

2021-2022 学年江苏省苏州市高二（上）期中物理试卷

一、单项选择题：共 10 题，每题 4 分，共 40 分。每题只有一个选项最符合题意。

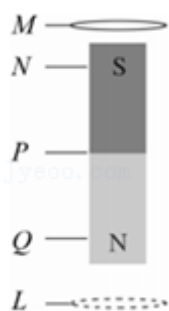
- （4 分）充电宝内部的主要部件是锂电池，充电宝中的锂电池在充电后，就是一个电源，可以给手机充电。充电宝的铭牌通常标注的是“mA·h”（毫安时）的数量，即锂电池充满电后全部放电的电荷量。机场规定：严禁携带额定能量超过 $160\text{W}\cdot\text{h}$ 的充电宝搭乘飞机。则根据以下充电宝铭牌，不能带上飞机的是（ ）

A. “25000mA·h” “3.7V” B. “32000mA·h” “5.0V”

C. “35000mA·h” “5.0V” D. “40000mA·h” “3.7V”
- （4 分）为解释地球的磁性，19 世纪安培假设：地球的磁场是由绕过地心的轴的环形电流 I 引起的。在下图中，正确表示安培假设中环形电流方向的是（ ）



- （4 分）如图，条形磁体竖直放置，一个水平圆环从条形磁体上方位置向下运动，先到达磁体上端位置 M，然后到达磁体中部 P，再到达磁体下端位置 Q，最后到达下方 L。在整个运动过程中，穿过圆环的磁通量最大值是在（ ）



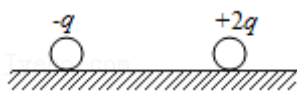
- （4 分）下列说法错误的是（ ）

A. 当穿过闭合导体回路的磁通量发生变化时，闭合导体回路中就能够产生感应电流

B. 变化的磁场产生了电场，变化的电场产生了磁场

C. 光是一种电磁波 - 传播着的电磁场，光具有能量

D. 微观世界的某些极少数带电微粒的能量的变化可以是连续的
- （4 分）如图所示，两带电金属球在绝缘的光滑水平桌面上沿同一直线相向运动，A 球带电为 $-q$ ，B 球带电为 $+2q$ ，下列说法中正确的是（ ）



- （4 分）下列说法中正确的是（ ）

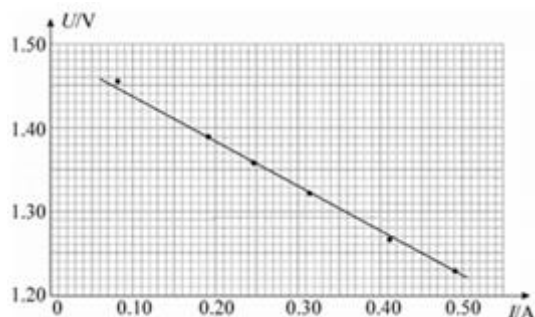
A. 相碰前两球的运动过程中，由于两球电量不等，所以总动量不守恒

B. 相碰前两球的总动量随两球的距离逐渐减小而增大

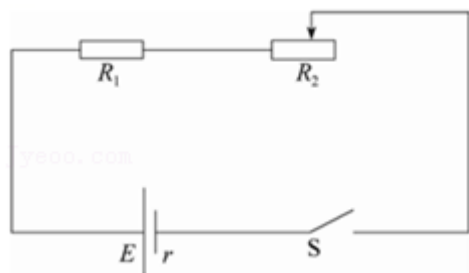
C. 相碰分离后的两球的总动量不等于相碰前两球的总动量，因为两球相碰前作用力为引力，而相碰后的作用力为斥力

D. 相碰分离后任一瞬时两球的总动量等于碰前两球的总动量，因为两球组成的系统合外力为零

6. (4 分) 根据闭合电路欧姆定律, 有多种方法可以测定电池的电动势和内阻, 如图是某次实验的测量数据作的 $U-I$ 图像, 根据图像可以得出 ()



- A. 直线与 U 坐标轴的交点值表示断路时的路端电压, 约为 $1.49V$
 B. 直线与 I 坐标轴的交点值表示短路时的电流, 约为 $0.55A$
 C. $U-I$ 图像斜率的绝对值就是该电路的外电路的总电阻 $R_{外}$
 D. 由 $U-I$ 图像, 当电源两端短路时, 电流会是无穷大
7. (4 分) 如图所示, 电源的电动势保持不变, 内阻 $r=2\Omega$, 定值电阻 $R_1=0.5\Omega$, 滑动变阻器 R_2 的最大阻值为 5Ω , 则当滑动变阻器的阻值分别取多大时, 分别可以使滑动变阻器 R_2 消耗的功率最大; 电源的输出功率最大 ()

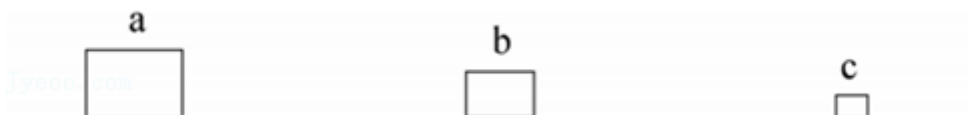


- A. 2.5Ω ; 2Ω B. 2Ω ; 0.5Ω C. 2.5Ω ; 1.5Ω D. 5Ω ; 0.5Ω
8. (4 分) 部分风力等级对照表如下:

风级	名称	风速 ($m \cdot s^{-1}$)	陆地物像	海面物像	浪高 (m)
2	轻风	1.6~3.3	感觉有风	小波峰未破碎	0.2
4	和风	5.5~7.9	吹起尘土	小浪白沫波峰	1.0
6	强风	10.8~13.8	电线有声	大浪白沫离峰	3.0
8	大风	17.2~20.7	折毁树枝	浪长高有浪花	5.5
10	狂风	24.5~28.4	拔起树木	海浪翻滚咆哮	9.0
12	台风 (一级飓风)	32.7~36.9	摧毁极大	海浪滔天	14.0

已知空气的密度为 $1.3kg/m^3$, 假设空气垂直吹到静止的物体上时速度变为 0, 则 8 级大风吹在静止站立且面朝正对风向、身高约 $1.7m$ 的人身上时, 对人的推力的大小最接近的数值是 ()

- A. $100N$ B. $300N$ C. $500N$ D. $700N$
9. (4 分) 如图, 小物块 a、b 和 c 静置于光滑水平地面上。现让 a 以速度 v 向右运动, 与 b 发生弹性正碰, 然后 b 与 c 也发生弹性正碰。若 b 和 c 的质量可任意选择, 碰后 c 的最大速度接近于 ()



- A. $8v$ B. $6v$ C. $4v$ D. $2v$

10. (4分) 在光滑桌面上将长为 πL 的软导线两端固定, 固定点的距离为 $2L$, 导线通有电流 I , 处于磁感应强度大小为 B 、方向竖直向下的匀强磁场中, 导线中的张力为 ()

- A. BIL B. $2BIL$ C. πBIL D. $2\pi BIL$

二、非选择题: 共 5 题, 共 60 分. 其中第 12 题~15 题解答时请写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤, 只写出最后答案的不能得分; 数值计算时, 答案中必须明确写出数值和单位.

11. (15分) 小明利用如图 1 所示的实验装置验证动量定理。将遮光条安装在滑块上, 用天平测出遮光条和滑块的总质量 $M=120.0\text{g}$, 槽码和挂钩的总质量 $m=30.0\text{g}$ 。实验时, 将滑块系统系在绕过定滑轮悬挂有槽码的细线上。滑块由静止释放, 数字计时器记录下遮光条通过光电门 1 和 2 的遮光时间 Δt_1 和 Δt_2 , 以及这两次开始遮光的时间间隔 Δt 。用游标卡尺测出遮光条的宽度, 计算出滑块经过两光电门速度的变化量 Δv 。

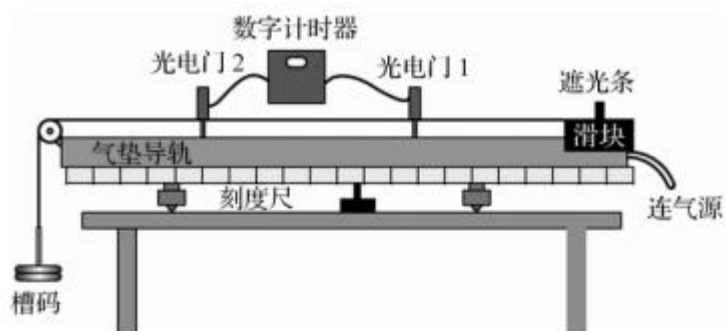


图 1

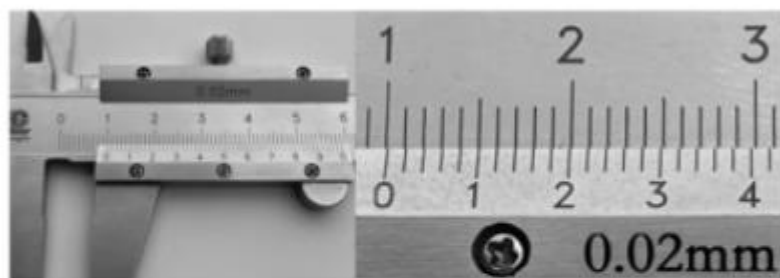


图 2

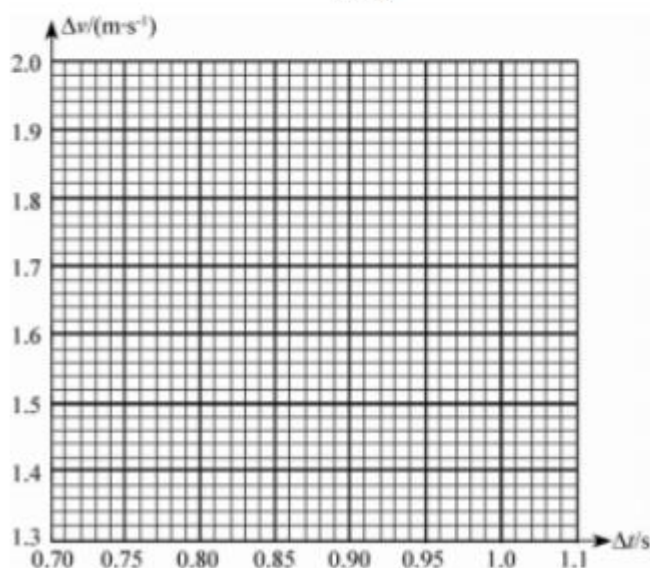


图 3

(1) 游标卡尺测量遮光条宽度如图 2 所示, 其宽度 $d = \underline{\hspace{2cm}} \text{mm}$ 。

(2) 打开气泵，待气流稳定后调节气垫导轨，直至看到气垫导轨上的滑块能在短时间内保持静止，其目的是 _____。

(3) 多次改变光电门 2 的位置进行测量，得到 Δt 和 Δv 的数据如表：

$\Delta t/s$	0.721	0.790	0.856	0.913	0.968	1.020
$\Delta v/(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$	1.38	1.52	1.68	1.75	1.86	1.96

请根据表中数据，在方格纸上作出 $\Delta v - \Delta t$ 图线（图 3）。

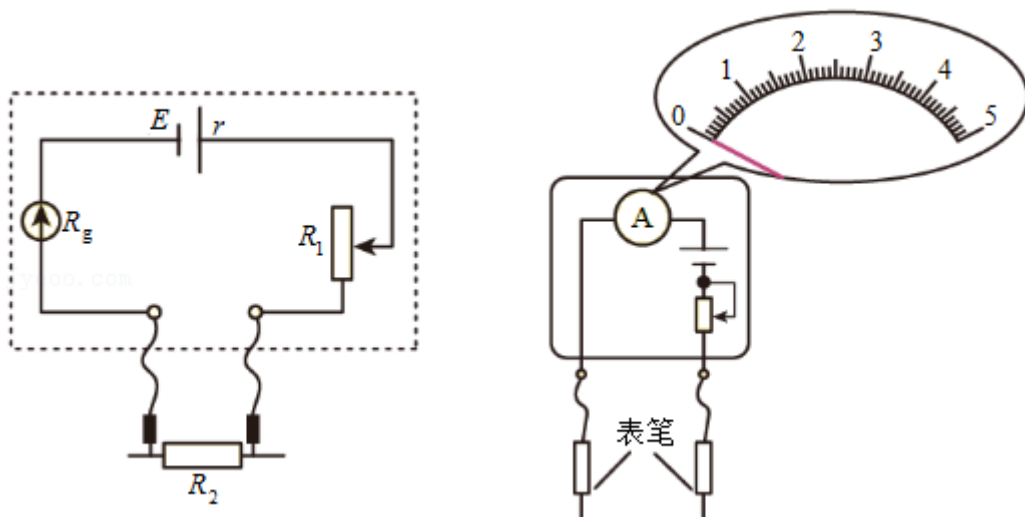
(4) 查得当地的重力加速度 $g=9.80\text{m/s}^2$ 。根据动量定理， $\Delta v - \Delta t$ 图线斜率的理论值为 _____ m/s^2 。

(5) 实验结果发现， $\Delta v - \Delta t$ 图线斜率的实验值总小于理论值，产生这一误差的两个可能原因是 _____。

- A. 选用的槽码质量偏小
- B. 细线与气垫导轨不完全平行
- C. 每次释放滑块的位置不同
- D. 实验中 Δt 的测量值偏大

12. (8 分) 欧姆表是在电流表的基础上改装而成的。为了使测量电阻时电流表指针能够偏转，表内应有电源。如图所示是一个简单的欧姆表电路。设电源的电动势为 E ，内阻为 r ，电流表的内电阻为 R_g ，可变电阻为 R_1 ，电流表满偏电流为 I_g 。

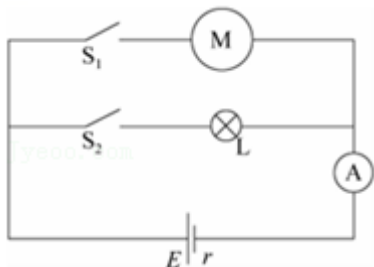
(1) 当红、黑表笔之间接有待测电阻 R_x 时，电流表指针指在 I_x 处，则写出 R_x 与 I_x 之间函数关系（用 I_x 表示 R_x ），并详细描述欧姆表刻度盘上电阻值的刻度分布情况（指出零欧姆在刻度盘上的位置，刻度是否均匀，若不均匀，哪边密集）。



(2) 现两表笔直接相连时，指针指在表盘刻度“5”上，两表笔之间接有 800Ω 的电阻时，指针指在刻度“1”上。求刻度“4”应标注的电阻值 R 。

13. (8 分) 小明坐在汽车的副驾驶位上看到一个现象：当汽车的电动机启动时，汽车的车灯会瞬时变暗。汽车的电源 E 、电流表 A 、车灯 L 、电动机 M 连接的简化电路如图所示，已知汽车电源电动势为 12.5V ，内阻为 0.05Ω 。车灯接通，电动机未启动时，电流表示数为 10A ；电动机启动的瞬间，电流表示数达到 50A 。求：

- (1) 电动机未启动时，车灯的功率 P ；
- (2) 电动机启动瞬间，车灯的功率减少量 ΔP （忽略电动机启动瞬间灯泡的电阻变化）。

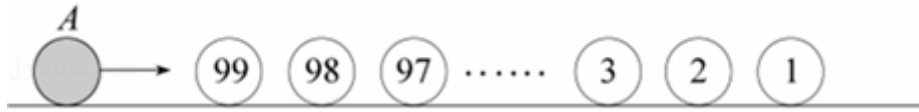


14. (13 分) 一个士兵坐在皮划艇上，他连同装备和皮划艇的总质量是 M 。这个士兵用自动步枪在 t 秒内沿水平方向连续射出 n 发子弹，若每发子弹的质量是 m ，子弹离开枪口时相对步枪的速度是 v 。射击前皮划艇是静止的，不考虑水的阻力。求：

- (1) 第一次射击后皮划艇的速度；
- (2) 连续射击第 10 次后皮划艇的速度改变量；
- (3) 连续射击 10 次时枪所受到的平均反冲作用力。

15. (16 分) 光滑水平面上依次放 99 个质量均为 m 的弹性小球, 质量相等的两弹性小球正碰时交换速度。

现一质量为 $3m$ 的小球 A 以初速度 v_0 与第 99 个小球发生弹性正碰, 求:



- (1) 小球 A 第一次与第 99 个小球碰后的速度大小;
- (2) 第 1 个和第 2 个小球最终的速度大小;
- (3) 第 99 个小球最终的速度大小。

2021-2022 学年江苏省苏州市高二（上）期中物理试卷

参考答案与试题解析

一、单项选择题：共 10 题，每题 4 分，共 40 分.每题只有一个选项最符合题意.

1. (4 分) 充电宝内部的主要部件是锂电池，充电宝中的锂电池在充电后，就是一个电源，可以给手机充电。充电宝的铭牌通常标注的是“mA·h”（毫安时）的数量，即锂电池充满电后全部放电的电荷量。机场规定：严禁携带额定能量超过 $160\text{W}\cdot\text{h}$ 的充电宝搭乘飞机。则根据以下充电宝铭牌，不能带上飞机的是（ ）

- A. “25000mA·h” “3.7V”
B. “32000mA·h” “5.0V”
C. “35000mA·h” “5.0V”
D. “40000mA·h” “3.7V”

【分析】根据能量等于电荷量与电压的乘积可以求出题目的正确答案。

【解答】解：根据题意，额定能量等于充电宝标注的电荷量与电压的乘积：

A、 $W=qU$ 代入数据解得 $W=92.5\text{W}\cdot\text{h}<160\text{W}\cdot\text{h}$

B、 $W=qU$ 代入数据解得 $W=160\text{W}\cdot\text{h}=160\text{W}\cdot\text{h}$

C、 $W=qU$ 代入数据解得 $W=175\text{W}\cdot\text{h}>160\text{W}\cdot\text{h}$

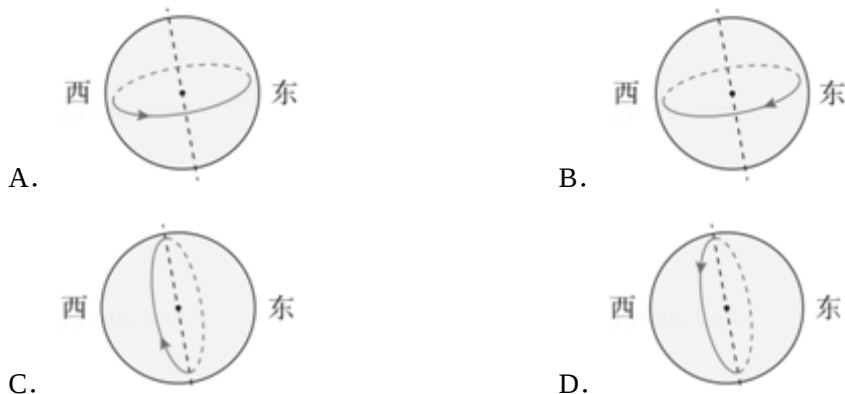
D、 $W=qU$ 代入数据解得 $W=148\text{W}\cdot\text{h}<160\text{W}\cdot\text{h}$

机场规定：严禁携带额定能量超过 $160\text{W}\cdot\text{h}$ 的充电宝搭乘飞机，故 C 选项的充电宝不能携带，ABD 选项的充电宝都可以；

故选：C。

【点评】明确电能是电荷量与电压的乘积是解决问题的关键。

2. (4 分) 为解释地球的磁性，19 世纪安培假设：地球的磁场是由绕过地心的轴的环形电流 I 引起的。在下图中，正确表示安培假设中环形电流方向的是（ ）



【分析】要知道环形电流的方向首先要知道地磁场的分布情况：地磁的南极在地理北极的附近，故右手的拇指必需指向南方，然后根据安培定则四指弯曲的方向是电流流动的方向从而判定环形电流的方向。

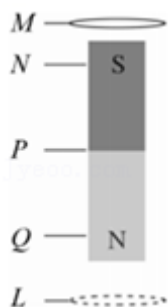
【解答】解：地磁的南极在地理北极的附近，故在用安培定则判定环形电流的方向时右手的拇指必需指向南方；

而根据安培定则：拇指与四指垂直，而四指弯曲的方向就是电流流动的方向，故四指的方向应该向西。故 B 正确，ACD 错误。

故选：B。

【点评】主要考查安培定则和地磁场分布，掌握安培定则和地磁场的分布情况是解决此题的关键所在，另外要掌握此类题目一定要注意安培定则的准确应用。

3. (4 分) 如图，条形磁体竖直放置，一个水平圆环从条形磁体上方位置向下运动，先到达磁体上端位置 M，然后到达磁体中部 P，再到达磁体下端位置 Q，最后到达下方 L。在整个运动过程中，穿过圆环的磁通量最大值是在 ()



- A. L 处 B. Q 处 C. P 处 D. N 处

【分析】明确条形磁铁的磁场分布及磁通量的定义明确磁通量的变化情况，从而即可求解。

【解答】解：圆环从 M 到 N 过程中，穿过线圈的磁感线条数增多，则磁通量变大；

由 M 到 P 的过程，线圈包含了所有的内部磁感线及部分外部磁感线，内外磁感线相互抵消，因越到中间外部磁感线越少，故本过程磁通量是变大的。

而 P→Q 的过程是 N 到 P 的过程的相反过程，磁通量是变小的，Q→L 的过程中远离磁铁，磁通量变小，所以穿过圆环的磁通量最大值是在 P 处。故 ABD 错误，C 正确；

故选：C。

【点评】本题考查磁通量的定义，要注意明确磁通量可以用穿过线圈的磁感线条数来定性分析；同时注意明确由正反方向穿过的磁感线是相互抵消的。

4. (4 分) 下列说法错误的是 ()

- A. 当穿过闭合导体回路的磁通量发生变化时，闭合导体回路中就能够产生感应电流
B. 变化的磁场产生了电场，变化的电场产生了磁场
C. 光是一种电磁波 - - 传播着的电磁场，光具有能量
D. 微观世界的某些极少数带电微粒的能量的变化可以是连续的

【分析】根据感应电流产生的条件判断；根据麦克斯韦电磁场理论判断；麦克斯韦预言了电磁波的存在，并提出光是一种电磁波，赫兹通过实验证实了光是一种电磁波；能量子 ϵ 的整数倍一份一份地辐射或吸收的，是不连续的。

【解答】解：A、根据感应电流产生的条件，可知当穿过闭合导体回路的磁通量发生变化时，闭合导体回路中就能够产生感应电流，故 A 正确；

B、根据麦克斯韦电磁场理论，可知变化的磁场产生电场，变化的电场产生磁场，故 B 正确；

C、麦克斯韦提出了电磁理论，并预言了电磁波的存在，并提出光是一种电磁波，赫兹通过实验证实了光是一种电磁波，根据电磁波的概念，可知光是传播着的电磁场，光具有能量，故 C 正确；

D、微观世界的带电微粒辐射和吸收能量时是以最小能量值，即能量子 ε 的整数倍一份一份地辐射或吸收的，是不连续的，故 D 错误。

本题选择错误的，

故选：D。

【点评】本题考查了感应电流产生条件、麦克斯韦电磁场理论、光是电磁波、能量量子化等基础知识，要求学生对这部分知识要重视课本，强化记忆。

5. (4 分) 如图所示，两带电金属球在绝缘的光滑水平桌面上沿同一直线相向运动，A 球带电为 $-q$ ，B 球带电为 $+2q$ ，下列说法中正确的是 ()



- A. 相碰前两球的运动过程中，由于两球电量不等，所以总动量不守恒
 B. 相碰前两球的总动量随两球的距离逐渐减小而增大
 C. 相碰分离后的两球的总动量不等于相碰前两球的总动量，因为两球相碰前作用力为引力，而相碰后的作用力为斥力
 D. 相碰分离后任一瞬时两球的总动量等于碰前两球的总动量，因为两球组成的系统合外力为零

【分析】根据动量守恒的条件进行分析判断：相碰前，两球竖直方向所受的平面的支持力与重力平衡，两球所受的合外力为零，总动量守恒。碰撞前后，总动量也守恒。

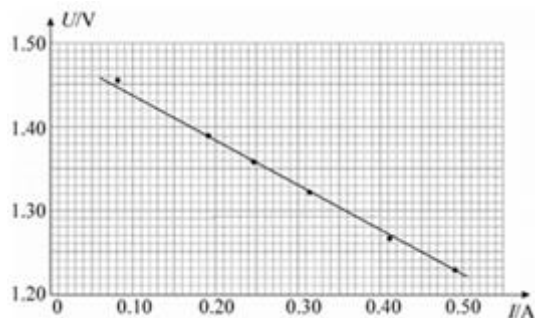
【解答】解：A、B、相碰前两球系统所受外力的合力为零，动量守恒，两球的总动量保持不变。故 A 错误，B 错误。

C、D、将两球看作整体分析时，整体受重力支持力，水平方向不受外力，故整体系统动量守恒；故两球相碰分离后的总动量等于碰前的总动量。故 C 错误，D 正确。

故选：D。

【点评】对于碰撞，其基本规律是遵守动量守恒定律，可对照动量守恒的条件进行理解；要明确两球之间的弹力及库仑力均为内力，在分析动量是否守恒时不考虑内力。

6. (4 分) 根据闭合电路欧姆定律，有多种方法可以测定电池的电动势和内阻，如图是某次实验的测量数据作的 $U-I$ 图像，根据图像可以得出 ()



- A. 直线与 U 坐标轴的交点值表示断路时的路端电压，约为 1.49V
 B. 直线与 I 坐标轴的交点值表示短路时的电流，约为 0.55A

C. $U-I$ 图像斜率的绝对值就是该电路的外电路的总电阻 $R_{\text{外}}$

D. 由 $U-I$ 图像，当电源两端短路时，电流会是无穷大

【分析】根据闭合电路的欧姆定律求出图象的函数表达式，然后根据图示图象分析答题。

【解答】解：由闭合电路的欧姆定律得： $U=E-Ir$

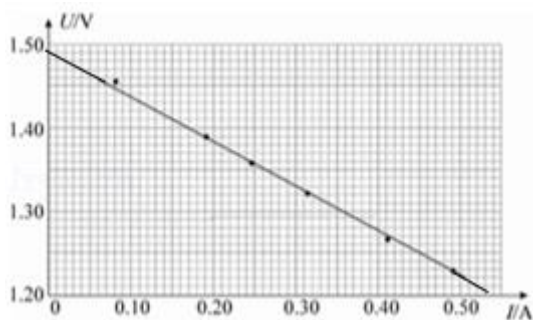
A、直线与 U 坐标轴的交点值表示断路时的路端电压，由图示图象可知，约为 1.49V，故 A 正确；

B、由图示图象可知，直线与 I 坐标轴的交点值表示路端电压为 1.20V 时的电流，约为 0.55A，故 B 错误；

C、 $U-I$ 图象斜率的绝对值等于该电池的内阻，故 C 错误；

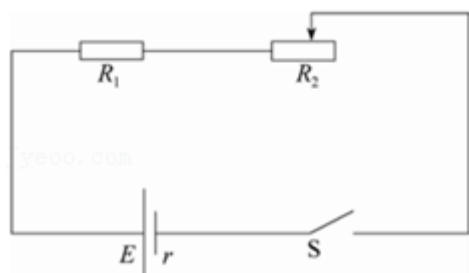
D、当电源两端短路时，短路电流 $I=\frac{E}{r}$ ，其中 E 为电源电动势， r 为电源内阻，短路电流 I 不是无穷大，故 D 错误。

故选：A。



【点评】应用闭合电路的欧姆定律求出图象的函数表达式，根据图示图象即可解题。

7. (4 分) 如图所示，电源的电动势保持不变，内阻 $r=2\Omega$ ，定值电阻 $R_1=0.5\Omega$ ，滑动变阻器 R_2 的最大阻值为 5Ω ，则当滑动变阻器的阻值分别取多大时，分别可以使滑动变阻器 R_2 消耗的功率最大；电源的输出功率最大（ ）



- A. 2.5Ω ; 2Ω B. 2Ω ; 0.5Ω C. 2.5Ω ; 1.5Ω D. 5Ω ; 0.5Ω

【分析】根据题意，当 R_2 消耗的功率最大时是当 $R_2=R_1+r$ ；

电源的输出功率最大是当电路中电流最大时即 $R_2=0$ 。

【解答】解： R_2 消耗的功率为

$$P_{R_2}=I^2 R_2=\frac{E^2 R_2}{(r+R_1+R_2)^2}$$

代入数据，根据数学知识可知当 $R_2=2.5\Omega$ 时， P_{R_2} 有最大值；

电源的输出功率为

$$P = I^2(R_1 + R_2) = \frac{E^2(R_1 + R_2)}{(r + R_1 + R_2)^2}$$

代入数据根据数学知识当 $R_2 = 1.5\Omega$ 时, P 有最大值; 故 C 正确, ABD

错误;

故选: C。

【点评】明确电路中电阻消耗的功率最大和电源输出的功率最大时外电路电阻与内电路电阻之间的关系是解决问题的关键。

8. (4 分) 部分风力等级对照表如下:

风级	名称	风速 ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	陆地物像	海面物像	浪高 (m)
2	轻风	1.6~3.3	感觉有风	小波峰未破碎	0.2
4	和风	5.5~7.9	吹起尘土	小浪白沫波峰	1.0
6	强风	10.8~13.8	电线有声	大浪白沫离峰	3.0
8	大风	17.2~20.7	折毁树枝	浪长高有浪花	5.5
10	狂风	24.5~28.4	拔起树木	海浪翻滚咆哮	9.0
12	台风 (一级飓风)	32.7~36.9	摧毁极大	海浪滔天	14.0

已知空气的密度为 $1.3\text{kg}/\text{m}^3$, 假设空气垂直吹到静止的物体上时速度变为 0, 则 8 级大风吹在静止站立且面朝正对风向、身高约 1.7m 的人身上时, 对人的推力的数值最接近的数值是 ()

A. 100N B. 300N C. 500N D. 700N

【分析】设定风速, 人身受力面积, 建立模型, 由动量定理解答。

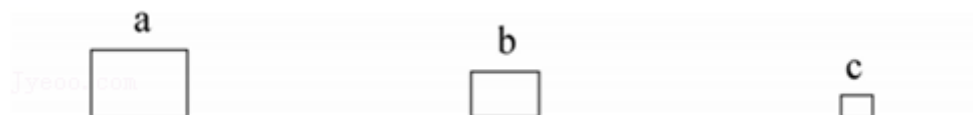
【解答】解: 设风速为 v , 垂直吹到人身上面积为 s , 时间 t 内吹到人身上的空气质量为 $m = \rho vts$, 身体对气流的作用力为 F' , 规定气流方向为正方向, 由动量定理:

$-F' t = 0 - mv$, 即 $F' = \rho s v^2$, 根据实际情况取 $s = 1.7 \times 0.4 \text{m}^2 = 0.68 \text{m}^2$, $v = 20 \text{m/s}$, 所以 $F' = 1.3 \times 0.68 \times 20^2 \text{N} = 353.6 \text{N}$, 由牛顿第三定律, 气流对人的推力大小为 $F = F' = 353.6 \text{N}$, 最接近 300N, 故 B 正确, ACD 错误;

故选: B。

【点评】“流体”问题的处理方法是: 建立“柱体”模型, 用动量定理解答, 注意有关数据的估算。

9. (4 分) 如图, 小物块 a、b 和 c 静置于光滑水平地面上。现让 a 以速度 v 向右运动, 与 b 发生弹性正碰, 然后 b 与 c 也发生弹性正碰。若 b 和 c 的质量可任意选择, 碰后 c 的最大速度接近于 ()



A. $8v$ B. $6v$ C. $4v$ D. $2v$

【分析】两个物块发生弹性碰撞时, 遵守动量守恒定律和机械能守恒定律, 由两大定律列式, 得到两次碰撞后物块的速度, 再根据质量关系分析。

【解答】解: a、b 发生弹性正碰时, 取碰撞前 a 的速度方向为正方向, 由动量守恒定律和机械能守恒定

律得：

$$m_a v = m_a v_a + m_b v_b;$$

$$\frac{1}{2} m_a v^2 = \frac{1}{2} m_a v_a^2 + \frac{1}{2} m_b v_b^2;$$

$$\text{解得： } v_b = \frac{2 m_a v}{m_a + m_b}$$

当 $m_a \gg m_b$ 时： $v_b \approx 2v$

$$\text{同理可得，b、c 正碰时，有： } v_c = \frac{2 m_b v_b}{m_b + m_c}$$

当 $m_b \gg m_c$ 时 $v_c \approx 2v_b = 4v$ ，所以碰后 c 的最大速度接近于 $4v$ ，故 C 正确、ABD 错误。

故选：C。

【点评】 解决本题的关键要掌握弹性碰撞的两大规律：动量守恒定律和机械能守恒定律，通过列式进行分析。

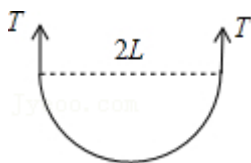
10. (4 分) 在光滑桌面上将长为 πL 的软导线两端固定，固定点的距离为 $2L$ ，导线通有电流 I ，处于磁感应强度大小为 B 、方向竖直向下的匀强磁场中，导线中的张力为 ()

A. BIL B. $2BIL$ C. πBIL D. $2\pi BIL$

【分析】 由安培力公式可求得两个固定点受到的安培力为 $F = BIL$ ，其中 L 强调的是两点之间的有效距离。

【解答】 解：由几何关系可得，软导线在光滑水平面上受到安培力后会呈现如图所示的半圆周状态。软导线所受安培力大小为 $F = 2BIL$ ，导线中张力大小等于导线两端的拉力 T 大小，则有： $2T = F = 2BIL$ ，可得导线中张力大小为 BIL ，故 BCD 错误，A 正确。

故选：A。



【点评】 本题中要注意安培力的等效求法，虽然每一个点都受到安培力，但由于闭合的电路中，等效长度为 $2L$ ，故等效安培力为 $2BIL$ 。本题导线中的张力处处相等，都等于线端的拉力。

二、非选择题：共 5 题，共 60 分。其中第 12 题~15 题解答时请写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤，只写出最后答案的不能得分；数值计算时，答案中必须明确写出数值和单位。

11. (15 分) 小明利用如图 1 所示的实验装置验证动量定理。将遮光条安装在滑块上，用天平测出遮光条和滑块的总质量 $M = 120.0g$ ，槽码和挂钩的总质量 $m = 30.0g$ 。实验时，将滑块系统系在绕过定滑轮悬挂有槽码的细线上。滑块由静止释放，数字计时器记录下遮光条通过光电门 1 和 2 的遮光时间 Δt_1 和 Δt_2 ，以及这两次开始遮光的时间间隔 Δt 。用游标卡尺测出遮光条的宽度，计算出滑块经过两光电门速度的变化量 Δv 。

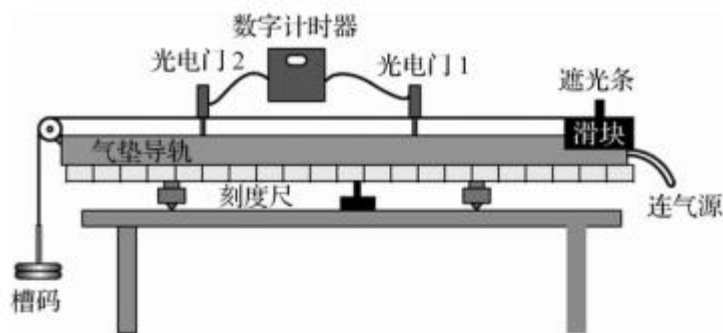


图 1

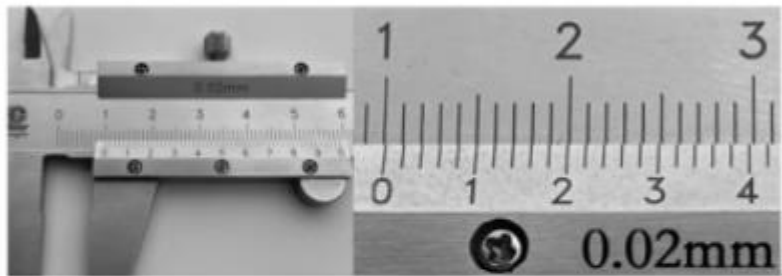


图 2

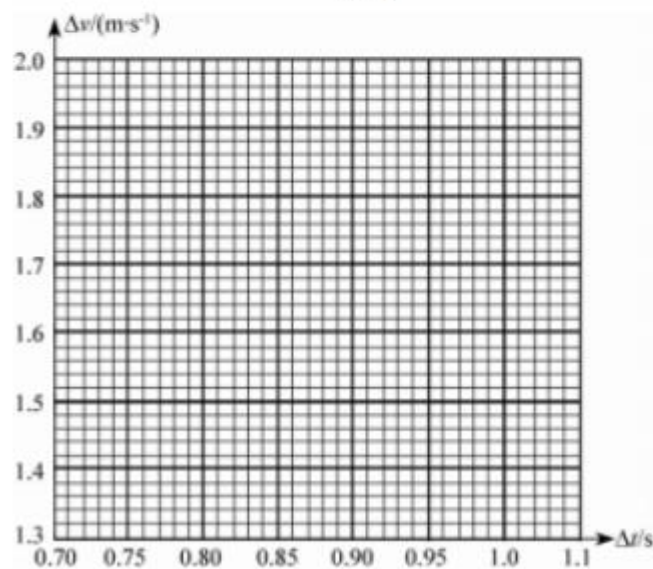


图 3

- (1) 游标卡尺测量遮光条宽度如图 2 所示，其宽度 $d = \underline{10.10} \text{ mm}$ 。
- (2) 打开气泵，待气流稳定后调节气垫导轨，直至看到气垫导轨上的滑块能在短时间内保持静止，其目的是 将气垫导轨调至水平。
- (3) 多次改变光电门 2 的位置进行测量，得到 Δt 和 Δv 的数据如表：

$\Delta t/\text{s}$	0.721	0.790	0.856	0.913	0.968	1.020
$\Delta v/(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$ 1)	1.38	1.52	1.68	1.75	1.86	1.96

请根据表中数据，在方格纸上作出 $\Delta v - \Delta t$ 图线（图 3）。

- (4) 查得当地的重力加速度 $g = 9.80 \text{ m/s}^2$ 。根据动量定理， $\Delta v - \Delta t$ 图线斜率的理论值为 1.96 m/s^2 。

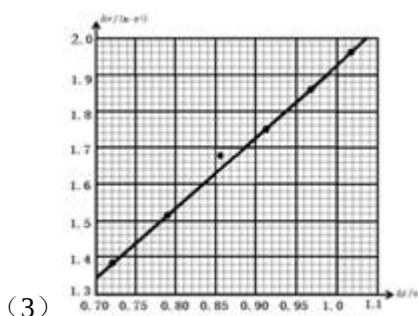
(5) 实验结果发现, $\Delta v - \Delta t$ 图线斜率的实验值总小于理论值, 产生这一误差的两个可能原因是 BD。

- A. 选用的槽码质量偏小
- B. 细线与气垫导轨不完全平行
- C. 每次释放滑块的位置不同
- D. 实验中 Δt 的测量值偏大

【分析】(1) 按卡尺读数规则读出; (2) 将气垫导轨调至水平; (3) 描点作图; (4) 由动量定理解答; (5) 见解析;

【解答】解: (1) 卡尺的读数为: $10\text{mm} + 5 \times 0.02\text{mm} = 10.10\text{mm}$

(2) 滑块能在短时间内保持静止, 其目的是将气垫导轨调至水平;



(4) 由动量定理: $mg \Delta t = (m+M) \Delta v$, 则 $\Delta v - \Delta t$ 图线斜率的理论值: $k = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{mg}{m+M} = \frac{30 \times 9.8}{30+120} \text{m/s}^2 = 1.96 \text{m/s}^2$

(5) A、由 (4) 问可得: $k = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{mg}{m+M}$, 选用的槽码质量 m 偏小, 并不会引起 $\Delta v - \Delta t$ 图线斜率的实验值与理论值的偏差, 故 A 错误;

B、细线与气垫导轨不完全平行, 滑块所受合力为 F 的水平分力, 所以图线斜率实验值偏小, 故 B 正确;

C、滑块释放的位置与斜率相关的参量无关, 故 C 错误;

D、 Δt 偏大, 则 $k = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 偏小, 即图线斜率偏小, 故 D 正确;

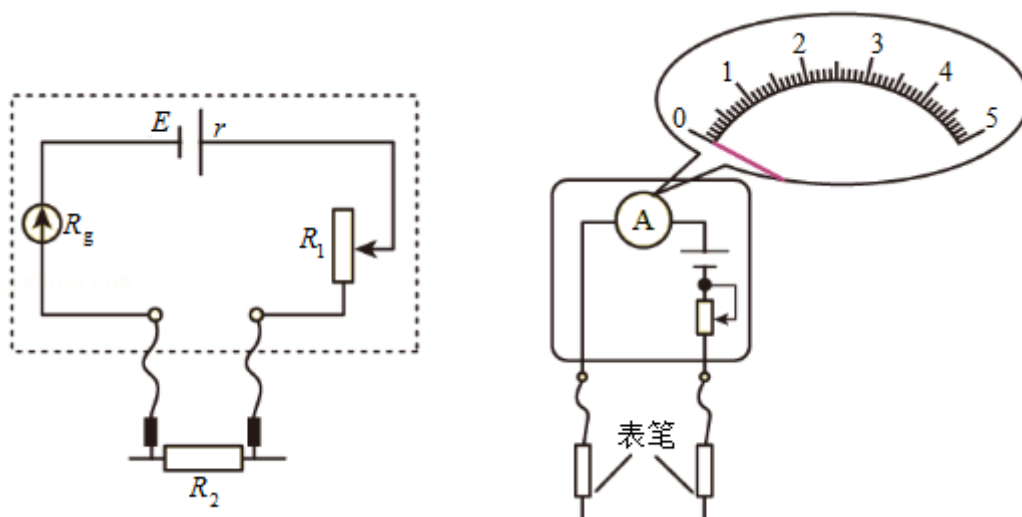
故选: BD.

答: (1) 10.10; (2) 将气垫导轨调至水平; (3) 见解答; (4) 1.96; (5) BD

【点评】熟练掌握基本仪器的读数规则, 会根据实验要求调整实验装置, 用图像处理实验数据, 会分析实验误差, 提高实验能力。

12. (8 分) 欧姆表是在电流表的基础上改装而成的。为了使测量电阻时电流表指针能够偏转, 表内应有电源。如图所示是一个简单的欧姆表电路。设电源的电动势为 E , 内阻为 r , 电流表的内电阻为 R_g , 可变电阻为 R_1 , 电流表满偏电流为 I_g 。

(1) 当红、黑表笔之间接有待测电阻 R_x 时, 电流表指针指在 I_x 处, 则写出 R_x 与 I_x 之间函数关系 (用 I_x 表示 R_x), 并详细描述欧姆表刻度盘上电阻值的刻度分布情况 (指出零欧姆在刻度盘上的位置, 刻度是否均匀, 若不均匀, 哪边密集)。



(2) 现两表笔直接相连时, 指针指在表盘刻度“5”上, 两表笔之间接有 800Ω 的电阻时, 指针指在刻度“1”上. 求刻度“4”应标注的电阻值 R 。

【分析】(1) 根据欧姆表的结构, 由闭合电路欧姆定律可以求出电流与待测电阻的关系, 并分析欧姆挡刻度的特点;

(2) 根据欧姆定律, 写出欧姆调零、测已知电阻、测未知电阻时的表达式, 联立求得待测电阻的值。

【解答】解: (1) 根据闭合电路欧姆定律可以写出测电阻时电路的电流的大小: $I_x = \frac{E}{R_g + r + R_1 + R_x}$ 。

从上式可以看出, R_x 较大时, 电流 I_x 较小, $R_x = 0$ 时, 电流表满偏, 故零欧姆在刻度盘的最右端。

由于 I_x 与 R_x 不是线性关系, 所以欧姆挡的刻度不均匀, 越靠近左端越密集;

(2) 两表笔直接相连欧姆调零时, 由闭合电路欧姆定律得: $E = I_g R_{\text{内}}$

两表笔之间接有 $R = 800\Omega$ 的电阻时, 由闭合电路欧姆定律得: $E = \frac{I_g}{5} (R_{\text{内}} + R)$

指针指在刻度“4”上时, 由闭合电路欧姆定律得: $E = \frac{4I_g}{5} (R_{\text{内}} + R')$

联立解得: $R' = 50\Omega$ 。

答: (1) 写出 R_x 与 I_x 之间函数关系为: $I_x = \frac{E}{R_g + r + R_1 + R_x}$ 、电阻值的刻度分布情况是: 零欧姆在刻度盘的最右端; 欧姆挡的刻度不均匀, 越靠近左端越密集;

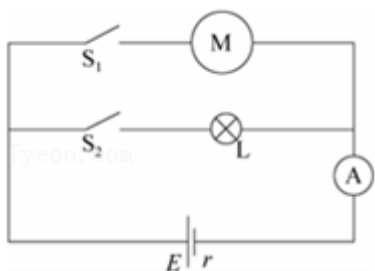
(2) 指针指在刻度“1”上, 那么刻度在“4”应标注的电阻值 R 为 50Ω 。

【点评】本小题考查了考查欧姆表的结构、测量原理, 同时还要注意测量误差应如何来分析, 对于电阻的测量若电压表不可用可将电流表与电阻串联当作电压表应用。

13. (8 分) 小明坐在汽车的副驾驶位上看到一个现象: 当汽车的电动机启动时, 汽车的车灯会瞬时变暗。汽车的电源 E 、电流表 A 、车灯 L 、电动机 M 连接的简化电路如图所示, 已知汽车电源电动势为 $12.5V$, 内阻为 0.05Ω 。车灯接通, 电动机未启动时, 电流表示数为 $10A$; 电动机启动的瞬间, 电流表示数达到 $50A$ 。求:

(1) 电动机未启动时, 车灯的功率 P ;

(2) 电动机启动瞬时, 车灯的功率减少量 ΔP (忽略电动机启动瞬间灯泡的电阻变化)。



【分析】(1) 电动机未启动时，车灯的功率 $P=UI$ 可求；

(2) 电动机启动瞬时，车灯的功率减少量 ΔP 等于电动机未启动时功率与电动机启动时的功率的差值。

【解答】解：(1) 电动机未启动时，根据题意 $I=10A$ ， $U=E-Ir$ ，代入数据可得， $U=12V$ ，由 $P=UI$ 代入数据可得： $P=120W$ ；

(2) 灯泡电阻： $R=\frac{U}{I}$ ，代入数据解得： $R=1.2\Omega$ ，

电动机启动的瞬间，由题意可知 $I'=50A$ ，根据公式 $U'=E-I'r$ 代入数据解得： $U'=10V$ ， $P'=UI'$ ，代入数据得 $P'=\frac{250}{3}W$ ，

$\Delta P=P-P'$ 代入数据解得： $\Delta P=\frac{110}{3}\approx 36.67W$

答：(1) 电动机未启动时，车灯的功率为 $120W$ ；

(2) 电动机启动瞬时，车灯的功率减少量为 $36.67W$ 。

【点评】明确功率的计算公式是解决问题的关键。

14. (13 分) 一个士兵坐在皮划艇上，他连同装备和皮划艇的总质量是 M 。这个士兵用自动步枪在 t 秒内沿水平方向连续射出 n 发子弹，若每发子弹的质量是 m ，子弹离开枪口时相对步枪的速度是 v 。射击前皮划艇是静止的，不考虑水的阻力。求：

(1) 第一次射击后皮划艇的速度；

(2) 连续射击第 10 次后皮划艇的速度改变量；

(3) 连续射击 10 次时枪所受到的平均反冲作用力。

【分析】本题在计算时没有忽略子弹射出后对总质量的影响，还要注意射出速度是相对枪口的速度。

(1) 根据动量守恒定律，求第一次射击后皮划艇的速度；

(2) 根据动量守恒求得连续 10 次射击后皮划艇的速度的变化量；

(3) 对子弹，根据动量定理求得连续射击时子弹所受的平均作用力，由牛顿第三定律求枪所受到的平均反冲作用力。

【解答】解：以皮划艇和枪运动的方向为正，每次子弹相对枪的速度大小均为 v ，设第一次射出后皮划艇和枪的速度为 v_1 ，那么子弹对地的速度大小为 $(v-v_1)$ ，子弹射出前后动量守恒则有：

第一次射击： $0=(M-m)v_1-m(v-v_1)$

解得： $v_1=\frac{m}{M}v$

(2) 同理，第二次射击： $(M-m)v_1=(M-2m)v_2-m(v-v_2)$

解得: $v_2 = v_1 + \frac{m}{M-m}v$, 从而求得: $v_2 - v_1 = \frac{m}{M-m}v$

第三次射击: $(M-2m)v_2 = (M-3m)v_3 - m(v-v_3)$

解得: $v_3 = v_2 + \frac{m}{M-2m}v$, 从而可得: $v_3 - v_2 = \frac{m}{M-2m}v$

.....

余类推, 第 n 次射击: $v_n = v_{(n-1)} + \frac{m}{M-(n-1)m}v$, 从而 $v_n - v_{(n-1)} = \frac{m}{M-(n-1)m}v$

那么: $v_{10} = v_9 + \frac{m}{M-9m}v$, 从而可得: $v_{10} - v_9 = \frac{m}{M-9m}v$

(3) 对连续射击 10 次的整个过程, 对皮划艇和步枪由动量定理: $F \frac{10}{n}t = (M-10m)v_{10} - 0$

所以: $F = \frac{n(M-10m)}{10t}v_{10}$

因为: $v_{10} = v_1 + (v_2 - v_1) + (v_3 - v_2) + (v_4 - v_3) + (v_5 - v_4) + (v_6 - v_5) + (v_7 - v_6) + (v_8 - v_7) + (v_9$

$- v_8) + (v_{10} - v_9) = \frac{m}{M}v + \frac{m}{M-m}v + \frac{m}{M-2m}v + \frac{m}{M-3m}v + \frac{m}{M-4m}v + \frac{m}{M-5m}v + \frac{m}{M-6m}v + \frac{m}{M-7m}v + \frac{m}{M-8m}v + \frac{m}{M-9m}v$

所以: $F = \frac{n(M-10m)}{10t} \left(\frac{m}{M}v + \frac{m}{M-m}v + \frac{m}{M-2m}v + \frac{m}{M-3m}v + \frac{m}{M-4m}v + \frac{m}{M-5m}v + \frac{m}{M-6m}v + \frac{m}{M-7m}v + \frac{m}{M-8m}v + \frac{m}{M-9m}v \right)$

$\left(\frac{m}{M-5m}v + \frac{m}{M-6m}v + \frac{m}{M-7m}v + \frac{m}{M-8m}v + \frac{m}{M-9m}v \right)$

答: (1) 第一次射击后皮划艇的速度为 $\frac{m}{M}v$; (2) 连续射击第 10 次后皮划艇的速度改变量为 $\frac{m}{M-9m}v$;

(3) 连续射击 10 次时枪所受到的平均反冲作用力为 $\frac{n(M-10m)}{10t}$

$\left(\frac{m}{M}v + \frac{m}{M-m}v + \frac{m}{M-2m}v + \frac{m}{M-3m}v + \frac{m}{M-4m}v + \frac{m}{M-5m}v + \frac{m}{M-6m}v + \frac{m}{M-7m}v + \frac{m}{M-8m}v + \frac{m}{M-9m}v \right)$ 。

【点评】 本题要注意动量守恒定律及动量定理的应用, 明确所研究的系统正确列式计算, 题干中没有忽略子弹质量对系统总质量的影响, 还有速度不是相对于地的速度, 造成此题难度增大。

15. (16 分) 光滑水平面上依次放 99 个质量均为 m 的弹性小球, 质量相等的两弹性小球正碰时交换速度。

现一质量为 $3m$ 的小球 A 以初速度 v_0 与第 99 个小球发生弹性正碰, 求:



(1) 小球 A 第一次与第 99 个小球碰后的速度大小;

(2) 第 1 个和第 2 个小球最终的速度大小;

(3) 第 99 个小球最终的速度大小。

【分析】 (1) 根据动量守恒定律和机械能守恒定律求小球 A 第一次与第 99 个小球碰后的速度大小。

(2) 根据质量相等的两弹性小球正碰时交换速度, 确定第 1 个和第 2 个小球最终的速度大小;

(3) 根据动量守恒定律、能量守恒定律结合数学归纳法进行解答。

【解答】 解: 涉及动量守恒定律取向右为正方向。

(1) 小球 A 第一次与第 99 个小球碰撞过程, 由动量守恒定律得

$$3mv_0 = 3mv_{A1} + mv_{99}$$

根据机械能守恒定律得: $\frac{1}{2} \times 3mv_0^2 = \frac{1}{2} \times 3mv_{A1}^2 + \frac{1}{2}mv_{99}^2$

联立解得小球 A 第一次与第 99 个小球碰撞后速度大小为: $v_{A1} = \frac{1}{2}v_0$, 99 号第一次被碰撞后的速度大小为: $v_1 = \frac{3}{2}v_0$

故 v_1 先与 98 号碰撞且速度交换, 而 99 号静止后再与 A 球作第二次碰撞。

(2) 99 号球依次向前碰, 均是速度交换, 所以最后的 1 号小球的最终速度为 (只碰一次) $v_1 = \frac{3}{2}v_0$;

2 号小球的最终速度 (只碰两次): $v_2 = \frac{3}{2}v_{A1} = \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{2}v_0 = \frac{3}{4}v_0$;

(3) A 球以初速度 $v_{A1} = \frac{1}{2}v_0$ 与 99 号球第二次碰撞过程中, 根据动量守恒定律可得:

$$3mv_{A1} = 3mv_{A2} + mv_2$$

根据机械能守恒定律可得: $\frac{1}{2} \cdot 3m \cdot v_{A1}^2 = \frac{1}{2} \cdot 3m v_{A2}^2 + \frac{1}{2}mv_2^2$

99 号球第二次碰撞后获得的速度为: $v_{A2} = \frac{1}{2}v_{A1} = \left(\frac{1}{2}\right)^2 v_0$

A 球与 99 号球第二次碰撞后的速度为: $v_2 = \frac{3}{2}v_{A1} = \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{2}v_0 = \frac{3}{4}v_0$

由于 2 号小球不可能与 1 号小球再碰撞, 以此类推

3 号小球最终速度 (只碰三次) 为: $v_3 = \frac{3}{2} \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^2 v_0 = \frac{3}{8}v_0$

.....

99 号小球最终速度 (碰 99 次) 为 $v_{99} = \frac{3}{2} \left(\frac{1}{2}\right)^{98} v_0$ 。

答: (1) 小球 A 第一次与第 99 个小球碰后的速度大小为 $\frac{1}{2}v_0$;

(2) 第 1 个最终速度为 $\frac{3}{2}v_0$, 第 2 个小球最终的速度大小为 $\frac{3}{4}v_0$;

(3) 第 99 个小球最终的速度大小为 $\frac{3}{2} \left(\frac{1}{2}\right)^{98} v_0$ 。

【点评】解答本题的关键要掌握弹性碰撞的两大规律: 动量守恒定律和机械能守恒定律, 并能运用结论: 质量相等的两弹性小球正碰时交换速度, 来分析最终各个小球的速度。