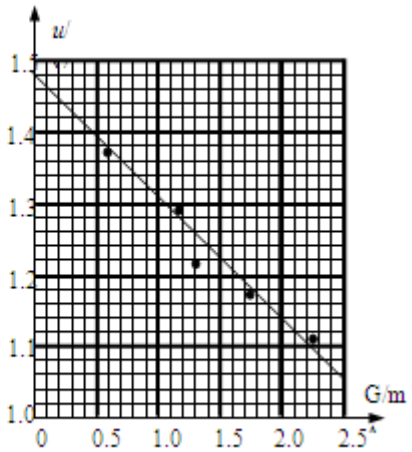


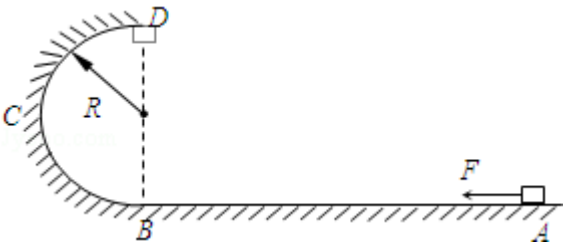
图2

10．如图所示，AB 为水平轨道，A、B 间距离 s=1.25m，BCD 是半径为 R=0.40m 的竖直半圆形轨道，B 为两轨道的连接点，D 为轨道的最高点．有一小物块质量为 m=1.0kg，小物块在 F=10N 的水平力作用下从 A 点由静止开始运动，到达 B 点时撤去力 F，它与水平轨道和半圆形轨道间的摩擦均不计．g 取 10m/s^2，求：

（1）撤去力 F 时小物块的速度大小；

（2）小物块通过 D 点瞬间对轨道的压力大小；

（3）小物块通过 D 点后，再一次落回到水平轨道 AB 上，落点和 B 点之间的距离大小．

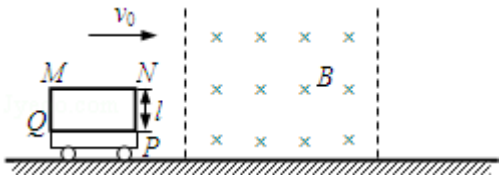


11．如图所示，在质量为 M=0.99kg 的小车上，固定着一个质量为 m=0.01kg、电阻 R=1Ω 的矩形单匝线圈 MNPQ，其中 MN 边水平，NP 边竖直，MN 边长为 L=0.1m，NP 边长为 l=0.05m．小车载着线圈在光滑水平面上一起以 v_0=10m/s 的速度做匀速运动，随后进入一水平有界匀强磁场（磁场宽度大于小车长度）．磁场方向与线圈平面垂直并指向纸内、磁感应强度大小 B=1.0T．已知线圈与小车之间绝缘，小车长度与线圈 MN 边长度相同．求：

（1）小车刚进入磁场时线圈中感应电流 I 的大小和方向；

（2）小车进入磁场的过程中流过线圈横截面的电量 q；

（3）如果磁感应强度大小未知，已知完全穿出磁场时小车速度 v_1=2m/s，求小车进入磁场过程中线圈电阻的发热量 Q．

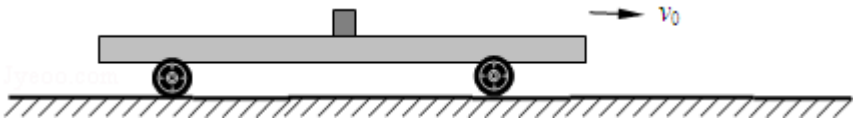


12．如图所示，在光滑的水平长直轨道上，有一质量为 M=3kg、长度为 L=2m 的平板车以速度 v_0=4m/s 匀速运动．某时刻将质量为 m=1kg 的小滑块轻放在平板车的中点，小滑块与车面间的动摩擦因数为 μ=0.2，取 g=10m/s^2．

（1）若小滑块最终停在平板车上，小滑块和平板车摩擦产生的内能为多少？

（2）若施加一个外力作用在平板车上使其始终保持速度为 v_0=4m/s 的匀速运动，当小滑块放到平板车中点的同时，对该小滑块施加另一个与平板车运动方向相同的恒力 F，要保证滑块不能从平板车的左端掉下，恒力 F 大小应该满足什么条件？

（3）在（2）的情况下，力 F 取最小值，要保证滑块不从平板车上掉下，力 F 的作用时间应该在什么范围内？



参考答案

一、选择题（共 8 小题，每小题 6 分，满分 48 分）

1.【解答】A、同种元素的同位素，电荷数相同，中子数不同，则质量数不同．故 A 错误．

B、半衰期的大小由原子核内部因素决定，与温度无关．故 B 错误．

C、在核聚变反应中，有能量放出，根据质能方程知有质量亏损，即反应物的总质量大于生成物的总质量．故 C 错误．

D、在卢瑟福的 α 粒子散射实验中，有少数 α 粒子发生大角度偏转．故 D 正确．

故选 D.

2.【解答】A、铜原子的质量等于摩尔质量除以阿伏伽德罗常数 N，即 $m_0=\frac{M}{N}$，故 A 错误；

B、铜原子的质量等于摩尔质量除以阿伏伽德罗常数 N，即 $m_0=\frac{M}{N}$，故 B 正确；

C、铜原子所占的体积等于摩尔体积除以阿伏伽德罗常数，即 $V_0=\frac{\frac{M}{\rho}}{N}=\frac{M}{\rho N}$故 C 错误

D、铜原子所占的体积等于摩尔体积除以阿伏伽德罗常数，即 $V_0=\frac{\frac{M}{\rho}}{N}=\frac{M}{\rho N}$故 D 错误

故选 B.

3.【解答】A、根据光路图知，a 光的偏折程度大于 b 光，则 a 光的折射率大于 b 光．故 A 错误．

B、a 光的折射率大，根据 $v=\frac{c}{n}$知，a 光在介质中传播的速度较小．故 B 正确．

C、根据 $\sin C=\frac{1}{n}$知，a 光的折射率大，则 a 光全反射的临界角较小．故 C 错误．

D、a 光的折射率大，则 a 光的频率大，a 光照射某金属能发射出光电子，则 b 光照射该金属不一定能发射出光电子．故 D 错误．

故选 B.

4.【解答】A、根据波的特点：简谐波传播过程中，质点的起振方向都与波源的起振方向相同，故质点 P 开始振动的方向沿 y 轴正方向．故 A 正确．

B、质点 P 振动周期与 O 点振动周期相同，也为 T．但其振动速度与波速不同．故 B 错误．

C、D，$x=\frac{3}{2}vT=\frac{3}{2}\lambda$，P 与 O 是反相点，故若某时刻波源在波谷，则质点 P 一定在波峰；故 CD 错误．

故选 A

5.【解答】天体绕太阳做圆周运动受到的万有引力提供向心力得，

$\frac{GMm}{r^2}=m\frac{4\pi^2 r}{T^2}$

$T=2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$故 A、B、D 错误，C 正确.

故选 C.

6.【解答】A、理想变压器的输入功率和输出功率相等，灯泡正常发光时电功率为 P，所以输入功率为 P，电流表的示数是$\frac{P}{U_1}$，故 A 正确

B、电压与匝数成正比，所以变压器的原副线圈的匝数比是 U_1：U_2. 故 B 错误

C、线圈以较大的转速 n 匀速转动时，所以 $\omega=2\pi n$，所以变压器输入电压的瞬时值 $\mu=\sqrt{2}U_1\sin 2\pi nt$，故 C 错误

D、手摇发电机的线圈中产生的电动势最大值是 $E_m=\sqrt{2}(U_1+\frac{P}{U_1}r)$，故 D 错误

故选 A.

7.【解答】A、物体与弹簧分离时，弹簧恢复原长，故 A 错误；

B、C、D、刚开始物体处于静止状态，重力和弹力二力平衡，有

$mg=kx$ ①

拉力 F_1 为 10N 时，弹簧弹力和重力平衡，合力等于拉力，根据牛顿第二定律，有

$F_1+kx-mg=ma$ ②

物体与弹簧分离后，拉力 F_2 为 30N，根据牛顿第二定律，有

$F_2-mg=ma$ ③

代入数据解得

$m=2kg$

$k=500N/m=5N/cm$

$a=5m/s^2$

故 B 错误，C 错误，D 正确；

故选：D.

8.【解答】根据 P 点的电场线方向可以得 P 点的电场强度方向是垂直于金属板向左，

两异号点电荷电荷量的大小均为 q，它们之间的距离为 2d，

P 点与点电荷 O 之间的距离为 r，

根据点电荷的场强公式 $E=\frac{kQ}{r^2}$

P 点的电场是由两异号点电荷分别产生的场强叠加产生的.

根据场强的叠加法则和几何关系得：大小为 $\frac{2kqd}{r^3}$.

故选 C.

二、解答题（共 4 小题，满分 0 分）

9.【解答】（1）①单摆的周期为 $T=\frac{t}{n}$，摆长为 $L=l+\frac{d}{2}$，由单摆的周期公式 $T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ 得

$g=\frac{4\pi^2n^2(l+\frac{d}{2})}{t^2}$；小球直径为 d=2.235cm；

②A、单摆在摆角很小的情况下才做简谐运动，则单摆偏离平衡位置的角度不能太大，一般不超过 5°，故 A 正确.

B、当单摆经过平衡位置时开始计时，一方面便于测量周期，二是摆球的速度最大，引起的时间误差误差较小. 故 B 正确.

C、让小球尽可能在同一竖直面内摆动，不能形成圆锥摆，否则周期将减小. 故 C 正确.

D、单摆的周期与摆球的质量无关. 故 D 错误.

故选 ABC

（2）①一节干电池的电动势 E=1.5V，滑动变阻器 R_1 阻值范围 0～10Ω，则电路中最小电流约为 $I_{min}=\frac{E}{R}=\frac{1.5}{10}A=0.15A$，

故电流表 A 的量程是 3A，可见，此电流表量程太大.

②设改装后电流表的量程为 I，则有

$I=I_g+\frac{I_gR_g}{R_3}=0.003A+\frac{3\times10^{-3}\times100}{0.5}A=0.60A$

③为使电路中电流较大，并且方便调节，故实验中应选用的滑动变阻器是 R_1.

④由上可知，改装后电流表的量程是电流表 G 量程的 200 倍，图象的纵截距 b 等于电源的电动势，由图读出电源的电动势 E=1.48V.

图线的斜率大小 k=r，由数学知识知，$k=\frac{1.48-1.06}{2.5\times200\times10^{-3}}=0.84$，则电源的内阻 r=k=0.84Ω

故答案为：

①量程与被测电流值相比较太大　②0.60　③R_1　④1.48，0.84

10.【解答】解：（1）当物块从 A 滑向 B 时，设在 B 点撤去 F 时速度大小为 v_B.

根据动能定理得：$Fs=\frac{1}{2}mv_B^2$

得 $v_B=5m/s$

（2）小物块从 B 到 D 点瞬间，由动能定理得：

$-mg\cdot 2R=\frac{1}{2}mv_D^2-\frac{1}{2}mv_B^2$

解得：$v_D=3m/s$

根据牛顿第二定律得：

$F_D+mg=m\frac{v_D^2}{R}$

解得：$F_D=12.5N$

由牛顿第三定律知压力大小为 $F_D'=F_D=12.5N$

（3）物块通过 D 点后做平抛运动，有：

$2R=\frac{1}{2}gt^2$

$x=v_Dt$

解得：x=1.2m

答：（1）撤去力 F 时小物块的速度大小是 5m/s；

（2）小物块通过 D 点瞬间对轨道的压力大小是 12.5N；

（3）小物块通过 D 点后，再一次落回到水平轨道 AB 上，落点和 B 点之间的距离大小是 1.2m.

11.【解答】解：（1）线圈切割磁感线的速度 $v_0=10m/s$，感应电动势 $E=Blv_0=1\times0.05\times10=0.5V$

由闭合电路欧姆定律得，线圈中电流 $I=\frac{E}{R}=\frac{0.5}{1}A=0.5A$

由楞次定律知，线圈中感应电流方向为 M→Q→P→N→M

（2）小车进入磁场的过程中流过线圈横截面的电量为

$q=I\triangle t=\frac{E}{R}\triangle t$

又 $E=\frac{\triangle\Phi}{\triangle t}$，$\triangle\Phi=BS$

联立得 $q=\frac{BS}{R}=5\times10^{-3}C$

（3）设小车完全进入磁场后速度为 v，

在小车进入磁场从 t 时刻到 t+△t 时刻（△t→0）过程中，根据牛顿第二定律得

$-BIl=-m\frac{\triangle v}{\triangle t}$

即 $-BlI\triangle t=m\triangle v$

两边求和得 $\sum-BlI\triangle t=\sum m\triangle v$

则得 $Blq=m(v_0-v)$

设小车出磁场的过程中流过线圈横截面的电量为 q′，

同理得 $Blq'=m(v-v_1)$

又线圈进入和穿出磁场过程中磁通量的变化量相同，因而有 $q=q'$

故得 $v_0-v=v-v_1$ 即 $v=\frac{v_0+v_1}{2}=6$ m/s

所以，小车进入磁场过程中线圈电阻的发热量为

$$Q=\frac{1}{2}(M+m)v_0^2-\frac{1}{2}(M+m)v^2=\frac{1}{2}\times1\times10^2-\frac{1}{2}\times1\times6^2=32J$$

答：（1）小车刚进入磁场时线圈中感应电流 I 的大小是 0.5A，方向为 M→Q→P→N→M；

（2）小车进入磁场的过程中流过线圈横截面的电量 q 是 5×10^{-3}C；

（3）小车进入磁场过程中线圈电阻的发热量 Q 是 32J.

12.【解答】解：（1）由动量守恒定律得：

$Mv_0=(M+m)v$

解得 $v=\frac{Mv_0}{m+M}$

由能量守恒得：$Q=\frac{1}{2}Mv_0^2-\frac{1}{2}(M+m)v^2=6J$

（2）设恒力 F 取最小值为 F_1，滑块加速度为 a_1，此时滑块恰好到达车的左端，则

滑块运动到车左端的时间 $t_1=\frac{v_0}{a_1}$①

由几何关系有 $v_0t_1-\frac{v_0t_1}{2}=\frac{L}{2}$②

由牛顿定律有 $F_1+\mu mg=ma_1$③

由①②③式代入数据解得 $t_1=0.5s$，$F_1=6N$

则恒力 F 大小应该满足条件是 $F\geqslant6N$

（3）力 F 取最小值，当滑块运动到车左端后，为使滑块恰不从右端滑出，相对车先做匀加速运动（设运动加速度为 a_2，时间为 t_2），

再做匀减速运动（设运动加速度大小为 a_3）. 到达车右端时，与车达共同速度. 则有

$F_1-\mu mg=ma_2$④

$\mu mg=ma_3$⑤

$\frac{1}{2}a_2t_2^2+\frac{a_2^2t_2^2}{2a_3}=L$⑥

由④⑤⑥式代入数据解得 $t_2=\frac{\sqrt{3}}{3}s=0.58s$

则力 F 的作用时间 t 应满足 $t_1\leqslant t\leqslant t_1+t_2$，

即 0.5s≤t≤1.08s

答：（1）若小滑块最终停在平板车上，小滑块和平板车摩擦产生的内能为 6J

（2）恒力 F 大小应该满足 F≥6N

（3）在（2）的情况下，力 F 取最小值，要保证滑块不从平板车上掉下，力 F 的作用时间应该在 0.5s≤t≤1.08s.