

2013 年全国统一高考物理试卷（新课标 I）

参考答案与试题解析

一、选择题：本题共 8 小题，每小题 6 分。在每小题给出的四个选项中，第 1~5 题只有一项符合题目要求，第 6-8 题有多项符合题目要求。全部选对的得 6 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。

1. (6 分) 如图是伽利略 1604 年做斜面实验时的一页手稿照片，照片左上角的三列数据如下表。表中第二列是时间，第三列是物体沿斜面运动的距离，第一列是伽利略在分析实验数据时添加的。根据表中的数据，伽利略可以得出的结论是 ()

1	1	32
4	2	130
9	3	298
16	4	526
25	5	824
36	6	1192
49	7	1600
64	8	2104



- A. 物体具有惯性
- B. 斜面倾角一定时，加速度与质量无关
- C. 物体运动的距离与时间的平方成正比
- D. 物体运动的加速度与重力加速度成正比

【考点】1L: 伽利略研究自由落体运动的实验和推理方法.

【专题】511: 直线运动规律专题.

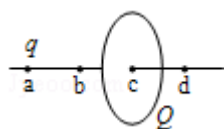
【分析】通过表格中的数据, 通过时间的平方与运动距离的关系, 得出位移和时间的规律。

【解答】解: 从表格中的数据可知, 时间变为原来的 2 倍, 下滑的位移大约变为原来的 4 倍, 时间变为原来的 3 倍, 位移变为原来的 9 倍, 可知物体运动的距离与时间的平方成正比。故 C 正确, A、B、D 错误。

故选: C。

【点评】本题考查学生的数据处理能力, 能够通过数据得出物体位移与时间的关系。需加强训练。

2. (6 分) 如图, 一半径为 R 的圆盘上均匀分布着电荷量为 Q 的电荷, 在垂直于圆盘且过圆心 c 的轴线上有 a 、 b 、 d 三个点, a 和 b 、 b 和 c 、 c 和 d 间的距离均为 R , 在 a 点处有一电荷量为 q ($q > 0$) 的固定点电荷。已知 b 点处的场强为零, 则 d 点处场强的大小为 (k 为静电力常量) ()



A. $k \frac{3q}{R^2}$

B. $k \frac{10q}{9R^2}$

C. $k \frac{Q+q}{R^2}$

D. $k \frac{9Q+q}{9R^2}$

【考点】A8: 点电荷的电场; AA: 电场的叠加.

【专题】532: 电场力与电势的性质专题.

【分析】由题意可知, 半径为 R 均匀分布着电荷量为 Q 的圆盘上电荷, 与在 a 点处有一电荷量为 q ($q > 0$) 的固定点电荷, 在 b 点处的场强为零, 说明各自电场强度大小相等, 方向相反。那么在 d 点处场强的大小即为两者之和。因此根据点电荷的电场强度为 $E = k \frac{q}{R^2}$ 即可求解。

【解答】解: 电荷量为 q 的点电荷在 b 处产生电场强度为 $E = k \frac{q}{R^2}$,

而半径为 R 均匀分布着电荷量为 Q 的圆盘上电荷，与在 a 点处有一电荷量为 q ($q > 0$) 的固定点电荷，在 b 点处的场强为零，

则圆盘在此处产生电场强度也为 $E = K \frac{q}{R^2}$ 。那么圆盘在此 d 产生电场强度则仍为

$$E = K \frac{q}{R^2}。$$

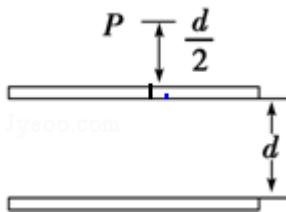
而电荷量为 q 的点电荷在 d 处产生电场强度为 $E' = K \frac{q}{(3R)^2} = K \frac{q}{9R^2}$ ，由于都在 d 处产生电场强度方向相同，即为两者大小相加。

所以两者这 d 处产生电场强度为 $K \frac{10q}{9R^2}$ ，故 **B** 正确，**ACD** 错误。

故选：**B**。

【点评】考查点电荷与圆盘电荷在某处的电场强度叠加，紧扣电场强度的大小与方向关系，从而为解题奠定基础。

3. (6分) 一水平放置的平行板电容器的两极板间距为 d ，极板分别与电池两极相连，上极板中心有一小孔 (小孔对电场的影响可忽略不计)。小孔正上方 $\frac{d}{2}$ 处的 P 点有一带电粒子，该粒子从静止开始下落，经过小孔进入电容器，并在下极板处 (未与极板接触) 返回。若将下极板向上平移 $\frac{d}{3}$ ，则从 P 点开始下落的相同粒子将 ()



- A. 打到下极板上
 B. 在下极板处返回
 C. 在距上极板 $\frac{d}{2}$ 处返回
 D. 在距上极板 $\frac{2d}{5}$ 处返回

【考点】AK: 带电粒子在匀强电场中的运动; AS: 电容器的动态分析.

【专题】533: 电容器专题.

【分析】下极板未移动时，带电粒子到达下极板处返回，知道重力做功与电场力做功之和为零，向上移动下极板，若运动到下极板，重力做功小于克服电场力做功，可知不可能运动到下极板返回，根据动能定理，结合电势差大小与 d 的关系，求出粒子返回时的位置。

【解答】解：对下极板未移动前，从静止释放到速度为零的过程运用动能定理得，

$$mg \cdot \frac{3}{2}d - qU = 0。$$

将下极板向上平移 $\frac{d}{3}$ ，设运动到距离上级板 x 处返回。

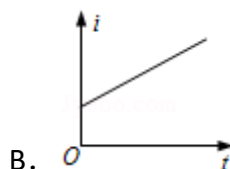
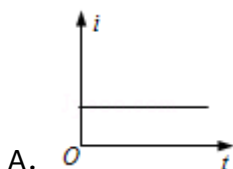
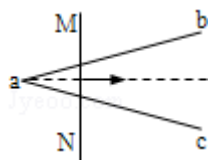
根据动能定理得， $mg \cdot (\frac{d}{2} + x) - \frac{x}{\frac{2}{3}d} \cdot qU = 0$

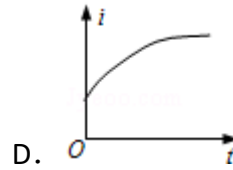
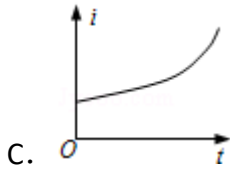
联立两式解得 $x = \frac{2d}{5}$ 。故 D 正确，A、B、C 错误。

故选：D。

【点评】该题考到了带电粒子在电场中的运动、电容器、功能关系等知识点，是一道比较综合的电学题，难度较大。这类题应该以运动和力为基础，结合动能定理求解。

4. (6分) 如图，在水平面(纸面)内有三根相同的均匀金属棒 ab 、 ac 和 MN ，其中 ab 、 ac 在 a 点接触，构成“V”字型导轨。空间存在垂直于纸面的均匀磁场。用力使 MN 向右匀速运动，从 a 位置开始计时，运动中 MN 始终与 $\angle bac$ 的平分线垂直且和导轨保持良好接触。下列关于回路中电流 i 与时间 t 的关系图线，可能正确的是 ()





【考点】D9：导体切割磁感线时的感应电动势.

【专题】53B：电磁感应与图像结合.

【分析】MN 切割磁感线运动产生感应电动势 $E=BLv$ ，L 越来越大，回路总电阻也增大，根据电阻定律可求，然后利用闭合电路欧姆定律即可求解。

【解答】解：设 $\angle bac=2\theta$ ，单位长度电阻为 R_0

则 MN 切割产生电动势 $E=BLv=Bv \cdot 2vt \times \tan\theta=2Bv^2t \tan\theta$

回路总电阻为 $R=(2vttan\theta + \frac{2vt}{\cos\theta})R_0=vtR_0(2\tan\theta + \frac{2}{\cos\theta})$

由闭合电路欧姆定律得：
$$I=\frac{E}{R}=\frac{2Bv^2t \cdot \tan\theta}{vtR_0(2\tan\theta + \frac{2}{\cos\theta})}=\frac{2Bvtan\theta}{R_0(2\tan\theta + \frac{2}{\cos\theta})}$$

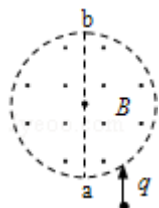
i 与时间无关，是一定值，故 A 正确，BCD 错误，

故选：A。

【点评】关于电磁感应问题，特别是图象问题，不能凭想当然，最好是通过闭合电路欧姆定律找出关系式。

5. (6分) 如图，半径为 R 的圆柱形匀强磁场区域的横截面（纸面），磁感应强度大小为 B ，方向垂直于纸面向外。一电荷量为 q ($q>0$)、质量为 m 的粒子沿平行于直径 ab 的方向射入磁场区域，射入点与 ab 的距离为 $\frac{R}{2}$ 。已知粒子射出磁场与射入磁场时运动方向间的夹角为 60° ，则粒子的速率为（不计重力）

()



A. $\frac{qBR}{2m}$

B. $\frac{qBR}{m}$

C. $\frac{3qBR}{2m}$

D. $\frac{2qBR}{m}$

【考点】 37: 牛顿第二定律; 4A: 向心力; C1: 带电粒子在匀强磁场中的运动.

【专题】 536: 带电粒子在磁场中的运动专题.

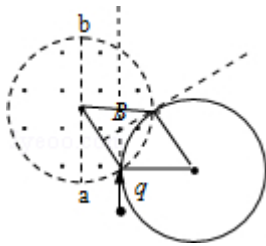
【分析】 由题意利用几何关系可得出粒子的转动半径, 由洛伦兹力充当向心力可得出粒子速度的大小;

【解答】 解: 由题, 射入点与 ab 的距离为 $\frac{R}{2}$. 则射入点与圆心的连线和竖直方向之间的夹角是 30° ,

粒子的偏转角是 60° , 即它的轨迹圆弧对应的圆心角是 60° , 所以入射点、出射点和圆心构成等边三角形, 所以, 它的轨迹的半径与圆形磁场的半径相等, 即 $r=R$. 轨迹如图:

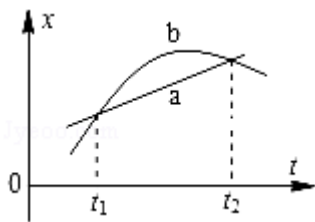
洛伦兹力提供向心力: $qvB = \frac{mv^2}{R}$, 变形得: $v = \frac{qBR}{m}$. 故正确的答案是 B.

故选: B.



【点评】 在磁场中做圆周运动, 确定圆心和半径为解题的关键。

6. (6分) 如图所示, 直线 a 和曲线 b 分别是在平直公路上行驶的汽车 a 和 b 的位置、时间 (x - t) 图线。由图可知 ()



- A. 在时刻 t_1 , a 车追上 b 车
- B. 在时刻 t_2 , a、b 两车运动方向相反
- C. 在 t_1 到 t_2 这段时间内, b 车的速率先减小后增大
- D. 在 t_1 到 t_2 这段时间内, b 车的速率一直比 a 车的大

【考点】1I: 匀变速直线运动的图像.

【专题】512: 运动学中的图像专题.

【分析】位移时间关系图线反映位移随时间的变化规律，图线的斜率表示速度的大小。

【解答】解：A、在时刻 t_1 ，a、b 两车的位置坐标相同，开始 a 的位移大于 b 的位移，知 b 从后面追上 a。故 A 错误。

B、在时刻 t_2 ，a 的位移增大，b 的位移减小，知两车运动方向相反。故 B 正确。

C、图线切线的斜率表示速度，在 t_1 到 t_2 这段时间内，b 车图线斜率先减小后增大，则 b 车的速率先减小后增加。故 C 正确。

D、在 t_1 到 t_2 这段时间内，b 图线的斜率不是一直大于 a 图线的斜率，所以 b 车的速率不是一直比 a 车大。故 D 错误。

故选：BC。

【点评】解决本题的关键知道位移时间图线的物理意义，知道图线的斜率表示速度的大小，能够通过图线得出运动的方向。

7. 6分)2012年6月18日,神州九号飞船与天宫一号目标飞行器在离地面343km的近圆形轨道上成功进行了我国首次载人空间交会对接. 对接轨道所处的空间存在极其稀薄的大气, 下面说法正确的是 ()

A. 为实现对接, 两者运行速度的大小都应介于第一宇宙速度和第二宇宙速度之间

B. 如不加干预, 在运行一段时间后, 天宫一号的动能可能会增加

C. 如不加干预, 天宫一号的轨道高度将缓慢降低

D. 航天员在天宫一号中处于失重状态, 说明航天员不受地球引力作用

【考点】4F: 万有引力定律及其应用; 4H: 人造卫星.

【专题】16: 压轴题; 52A: 人造卫星问题.

【分析】万有引力提供圆周运动的向心力，所以第一宇宙速度是围绕地球圆周运动的最大速度，卫星由于摩擦阻力作用，轨道高度将降低，运行速度增大，失重不是失去重力而是对悬绳的拉力或支持物的压力减小的现象。根据相应

知识点展开分析即可。

【解答】解：

A、又第一宇宙速度为最大环绕速度，天宫一号的线速度一定小于第一宇宙速度。

故 A 错误；

B、根据万有引力提供向心力有： $G\frac{mM}{r^2}=m\frac{v^2}{r}\Rightarrow v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$ 得轨道高度降低，卫星的线

速度增大，故动能将增大，所以 B 正确；

C、卫星本来满足万有引力提供向心力即 $G\frac{mM}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$ ，由于摩擦阻力作用卫星的线

速度减小，提供的引力大于卫星所需要的向心力故卫星将做近心运动，即轨道半径将减小，故 C 正确；

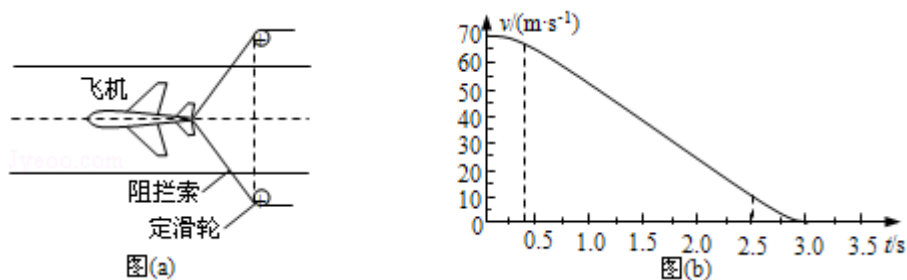
D、失重状态说明航天员对悬绳或支持物体的压力为 0，而地球对他的万有引力提供他随天宫一号围绕地球做圆周运动的向心力，所以 D 错误

故选：BC。

【点评】解决卫星运行规律问题的核心原理是万有引力提供向心力，通过选择不同的向心力公式，来研究不同的物理量与轨道半径的关系。

8. (6分) 2012年11月，“歼15”舰载机在“辽宁号”航空母舰上着舰成功。图

(a)为利用阻拦系统让舰载机在飞行甲板上快速停止的原理示意图。飞机着舰并成功钩住阻拦索后，飞机的动力系统立即关闭，阻拦系统通过阻拦索对飞机施加一作用力，使飞机在甲板上短距离滑行后停止，某次降落，以飞机着舰为计时零点，飞机在 $t=0.4s$ 时恰好钩住阻拦索中间位置，其着舰到停止的速度 - 时间图线如图 (b) 所示。假如无阻拦索，飞机从着舰到停止需要的滑行距离约 1000m。已知航母始终静止，重力加速度的大小为 g 。则 ()



- A. 从着舰到停止，飞机在甲板上滑行的距离约为无阻拦索时的 $\frac{1}{10}$
- B. 在 0.4s~2.5s 时间内，阻拦索的张力几乎不随时间变化
- C. 在滑行过程中，飞行员所承受的加速度大小会超过 2.5g
- D. 在 0.4s~2.5s 时间内，阻拦系统对飞机做功的功率几乎不变

【考点】 11: 匀变速直线运动的图像; 37: 牛顿第二定律; 63: 功率、平均功率和瞬时功率.

【专题】 16: 压轴题; 52C: 功率的计算专题.

【分析】 通过速度与时间的图象，由图象的斜率表示加速度大小，再由牛顿第二定律确定阻拦索的拉力，同时由图象与时间所构成的面积为位移的大小。由功率 $P=FV$ 可确定大小如何变化.

【解答】 解: A、由图象可知，从着舰到停止，飞机在甲板上滑行的距离即为图象与时间所构成的面积，即约为 $\frac{70 \times 3}{2} \text{m} = 105 \text{m}$ ，而无阻拦索的位移为 1000m，因此飞机在甲板上滑行的距离约为无阻拦索时的 $\frac{1}{10}$ ，故 A 正确;

B、在 0.4s~2.5s 时间内，速度与时间的图象的斜率不变，则加速度也不变，所以合力也不变，因此阻拦索的张力的合力几乎不随时间变化，但阻拦索的张力是变化的，故 B 错误;

C、在滑行过程中，飞行员所承受的加速度大小为 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{10-65}{2.5-0.4} \text{m/s}^2 = 26.2 \text{m/s}^2 > 2.5g$ ，故 C 正确;

D、在 0.4s~2.5s 时间内，阻拦系统对飞机做功的功率 $P=FV$ ，虽然 F 不变，但 V 是渐渐变小，所以其变化的，故 D 错误;

故选: AC。

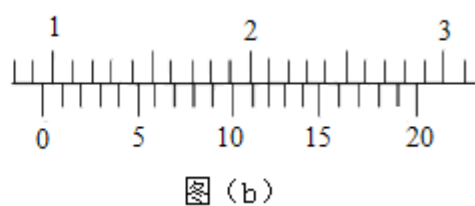
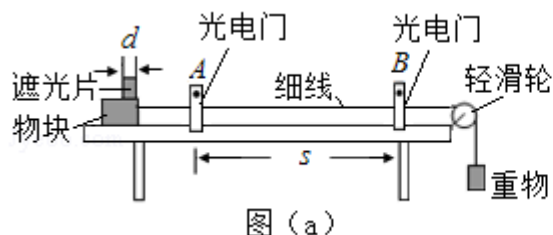
【点评】 考查由速度与时间的图象，来读取正确的信息: 斜率表示加速度的大小，图象与时间所夹的面积表示位移的大小。注意阻拦索的张力与张力的合力是不同的。

二、解答题 (共 4 小题, 满分 47 分)

9. (7 分) 图 (a) 为测量物块与水平桌面之间动摩擦因数的实验装置示意图。

实验步骤如下：

- ①用天平测量物块和遮光片的总质量 M 、重物的质量 m ；用游标卡尺测量遮光片的宽度 d ；用米尺测最两光电门之间的距离 s ；
- ②调整轻滑轮，使细线水平；
- ③让物块从光电门 A 的左侧由静止释放，用数字毫秒计分别测出遮光片经过光电门 A 和光电门 B 所用的时间 Δt_A 和 Δt_B ，求出加速度 a ；
- ④多次重复步骤③，求 a 的平均值 \bar{a} ；
- ⑤根据上述实验数据求出动摩擦因数 μ 。



回答下列为题：

- (1) 测量 d 时，某次游标卡尺（主尺的最小分度为 1mm ）的示数如图（b）所示，其读数为 0.960 cm。
- (2) 物块的加速度 a 可用 d 、 s 、 Δt_A 和 Δt_B 表示为 $a = \frac{1}{2s} \left[\left(\frac{d}{\Delta t_B} \right)^2 - \left(\frac{d}{\Delta t_A} \right)^2 \right]$ 。
- (3) 动摩擦因数 μ 可用 M 、 m 、 \bar{a} 和重力加速度 g 表示为 $\mu = \frac{mg - (M+m)\bar{a}}{Mg}$ 。
- (4) 如果细线没有调整到水平，由此引起的误差属于 系统误差（填“偶然误差”或“系统误差”）。

【考点】 M9：探究影响摩擦力的大小的因素。

【专题】 13：实验题；511：直线运动规律专题。

【分析】 (1) 游标卡尺主尺与游标尺的示数之和是游标卡尺的示数，

(2) 由速度公式求出物块经过 A、B 两点时的速度，然后由匀变速运动的速度位移公式求出物块的加速度；

(3) 由牛顿第二定律求出动摩擦因数。

(4) 由于实验设计造成的误差是系统误差，由于实验操作、读数等造成的误差属于偶然误差。

【解答】解：(1) 由图 (b) 所示游标卡尺可知，主尺示数为 0.9cm，游标尺示数为 $12 \times 0.05\text{mm} = 0.60\text{mm} = 0.060\text{cm}$ ，则游标卡尺示数为 $0.9\text{cm} + 0.060\text{cm} = 0.960\text{cm}$ 。

(2) 物块经过 A 点时的速度 $v_A = \frac{d}{t_A}$ ，物块经过 B 点时的速度 $v_B = \frac{d}{t_B}$ ，物块做匀变速直线运动，由速度位移公式得： $v_B^2 - v_A^2 = 2as$ ，加速度 $a = \frac{1}{2s} \left[\left(\frac{d}{\Delta t_B} \right)^2 - \left(\frac{d}{\Delta t_A} \right)^2 \right]$ ；

(3) 以 M、m 组成的系统为研究对象，由牛顿第二定律得： $mg - \mu Mg = (M+m)\bar{a}$ ，解得 $\mu = \frac{mg - (M+m)\bar{a}}{Mg}$ ；

(4) 如果细线没有调整到水平，由此引起的误差属于系统误差。

故答案为：(1) 0.960；(2) $\frac{1}{2s} \left[\left(\frac{d}{\Delta t_B} \right)^2 - \left(\frac{d}{\Delta t_A} \right)^2 \right]$ ；(3) $\frac{mg - (M+m)\bar{a}}{Mg}$ ；(4)

系统误差。

【点评】对游标卡尺进行读数时，要先确定游标尺的精度，主尺与游标尺的示数之和是游标卡尺示数，读数时视线要与刻度线垂直。

10. (8分) 某学生实验小组利用图 (a) 所示电路，测量多用电表内电池的电动势和电阻“ $\times 1k$ ”挡内部电路的总电阻。使用的器材有：

多用电表；

电压表：量程 5V，内阻十几千欧；

滑动变阻器：最大阻值 $5k\Omega$

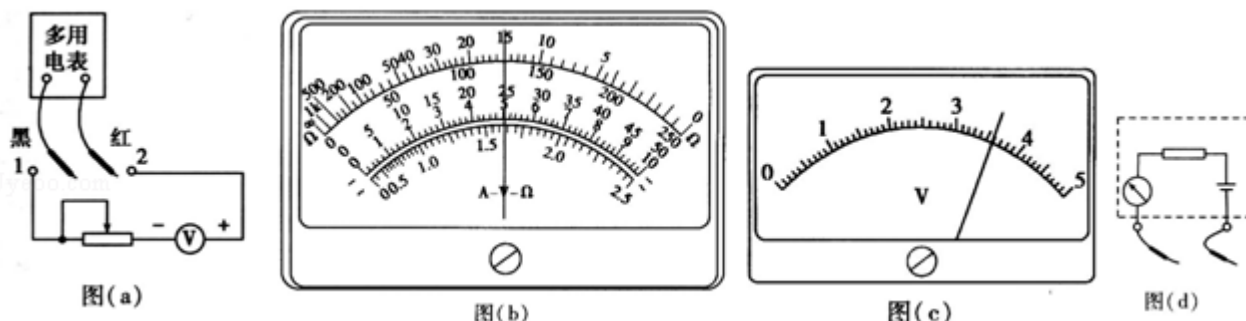
导线若干。

回答下列问题：

(1) 将多用电表挡位调到电阻“ $\times 1k$ ”挡，再将红表笔和黑表笔短接，调零点。

(2) 将图 (a) 中多用电表的红表笔和1 (填“1”或“2”) 端相连，黑表笔连接另一端。

(3) 将滑动变阻器的滑片调到适当位置，使多用电表的示数如图 (b) 所示，这时电压表的示数如图 (c) 所示。多用电表和电压表的读数分别为 15.0 k Ω 和 3.60 V。



(4) 调节滑动变阻器的滑片，使其接入电路的阻值为零。此时多用电表和电压表的读数分别为 12.0k Ω 和 4.00V。从测量数据可知，电压表的内阻为 12.0 k Ω 。

(5) 多用电表电阻挡内部电路可等效为由一个无内阻的电池、一个理想电流表和一个电阻串联而成的电路，如图 (d) 所示。根据前面的实验数据计算可得，此多用电表内电池的电动势为 9.00 V，电阻“ $\times 1k$ ”挡内部电路的总电阻为 15.0 k Ω 。

【考点】 N3：测定电源的电动势和内阻。

【专题】 13：实验题；535：恒定电流专题。

【分析】 (1) 欧姆表使用前一定要欧姆调零；

(2) 红正黑负，电流从红表笔流入电表，从黑表笔流出电表；

(3) 欧姆表读数等于倍率乘以表盘读数，伏特表读数要估读；

(4) 欧姆表测量的是外电路的总电阻，由于滑动变阻器被短路，故欧姆表读数即为电压表阻值；

(5) 由于半偏电流是满偏电流的一半，故欧姆表的中值电阻等于内电阻；根据闭合电路欧姆定律求解电动势。

【解答】 解：(1) 欧姆表使用前一定要欧姆调零，即红黑表笔短接后，调节调零旋钮，使电流表满偏；

(2) 多用电表的红表笔对应欧姆表内电源的负极，所以红表笔应接电压表的负连接柱，故红表笔接触 1；

- (3) 欧姆表读数=倍率×表盘读数=1k×15.0Ω=15.0kΩ；电压表读数为 3.60V；
- (4) 由于滑动变阻器被短路，故欧姆表读数即为电压表阻值，为 12.0kΩ；
- (5) 调节滑动变阻器的滑片，使其接入电路的阻值为零，此时多用电表和电压表的读数分别为 12.0kΩ 和 4.00V；

多用电表的中值电阻等于内电阻，故 $R=15.0k\Omega$ ；

由闭合电路欧姆定律 $I=\frac{E}{R+r}$ 和欧姆定律 $U=IR_V$ 可知， $E=\frac{U}{R_V}(R+R_V)$

代入数据有：

$$E=\frac{4.0V}{12k\Omega}(12k\Omega+15k\Omega)=9.00V,$$

故答案为：(1) 短接；(2) 1；(3) 15.0, 3.60；(4) 12.0；(5) 9.00, 15.0。

【点评】本题关键是明确实验原理，会使用欧姆表和电压表测量电阻和电压，同时能结合闭合电路欧姆定律灵活地列式分析。

11. (13 分) 水平桌面上有两个玩具车 A 和 B，两者用一轻质细橡皮筋相连，在橡皮筋上有一红色标记 R。在初始时橡皮筋处于拉直状态，A、B 和 R 分别位于直角坐标系中的 (0, 2l)、(0, -l) 和 (0, 0) 点。已知 A 从静止开始沿 y 轴正向做加速度大小为 a 的匀加速运动；B 平行于 x 轴朝 x 轴正向匀速运动。在两车此后运动的过程中，标记 R 在某时刻通过点 (l, l)。假定橡皮筋的伸长是均匀的，求 B 运动速度的大小。

【考点】37：牛顿第二定律。

【专题】16：压轴题；522：牛顿运动定律综合专题。

【分析】根据运动学公式求出 t 时刻 A 的纵坐标，B 的横坐标，抓住橡皮筋的伸长是均匀的，在以后任一时刻 R 到 A 和 B 的距离之比都为 2:1，根据相似三角形，结合运动学公式求出 B 的运动速度。

【解答】解：设 B 车的速度大小为 v。如图，标记 R 的时刻 t 通过点 K (l, l)，此时 A、B 的位置分别为 H、G。

由运动学公式，H 的纵坐标 y_A ，G 的横坐标 x_B 分别为

$$y_A=2l+\frac{1}{2}at^2 \text{①}$$

$$x_B = vt \quad \text{②}$$

在开始运动时，R 到 A 和 B 的距离之比为 2: 1，即

$$OE: OF = 2: 1$$

由于橡皮筋的伸长是均匀的，在以后任一时刻 R 到 A 和 B 的距离之比都为 2: 1。

$$\text{因此，在时刻 } t \text{ 有 } HK: KG = 2: 1 \quad \text{③}$$

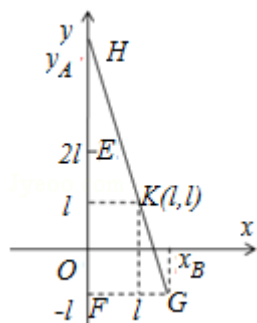
由于 $\triangle FGH \sim \triangle IGK$ ，有

$$HG: KG = x_B: (x_B - l) \quad \text{④}$$

$$HG: KG = (y_A + l): (2l) = 3: 1 \quad \text{⑤}$$

$$\text{联立各式解得 } v = \frac{1}{4}\sqrt{6al}$$

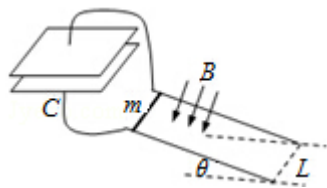
答：B 运动速度的大小为 $v = \frac{1}{4}\sqrt{6al}$ 。



【点评】 解决本题的关键抓住橡皮筋的伸长是均匀的，在以后任一时刻 R 到 A 和 B 的距离之比都为 2: 1，结合运动学公式和数学几何进行求解。

12. (19 分) 如图，两条平行导轨所在平面与水平地面的夹角为 θ ，间距为 L 。导轨上端接有一平行板电容器，电容为 C 。导轨处于匀强磁场中，磁感应强度大小为 B ，方向垂直于导轨平面。在导轨上放置一质量为 m 的金属棒，棒可沿导轨下滑，且在下滑过程中保持与导轨垂直并良好接触。已知金属棒与导轨之间的动摩擦因数为 μ ，重力加速度大小为 g 。忽略所有电阻。让金属棒从导轨上端由静止开始下滑，求：

- (1) 电容器极板上积累的电荷量与金属棒速度大小的关系；
- (2) 金属棒的速度大小随时间变化的关系。



【考点】 2G: 力的合成与分解的运用; 37: 牛顿第二定律; AN: 电容器与电容;
D9: 导体切割磁感线时的感应电动势.

【专题】 16: 压轴题; 539: 电磁感应中的力学问题.

【分析】 (1) 由法拉第电磁感应定律, 求出感应电动势; 再与 $C = \frac{Q}{U}$ 相结合求出电荷量与速度的关系式。

(2) 由左手定则来确定安培力的方向, 并求出安培力的大小; 借助于 $I = \frac{Q}{t}$ 、 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 及牛顿第二定律来求出速度与时间的关系。

【解答】 解: (1) 设金属棒下滑的速度大小为 v , 则感应电动势为 $E = BLv$,
平行板电容器两极板之间的电势差为 $U = E$,
设此时电容器极板上积累的电荷量为 Q ,

按定义有 $C = \frac{Q}{U}$,

联立可得, $Q = CBLv$ 。

(2) 设金属棒的速度大小为 v 时, 经历的时间为 t , 通过金属棒的电流为 i ,
金属棒受到的磁场力方向沿导轨向上, 大小为 $f_1 = BLi$,

设在时间间隔 $(t, t + \Delta t)$ 内流经金属棒的电荷量为 ΔQ ,

则 $\Delta Q = CBL\Delta v$,

按定义有: $i = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$,

ΔQ 也是平行板电容器极板在时间间隔 $(t, t + \Delta t)$ 内增加的电荷量,

由上式可得, Δv 为金属棒的速度变化量,

金属棒所受到的摩擦力方向沿导轨斜面向上,

大小为: $f_2 = \mu N$, 式中, N 是金属棒对于导轨的正压力的大小,

有 $N = mg \cos \theta$,

金属棒在时刻 t 的加速度方向沿斜面向下,

设其大小为 a ,

根据牛顿第二定律有: $mg\sin\theta - f_1 - f_2 = ma$,

即: $mg\sin\theta - \mu mg\cos\theta = CB^2L^2a + ma$;

联立上此式可得: $a = \frac{m(\sin\theta - \mu\cos\theta)g}{m + B^2L^2C}$ 。

由题意可知, 金属棒做初速度为零的匀加速运动, t 时刻金属棒的速度大小为

$$v = \frac{m(\sin\theta - \mu\cos\theta)gt}{m + B^2L^2C}。$$

答: (1) 电容器极板上积累的电荷量与金属棒速度大小的关系为 $Q = CBLv$;

(2) 金属棒的速度大小随时间变化的关系 $v = \frac{m(\sin\theta - \mu\cos\theta)gt}{m + B^2L^2C}$ 。

【点评】 本题让学生理解左手定则、安培力的大小、法拉第电磁感应定律、牛顿第二定律、及运动学公式, 并相互综合来求解。

三. [物理--选修 3-3] (15 分)

13. (6 分) 两个相距较远的分子仅在分子力作用下由静止开始运动, 直至不再靠近。在此过程中, 下列说法正确的是 ()

- A. 分子力先增大, 后一直减小
- B. 分子力先做正功, 后做负功
- C. 分子动能先增大, 后减小
- D. 分子势能先增大, 后减小
- E. 分子势能和动能之和不变

【考点】 86: 分子间的相互作用力; 87: 分子势能; 8A: 物体的内能。

【专题】 16: 压轴题; 547: 内能及其变化专题。

【分析】 分子力同时存在引力和斥力, 分子间引力和斥力随分子间的距离的增大而减小, 随分子间的距离的减小而增大, 且斥力减小或增大比引力变化要快些;

分子力做功等于分子势能的减小量。

【解答】 解: A、两个相距较远的分子仅在分子力作用下由静止开始运动, 直至不再靠近的过程中, 当分子间距大于平衡间距时, 分子力表现为引力; 当分

子间距小于平衡间距时，分子力表现为斥力；故 A 错误；

B、两个相距较远的分子仅在分子力作用下由静止开始运动，直至不再靠近的过程中，分子力先是引力后是斥力，故先做正功后做负功，故 B 正确；

C、只有分子力做功，先做正功后做负功，根据动能定理，动能先增加后减小，故 C 正确；

D、分子力先做正功后做负功；分子力做功等于分子势能的减小量；故分子势能先减小后增加，故 D 错误；

E、分子力做功等于分子势能的减小量，总功等于动能增加量，只有分子力做功，故分子势能和分子动能总量保持不变，故 E 正确；

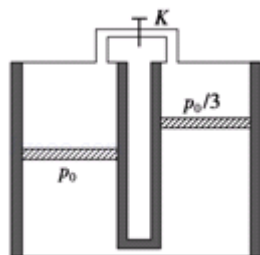
故选：BCE。

【点评】 本题考查了分子力、分子势能、分子力做功与分子势能变化关系，基础题。

14. (9分) 如图所示，两个侧壁绝热、顶部和底部都导热的相同气缸直立放置，气缸底部和顶部均有细管连通，顶部的细管带有阀门 K，两气缸的容积均为 V_0 ，气缸中各有一个绝热活塞（质量不同，厚度可忽略）。开始时 K 关闭，两活塞下方和右活塞上方充有气体（可视为理想气体），压强分别为 p_0 和 $\frac{p_0}{3}$ ，左活塞在气缸正中间，其上方为真空；右活塞上方气体体积为 $\frac{V_0}{4}$ 。现使气缸底与一恒温热源接触，平衡后左活塞升至气缸顶部，且与顶部刚好没有接触；然后打开 K，经过一段时间，重新达到平衡。已知外界温度为 T_0 ，不计活塞与气缸壁间的摩擦。求：

① 恒温热源的温度 T；

② 重新达到平衡后左气缸中活塞上方气体的体积 V_x 。



【考点】99：理想气体的状态方程；9K：封闭气体压强。

【专题】54B：理想气体状态方程专题。

【分析】(1) 两活塞下方封闭的气体等压变化，利用盖吕萨克定律列式求解；

(2) 分别以两部分封闭气体，利用玻意耳定律列式求解

【解答】解：(1) 与恒温热源接触后，在 K 未打开时，右活塞不动，两活塞下方的气体经历等压过程，

$$\text{由盖吕}\cdot\text{萨克定律得：}\frac{\frac{5}{4}V_0}{T_0}=\frac{\frac{7}{4}V_0}{T}\dots\text{①解得：}T=\frac{7}{5}T_0\dots\text{②}$$

(2) 由初始状态的力学平衡条件可知，左活塞的质量比右活塞的大。

打开 K 后，右活塞必须升至气缸顶才能满足力学平衡条件。

气缸顶部与外界接触，底部与恒温热源接触，两部分气体各自经历等温过程，

$$\text{设在活塞上方气体压强为 } p, \text{ 由玻意耳定律得：} pV_x=\frac{p_0}{3}\cdot\frac{V_0}{4}\dots\text{③}$$

$$\text{对下方气体由玻意耳定律得：}(p+p_0)(2V_0-V_x)=p_0\cdot\frac{7}{4}V_0\dots\text{④}$$

$$\text{联立③④式得：}6V_x^2-V_0V_x-V_0^2=0,$$

$$\text{解得：}V_x=\frac{1}{2}V_0, V_x=-\frac{1}{3}V_0 \text{ 不合题意，舍去。}$$

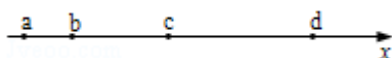
答：(1) 恒温热源的温度为 $\frac{7}{5}T_0$ ；

(2) 重新达到平衡后左气缸中活塞上方气体的体积为 $\frac{1}{2}V_0$ 。

【点评】本题涉及两部分气体状态变化问题，除了隔离研究两部分之外，关键是把握它们之间的联系，比如体积关系、温度关系及压强关系。

四. [物理--选修 3-4] (15 分)

15. 如图，a、b、c、d 是均匀媒质中 x 轴上的四个质点，相邻两点的间距依次为 2m、4m 和 6m。一列简谐横波以 2m/s 的波速沿 x 轴正向传播，在 t=0 时刻到达质点 a 处，质点 a 由平衡位置开始竖直向下运动，t=3s 时 a 第一次到达最高点。下列说法正确的是 ()



A. 在 t=6s 时刻波恰好传到质点 d 处

- B. 在 $t=5s$ 时刻质点 c 恰好到达最高点
- C. 质点 b 开始振动后，其振动周期为 $4s$
- D. 在 $4s < t < 6s$ 的时间间隔内质点 c 向上运动
- E. 当质点 d 向下运动时，质点 b 一定向上运动

【考点】F5：波长、频率和波速的关系.

【专题】16：压轴题.

【分析】由题“在 $t=0$ 时刻到达质点 a 处，质点 a 由平衡位置开始竖直向下运动， $t=3s$ 时 a 第一次到达最高点”可确定出该波的周期。根据 a 与 d 间的距离，由 $t = \frac{x}{v}$ 求出波从 a 传到 d 的时间。根据时间 $t=5s$ 与周期的关系，分析质点 c 的状态。由波速公式求出波长，根据 b 、 d 间距离与波长的关系，分析当质点 d 向下运动时质点 b 的运动方向。

【解答】解：A、 ad 间距离为 $x=12m$ ，波在同一介质中匀速传播，则波从 a 传到 d 的时间为 $t = \frac{x}{v} = \frac{12}{2}s = 6s$ ，即在 $t=6s$ 时刻波恰好传到质点 d 处。故 A 正确。

B、设该波的周期为 T ，由题可得， $\frac{3}{4}T=3s$ ，得 $T=4s$ 。波从 a 传到 c 的时间为 $t = \frac{x}{v} = \frac{2+4}{2}s = 3s$ ，则在 $t=5s$ 时刻质点 c 已振动了 $2s$ ，而 c 起振方向向下，故在 $t=5s$ 时刻质点 c 恰好经过平衡位置向上。故 B 错误。

C、质点 b 的振动周期等于 a 的振动周期，即为 $4s$ 。故 C 正确。

D、在 $4s < t < 6s$ 的时间间隔内，质点 c 已振动了 $1s < t < 3s$ ，质点 c 正从波谷向波峰运动，即向上运动。故 D 正确。

E、波长为 $\lambda = vT = 2 \times 4m = 8m$ ， bd 间距离为 $10m = 1\frac{1}{4}\lambda$ ，结合波形得知，当质点 d 向下运动时，质点 b 不一定向上运动。故 E 错误。

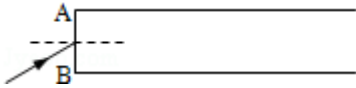
故选：ACD。

【点评】本题关键要抓住波在同一介质中是匀速传播的，由 $t = \frac{x}{v}$ 可求出波传播的时间。要抓住各个质点的起振方向都与波源的起振方向相同，通过分析波的形成过程进行分析。

16. 图示为一光导纤维（可简化为一长玻璃丝）的示意图，玻璃丝长为 L ，折射率为 n ， AB 代表端面。已知光在真空中的传播速度为 c 。

(i) 为使光线能从玻璃丝的 AB 端面传播到另一端面，求光线在端面 AB 上的入射角应满足的条件；

(ii) 求光线从玻璃丝的 AB 端面传播到另一端面所需的最长时间。



【考点】H5：全反射。

【专题】16：压轴题；54E：全反射和临界角专题。

【分析】根据折射定律求入射角的条件，利用全反射的条件和运动学知识求光线传播所用的最长时间。

【解答】解：(1) 设激光束在光导纤维端面的入射角为 i ，折射角为 α ，折射光线射向侧面时的入射角为 β ，要保证不会有光线从侧壁射出来，其含义是能在侧壁发生全反射。

由折射定律：
$$n = \frac{\sin i}{\sin \alpha}$$

由几何关系： $\alpha + \beta = 90^\circ$ ， $\sin \alpha = \cos \beta$

恰好发生全反射临界角的公式： $\sin \beta = \frac{1}{n}$ ，得 $\cos \beta = \sqrt{1 - \frac{1}{n^2}}$

联立得 $\sin i = \sqrt{n^2 - 1}$

要保证从端面射入的光线能发生全反射，应有 $\sin i \leq \sqrt{n^2 - 1}$

(2) 光在玻璃丝中传播速度的大小为 $v = \frac{c}{n}$

光速在玻璃丝轴线方向的分量为 $v_z = v \sin \beta$

光线从玻璃丝端面 AB 传播到其另一端面所需时间为 $T = \frac{L}{v_z}$

光线在玻璃丝中传播，在刚好发生全反射时，光线从端面 AB 传播到其另一端面

所需的时间最长，联立得 $T_{\max} = \frac{Ln^2}{c}$

答：(i) 光线在端面 AB 上的入射角应满足 $\sin i \leq \sqrt{n^2 - 1}$

(ii) 线从玻璃丝的 AB 端面传播到另一端面所藉的最长时间 $T_{\max} = \frac{Ln^2}{c}$

【点评】本题是 2013 年湖北高考题，考查了折射定律和全反射的条件，难度稍大。

五. [物理--选修 3-5] (15 分)

17. 一质子束入射到能止靶核 ${}_{13}^{27}\text{Al}$ 上，产生如下核反应： $p + {}_{13}^{27}\text{Al} \rightarrow X + n$ 式中 p 代表质子，n 代表中子，X 代表核反应产生的新核。由反应式可知，新核 X 的质子数为 14，中子数为 13。

【考点】JF：原子核的人工转变。

【专题】16：压轴题；54O：衰变和半衰期专题。

【分析】根据电荷数守恒、质量数守恒，得出新核的质子数和中子数。

【解答】解：质子的电荷数为 1，质量数为 1，中子的电荷数为 0，质量数为 1。根据电荷数守恒、质量数守恒，X 的质子数为 $1+13-0=14$ ，质量数为 $1+27-1=27$ 。因为质量数等于质子数和中子数之和，则新核的中子数为 $27-14=13$ 。

故答案为：14 13。

【点评】解决本题的关键知道在核反应方程中电荷数守恒、质量数守恒，以及知道常见粒子的电荷数和质量数。

18. 在粗糙的水平桌面上有两个静止的木块 A 和 B，两者相距为 d。现给 A 一初速度，使 A 与 B 发生弹性正碰，碰撞时间极短。当两木块都停止运动后，相距仍然为 d。已知两木块与桌面之间的动摩擦因数均为 μ ，B 的质量为 A 的 2 倍，重力加速度大小为 g。求 A 的初速度的大小。

【考点】53：动量守恒定律；65：动能定理。

【专题】16：压轴题；52K：动量与动能定理或能的转化与守恒定律综合。

【分析】碰撞过程中 A、B 组成的系统动量守恒，结合动量守恒定律和动能定理，抓住停止时相距的距离，表示出碰撞后的 A、B 的速度，结合能量守恒定律

求解。

【解答】解：设在发生碰撞前的瞬间，木块 A 的速度大小为 v ；

在碰撞后的瞬间，A 和 B 的速度分别为 v_1 和 v_2 。

在碰撞过程中，由能量守恒定律和动量守恒定律。得

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2} \cdot 2mv_2^2,$$

$mv = mv_1 + 2mv_2$ ，式中，以碰撞前木块 A 的速度方向为正。

$$\text{联立解得： } v_1 = -\frac{1}{2}v_2。$$

设碰撞后 A 和 B 运动的距离分别为 d_1 和 d_2 ，

$$\text{由动能定理得 } \mu mgd_1 = \frac{1}{2}mv_1^2。$$

$$\mu (2m) gd_2 = \frac{1}{2}2mv_2^2。$$

按题意有： $d = d_2 + d_1$ 。

设 A 的初速度大小为 v_0 ，由动能定理得 $-\mu mgd = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$

$$\text{联立解得： } v_0 = \sqrt{\frac{28\mu gd}{5}}$$

答：A 的初速度的大小是 $v_0 = \sqrt{\frac{28\mu gd}{5}}$ 。

【点评】本题综合考查了动量守恒定律、动能定理、能量守恒定律，综合性较强，对学生的能力要求较高，需加强这方面的训练。