2021 北京丰台高三二模

物　　理

2021. 04

（本试卷满分为 100 分，考试时间 90 分钟）

第一部分

本部分共 14 题，每题 3 分，共 42 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1. 如图所示的 α 粒子散射实验中，少数 α 粒子发生大角度偏转的原因是



A．α 粒子与原子中的电子发生碰撞

B．正电荷在原子中均匀分布

C．原子中带正电的部分和绝大部分质量集中在一个很小的核上

D．原子只能处于一系列不连续的能量状态中

2. 用油膜法估测油酸分子直径的实验中，一滴油酸酒精溶液中油酸的体积为 V，油膜面积为 S，油酸的摩尔质量为 M，阿伏伽德罗常数为 N_A，下列说法正确的是

A. 一个油酸分子的质量为 $\frac{N_A}{M}$　B. 一个油酸分子的体积为 $\frac{V}{N_A}$

C. 油酸的密度为 $\frac{M}{V}$　　D. 油酸分子的直径为 $\frac{V}{S}$

3. 关于天然放射现象，下列说法正确的是

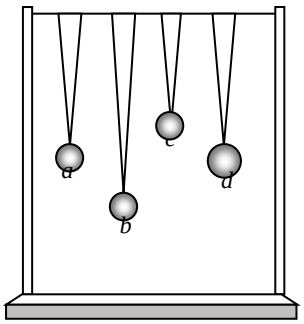
A. 天然放射现象表明原子内部有一定结构

B. 升高温度可以改变原子核衰变的半衰期

C. β 射线是原子核外的电子形成的电子流

D. 三种射线中 γ 射线的穿透能力最强，电离作用最小

4. 如图所示，在一根张紧的水平绳上挂 a、b、c、d 四个摆，其中摆长关系为 $l_c < l_a = l_d < l_b$，让 d 先摆动起来后，其它各摆随后也跟着摆动起来。下列说法正确的是



A．稳定后四个摆的周期大小 $T_c < T_a = T_d < T_b$

B．稳定后四个摆的振幅一样大

C．稳定后 a 摆的振幅最大

D．d 摆摆动过程中振幅保持不变

5. 玻璃杯中装入半杯热水后拧紧瓶盖，经过一段时间后发现瓶盖很难拧开。原因是

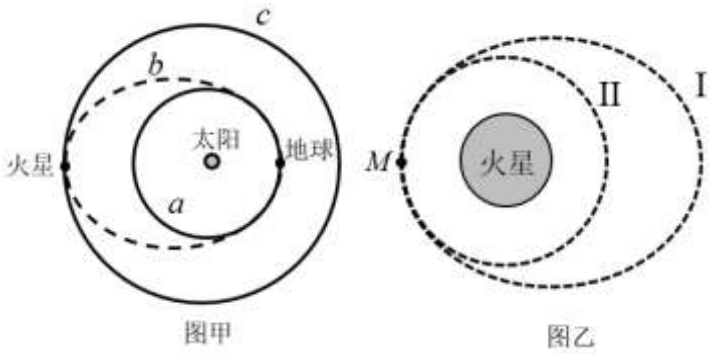
A. 瓶内气体压强变小

B. 瓶内气体分子热运动的平均动能增加

C. 瓶内气体速率大的分子所占比例增大

D. 瓶内气体分子单位时间内撞击瓶盖的次数增加

6. 如图甲所示，“天问一号”探测器从地球发射后，立即被太阳引力俘获，沿以太阳为焦点的椭圆轨道 b 运动到达火星，被火星引力俘获后环绕火星飞行，轨道 b 与地球公转轨道 a、火星公转轨道 c 相切。如图乙所示，“天问一号”目前已由椭圆轨道 I 进入圆轨道 II，进行预选着陆区探测。下列说法正确的是



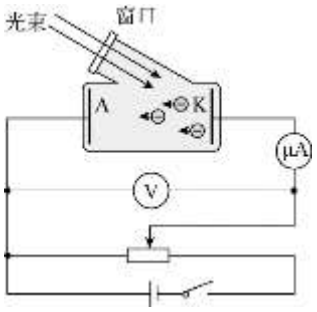
A. “天问一号”的发射速度 v 满足 7.9km/s< v <11.2km/s

B. “天问一号”的发射速度 v 满足 11.2km/s≤v <16.7km/s

C. “天问一号”在轨道 II 上的速度大于火星的第一宇宙速度

D. “天问一号”在椭圆轨道 I 上经过 M 点的速度小于在圆轨道 II 上经过 M 点的速度

7. 用如图所示的电路研究光电效应现象：实验中移动滑动变阻器滑片可以改变 K 与 A 之间电压的大小，闭合电键，电流表有示数。下列说法正确的是



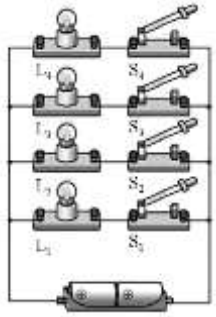
A. 向右移动滑片，电流表示数一定会一直增大

B. 仅增大入射光频率，电流表示数一定增大

C. 仅增大入射光强度，电流表示数一定增大

D. 将电源正负极对调，电流表示数一定为零

8. 如图所示，四个完全相同的小灯泡并联。闭合开关 S_1，灯泡 L_1 发光；陆续闭合 S_2、S_3、S_4，其它灯泡也相继发光。关于灯泡 L_1 的亮度变化分析，下列说法正确的是



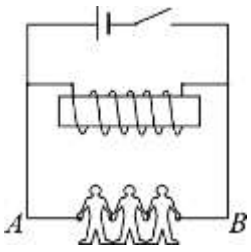
A.电源电动势不变，L_1 两端电压不变，L_1 亮度不变

B.电路总电阻变小，L_1 两端电压变小，L_1 亮度变暗

C.电路总电阻变大，导致 L_1 两端电压变大，L_1 亮度变亮

D.干路电流不变，其它灯分流导致流过 L_1 电流变小，L_1 亮度变暗

9. 在某个趣味物理小实验中，几位同学手拉手与一节电动势为 1.5V 的干电池、导线、电键、一个有铁芯的多匝线圈按如图所示方式连接，实验过程中人会有触电的感觉。下列说法正确的是



A. 人有触电感觉是在电键闭合瞬间

B. 人有触电感觉时流过人体的电流大于流过线圈的电流

C. 断开电键时流过人的电流方向从 B→A

D. 断开电键时线圈中的电流突然增大

10. 如图所示，让质子（${}_1^1\mathrm{H}$）、氘核（${}_1^2\mathrm{H}$）和 α 粒子（${}_2^4\mathrm{He}$）的混合物经过同一加速电场由静止开始加速，然后在同一偏转电场里偏转。忽略重力及粒子间的相互作用力，下列说法正确的是

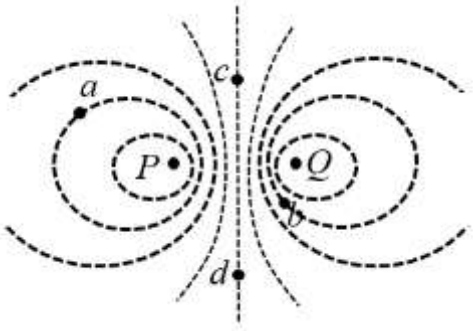
A. 它们将从同一位置沿同一方向离开偏转电场

B. 它们将从同一位置沿不同方向离开偏转电场

C. 它们将从不同位置沿同一方向离开偏转电场

D. 它们将从不同位置沿不同方向离开偏转电场

11. 空间中 P、Q 两点处各固定一个点电荷，其中 P 为正电荷。P、Q 两点附近电场的等势面分布如图所示，相邻等势面间电势差相等，a、b、c、d 为电场中的 4 个点。下列说法正确的是



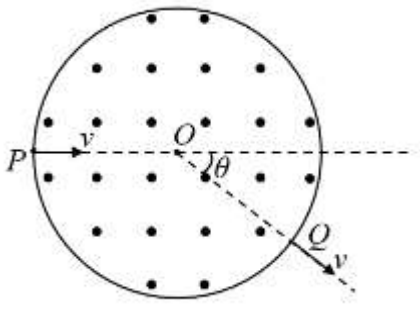
A. P、Q 两点处的电荷带同种电荷

B. a 点电场强度大于 b 点电场强度

C. a 点电势高于 b 点电势

D. 在 c 点由静止释放一个带电粒子，不计重力，粒子将沿等势面 cd 运动

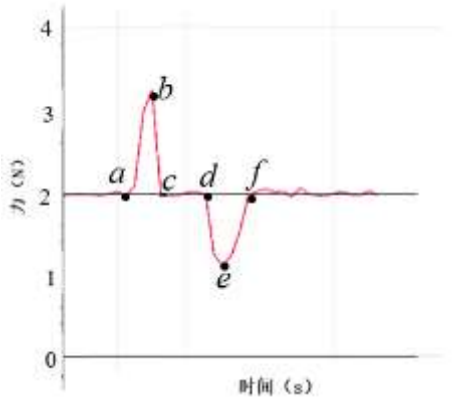
12. 如图所示，匀强磁场限定在一个圆形区域内，磁感应强度大小为 B，一个质量为 m，电荷量为 q，初速度大小为 v 的带电粒子沿磁场区域的直径方向从 P 点射入磁场，从 Q 点沿半径方向射出磁场，粒子射出磁场时的速度方向与射入磁场时相比偏转了 θ 角，忽略重力及粒子间的相互作用力，下列说法错误的是



A. 粒子带正电　　B. 粒子在磁场中运动的轨迹长度为 $\dfrac{mv\theta}{Bq}$

C. 粒子在磁场中运动的时间为 $\dfrac{m\theta}{Bq}$　　D.圆形磁场区域的半径为 $\dfrac{mv}{Bq}\tan\theta$

13.一物理学习小组在竖直电梯里研究超重失重现象：力传感器上端固定在铁架台上，下端悬挂一个质量为 m 的钩码。当电梯在 1 楼和 3 楼之间运行时，数据采集系统采集到拉力 F 随时间 t 的变化如图所示。忽略由于轻微抖动引起的示数变化，下列说法正确的是



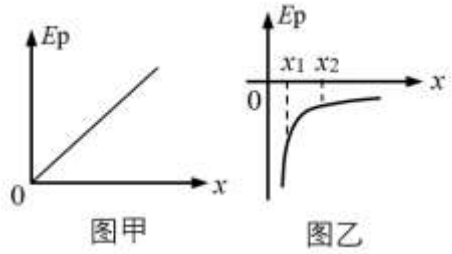
A. a 到 b 过程中电梯向上运动，b 到 c 过程中电梯向下运动

B. a 到 c 过程中钩码的机械能先增加后减小

C. 图形 abc 的面积等于图形 def 的面积

D. a 到 b 过程中钩码处于超重状态，b 到 c 过程中钩码处于失重状态

14. 在惯性参考系中，力对质点所做功仅取决于质点的初始位置和末位置，而与质点通过的路径无关，这种力称为保守力，重力、弹簧弹力、静电力、万有引力等均为保守力。保守力做功的特点决定了质点在惯性系中的每一个位置都有一种由该位置确定的能量，称为势能；势能随位置变化的曲线称为势能曲线。如图所示为两个势能曲线，下列说法正确的是



A. 图甲中势能为零的位置，质点所受保守力为零

B. 图甲中质点所受保守力的方向沿 x 轴的正方向

C. 图乙中质点从 x_1 运动到 x_2 的过程中保守力做正功

D. 图乙中质点在 x_1 位置，所受保守力大于质点在 x_2 位置所受保守力

第二部分

本部分共 6 题，共 58 分。

15. 利用如图所示的装置可以探究变压器原、副线圈电压与匝数的关系：



（1）除图中所示器材外，还需要的器材有_____；

A．干电池　　B．低压交流电源

C．直流电压表　D．　　多用电表

（2）下列说法正确的是_____；

A. 变压器工作时通过铁芯导电把电能由原线圈输送到副线圈

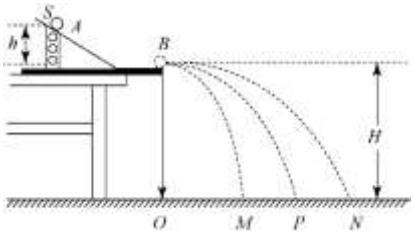
B．变压器工作时在原线圈上将电能转化成磁场能，在副线圈上将磁场能转化成电能，铁芯起到“传递”能量的作用

C. 理想变压器原、副线圈中的磁通量总是相同

D. 变压器副线圈上不接负载时，原线圈两端电压为零

（3）由于变压器工作时有能量损失，实验测得的原、副线圈的电压比 $\frac{U_1}{U_2}$ 应当_____（选填“大于”、“等于”或者“小于”）原、副线圈的匝数比 $\frac{n_1}{n_2}$。

16. 在“验证动量守恒定律”的实验中，先让质量为 m_1 的 A 球从斜槽轨道上某一固定位置 S 由静止开始滚下，从轨道末端水平抛出，落到位于水平地面的复写纸上，在复写纸下面的白纸上留下痕迹。重复上述操作 10 次，得到 10 个落点痕迹。再把质量为 m_2 的 B 球放在斜槽轨道末端，让 A 球仍从位置 S 由静止滚下，与 B 球碰撞后，分别在白纸上留下各自的落点痕迹，重复操作 10 次。M、P、N 为三个落点的平均位置，O 点是轨道末端在白纸上的竖直投影点。



（1）实验中，通过测量_____间接地测定小球碰撞前后的速度；

A．小球开始释放的高度 h

B．小球抛出点距地面的高度 H

C．小球做平抛运动的水平距离

（2）以下提供的器材中，本实验必须使用的是_____；

A．刻度尺　B．天平　C．秒表

（3）关于该实验的注意事项，下列说法正确的是_____；

A．斜槽轨道必须光滑

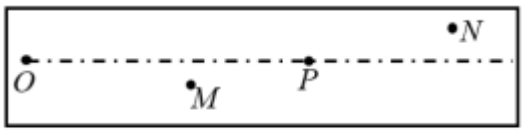
B．斜槽轨道末端的切线必须水平

C．上述实验过程中白纸可以移动

D．两小球 A、B 半径相同

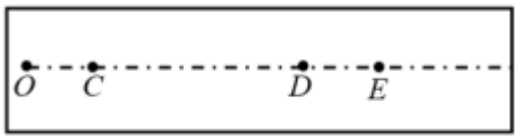
（4）为了尽量减小实验误差，两个小球的质量应满足 $m_1>m_2$，若满足关系式_____则可以认为两小球碰撞前后总动量守恒；

（5）某同学记录小球三个落点的平均位置时发现 M 和 N 偏离了 OP 方向，如图甲所示。该同学认为只要满足关系式_____，则说明两小球碰撞前后总机械能守恒；



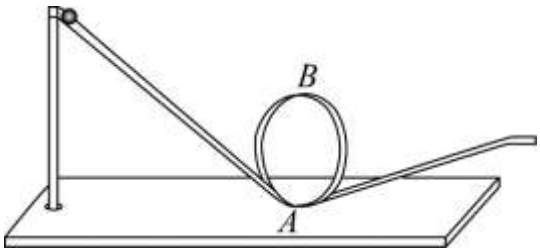
图甲

（6）实验时，若斜槽轨道光滑、两小球发生弹性碰撞，且 $m_1<m_2<3m_1$，小球落点用图乙中的 C、D、E 表示，满足关_____，可以两小球认为碰撞前后总动量守恒。



图乙

17. 用如图所示装置用来演示小球在竖直面内的圆周运动，倾斜轨道下端与半径为 R 的竖直圆轨道相切于最低点 A。质量为 m 的小球从轨道上某点无初速滚下，该点距离圆轨道最低点 A 的竖直高度为 h。小球经过最低点 A 时的速度大小为 v，经过最高点 B 时恰好对轨道无压力。已知重力加速度 g，求：

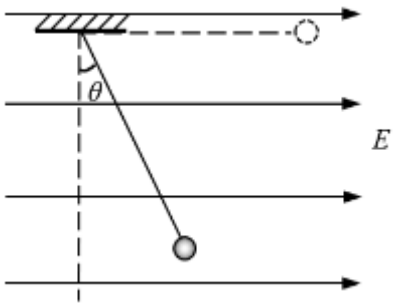


（1）小球经过最高点 B 时速度的大小；

（2）小球经过最低点 A 时对轨道压力的大小；

（3）小球从开始运动到圆轨道最高点过程中损失的机械能。

18. 如图所示， 用一条长 l=0.2 m 的绝缘轻绳悬挂一个带电小球，小球质量 m=1.0×10^{-2}kg，所带电荷量 q =＋2.0×10^{-8}C。现加一水平方向的匀强电场，电场区域足够大，平衡时绝缘绳与竖直方向夹角 θ=37°，已知 g=10m/s^2，sin37°=0.6，cos37°=0.8。

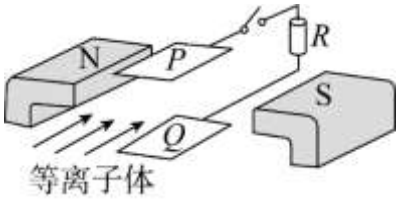


（1）求匀强电场电场强度的大小；

（2）若将轻绳向右拉至水平后由静止释放，求小球到达最低点时的速度大小；

（3）若在图中所示位置剪断轻绳，判断小球此后的运动情况，并求 0.1s 后小球的速度大小。

19. 如图所示是磁流体发电的示意图。平行金属板 P、Q 两板相距为 d，之间有一个很强的匀强磁场 B，将一束等离子体（即高温下电离的气体，含有大量带电量为 q 的正、负带电离子）沿垂直于 B 的方向射入磁场， P、Q 两板间便产生电压。开关闭合前、后，等离子体在管道进、出口两端压强差的作用下, 均以恒定速率 v 沿图示方向运动。忽略重力及离子间的相互作用力。



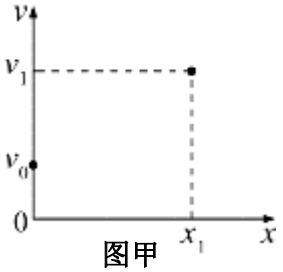
（1）图中 P、Q 板哪一个是电源的正极；

（2）在推导磁流体发电机的电动势时，有多种方法。例如：将发电机内部的等离子体看做长度为 d，以速度 v 切割磁感线的“导体棒”，可得 E=Bdv。请你从另外两个角度证明上述结论；

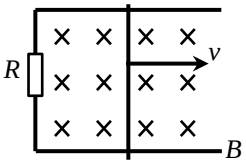
（3）开关闭合，电路稳定后，电源的内阻为 r，外电路电阻为 R，求两板间某运动的带电离子沿电流方向受到的阻力 f。

20. 在物理学的研究过程中，对变速运动的研究是从最简单的变速直线运动开始的。最简单的变速直线运动，速度应该是均匀变化的。速度随时间均匀变化的直线运动叫做匀变速直线运动，加速度 $a=\frac{v_t-v_0}{t}$ 为一定值。若某种变速运动的速度 v 是随位移 x 均匀变化的，请解答以下问题：

（1）类比匀变速直线运动中加速度 a 的定义，给出速度随位移均匀变化的运动中加速度 a' 的定义，使 a' 也为定值；写出 a' 的单位；并在图甲中画出初速度为 v_0，末速度为 v_1 的 v—x 图像；



图甲



图乙

（2）如图乙所示，质量为 m 的金属棒放在宽度为 L 的光滑导轨上，整个装置处于磁感应强度大小为 B 的匀强磁场中，回路的电阻可等效为 R，且在金属棒运动过程中保持不变。给导体棒一个初速度 v_0，证明金属棒运动的速度 v 随位移 x 均匀变化；

（3）请从两个角度分析（2）中导体棒的加速度 $a=\frac{\Delta v}{\Delta t}$ 的变化情况。

2021 北京丰台高三二模物理

参考答案

第一部分

本部分共 14 题，每题 3 分，共 42 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

题号	1	2	3	4	5	6	7
答案	C	D	D	C	A	B	C
题号	8	9	10	11	12	13	14
答案	B	C	A	C	D	C	D

第二部分

本部分共 6 题，共 58 分。

15.（6 分）

（1） BD　　（2） BC　　（3） 大于

16. （12 分）

（1） C　　（2） AB　　（3） BD

（4） $m_1 \cdot \overline{OP} = m_1 \cdot \overline{OM} + m_2 \cdot \overline{ON}$　　（5） $\frac{1}{2} m_1 \cdot \overline{OP}^2 = \frac{1}{2} m_1 \cdot \overline{OM}^2 + \frac{1}{2} m_2 \cdot \overline{ON}^2$

（6） $m_1 \cdot \overline{OE} = -m_1 \cdot \overline{OC} + m_2 \cdot \overline{OD}$

17.（9 分）解：

（1）因为小球在 B 点恰好对轨道无压力，根据牛顿第二定律：

$mg = m\frac{v_B^2}{R}$（2 分）

$v_B = \sqrt{gR}$（1 分）

（2）小球在最低点 A 处，根据牛顿第二定律：

$F_{支} - mg = m\frac{v^2}{R}$（1 分）

$F_{支} = mg + m\frac{v^2}{R}$

由牛顿第三定律，球对轨道压力 $F_{压} = F_{支}$（1 分）

$F_{压}=mg+m\dfrac{v^2}{R}$（1 分）

（3）对小球从开始释放到最高点 B 的过程，由能量守恒定律

$mgh=mg2R+\dfrac{1}{2}mv_B^2+E_{损}$（2 分）

$v_B=\sqrt{gR}$

$E_{损}=mgh-2.5mgR$（1 分）

18.（9 分）解：(1)小球静止，受力平衡：$Eq=mg\tan 37°$（2 分）

得：$E=\dfrac{mg\tan 37°}{q}=3.75\times10^6$ N/C（1 分）

(2)小球由静止释放至最低点过程中，由动能定理：

$-Eql+mgl=\dfrac{1}{2}mv^2$（2 分）

得：

$v=1$ m/s（1 分）

(3)剪断轻绳后，小球做匀加速直线运动。　　（1 分）

根据牛顿第二定律可得：

$\dfrac{mg}{\cos 37°}=ma$（1 分）

$v=at=1.25\text{m/s}$（1 分）

19.（12 分）

（1）Q 板为电源正极。（2 分）

（2）方法 1　外电路断开时，路端电压等于电动势

$U=E$（1 分）

当离子所受洛伦兹力与电场力平衡时，离子将不再偏转，电源有稳定电动势

$qvB=\dfrac{U}{d}q$（1 分）

联立解得：

$E=Bdv$（1 分）

方法 2、由电动势的定义 $E=\frac{W_{非}}{q}$（1 分）

$W_{非}=qvBd$（1 分）

联立解得：

$E=Bdv$（1 分）

方法 3　　、电路接通时，克服安培力做功的功率等于电流做功的功率

$BIdv=IE$（2 分）

解得：

$E=Bdv$（1 分）

（3）电路稳定后，电路中的电流

$I=\frac{E}{R+r}$（1 分）

两极板间的电压为路端电压：

$U=IR$（1 分）

根据 $I=nesv$ 可知，稳定后离子运动时沿电流方向的分速度 v 不变。

粒子沿电流方向受力平衡，有：

$\frac{U}{d}q+f=Bqv$（1 分）

联立解得：

$f=\frac{rBqv}{R+r}$（1 分）

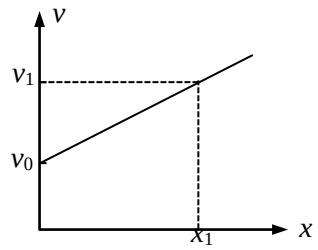
20.（10 分）

（1）类比匀加速直线运动中加速度 a 的定义，可知：

$a'=\frac{v-v_0}{x}$　　（1 分）

根据单位制可得 a' 的单位为 s^{-1}（1 分）

v—x 图像如图所示（1 分）



图甲

（2）在导体棒速度从 v_0 变为 v 的过程中取一极小时间Δt，设在这一段时间内，导体棒的速度从 v_i 变为 v_{it}，因为时间极短，可认为这一段时间内安培力为一定值，根据动量定理可得：

$-BIL\Delta t = mv_{it} - mv_i$　①（1 分）

$$I = \frac{BLv_i}{R}$$　②（1 分）

将②带入①并累加可得：

$$\frac{B^2L^2}{R}x = mv_0 - mv$$　③（1 分）

$$v = v_0 - \frac{B^2L^2}{mR}x$$

因此导体棒的运动速度 v 随位移 x 均匀变化（1 分）

（3）方法一：根据牛顿第二定律，$a = \frac{F_{安}}{m}$，又因为$F_{安} = BIL, I = \frac{Blv}{R}$

所以 $a = \frac{B^2L^2v}{mR}$，所以随着速度的逐渐减小，加速度 a 也逐渐减小。

方法二：根据加速度的定义 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$，$a'$ 为一定值，因此相同的Δv，Δx 相同，$\bar{v}$ 变小，Δt 变大，所以加速度 a 也逐渐减小

（判断出加速度 a 减小给 1 分，法一法二各 1 分）