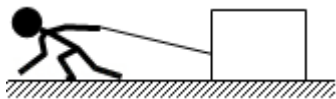


# 2018 年全国统一高考物理试卷（新课标 II）

参考答案与试题解析

一、选择题：本题共 8 小题，每小题 6 分，共 48 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，某同学用绳子拉动木箱，使它从静止开始沿粗糙水平路面运动至具有某一速度，木箱获得的动能一定 ( )



- A. 小于拉力所做的功                      B. 等于拉力所做的功  
C. 等于克服摩擦力所做的功              D. 大于克服摩擦力所做的功

【考点】65：动能定理.

【专题】12：应用题；31：定性思想；43：推理法.

【分析】根据动能定理即可判断木箱获得的动能与拉力所做的功及克服摩擦力所做的功的关系，比较各选项得出答案。

【解答】解：由动能定理得， $W_F - W_f = E_k - 0$ ，所以，木箱获得的动能一定小于拉力所做的功，而木箱获得的动能与克服摩擦力所做的功无法比较，故 A 正确，BCD 错误。

故选：A。

【点评】本题主要考查学生对动能定理的掌握和应用，属于基础性知识，比较简单。

2. (6 分) 高空坠物极易对行人造成伤害。若一个 50g 的鸡蛋从一居民楼的 25 层坠下，与地面的碰撞时间约为 2ms，则该鸡蛋对地面产生的冲击力约为 ( )

- A. 10N                      B.  $10^2$ N                      C.  $10^3$ N                      D.  $10^4$ N

**【考点】** 52: 动量定理.

**【专题】** 12: 应用题; 32: 定量思想; 4H: 估算法; 52F: 动量定理应用专题.

**【分析】** 求出自由下落的时间, 全过程根据动量定理求解即可.

**【解答】** 解: 每层楼高约为 3m, 鸡蛋下落的总高度  $h = (25 - 1) \times 3\text{m} = 72\text{m}$ ;

$$\text{自由下落时间 } t_1 = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 72}{10}} \text{s} = 3.8\text{s},$$

与地面的碰撞时间约为  $t_2 = 2\text{ms} = 0.002\text{s}$ ,

全过程根据动量定理可得:  $mg(t_1 + t_2) - Ft_2 = 0$

解得冲击力  $F = 950\text{N} \approx 10^3\text{N}$ , 故 C 正确.

故选: C.

**【点评】** 本题主要是考查动量定理, 利用动量定理解答问题时, 要注意分析运动过程中物体的受力情况, 能够根据全过程动量定理求解.

3. (6分) 2018年2月, 我国500m口径射电望远镜(天眼)发现毫秒脉冲星“J0318+0253”, 其自转周期  $T = 5.19\text{ms}$ . 假设星体为质量均匀分布的球体, 已知万有引力常量为  $6.67 \times 10^{-11}\text{N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ . 以周期  $T$  稳定自转的星体的密度最小值约为 ( )

- A.  $5 \times 10^4\text{kg}/\text{m}^3$     B.  $5 \times 10^{12}\text{kg}/\text{m}^3$     C.  $5 \times 10^{15}\text{kg}/\text{m}^3$     D.  $5 \times 10^{18}\text{kg}/\text{m}^3$

**【考点】** 4F: 万有引力定律及其应用.

**【专题】** 12: 应用题; 32: 定量思想; 4C: 方程法; 529: 万有引力定律在天体运动中的应用专题.

**【分析】** 该星体表面物体随该星体自转做匀速圆周运动, 能以周期  $T$  稳定自转的条件是赤道表面的物体受到的该星的万有引力恰好提供向心力, 物体的向心力用周期表示等于万有引力, 再结合球体的体积公式、密度公式即可求出中子星的最小密度.

**【解答】** 解: 设位于该星体赤道处的小块物质质量为  $m$ , 物体受到的星体的万有引力恰好提供向心力, 这时星体不瓦解且有最小密度,

由万有引力定律结合牛顿第二定律得： $\frac{GMm}{R^2}=mR\frac{4\pi^2}{T^2}$

球体的体积为： $V=\frac{4}{3}\pi R^3$

密度为： $\rho=\frac{M}{V}=\frac{3\pi}{GT^2}$

代入数据解得： $\rho=\frac{3\times 3.14}{6.67\times 10^{-11}\times (5.19\times 10^{-3})^2}=5\times 10^{15}\text{kg/m}^3$ . 故 C 正确、ABD

错误；

故选：C。

**【点评】**解此题一定要找到该星体以周期  $T$  稳定自转的密度最小时的条件：赤道表面的物体随中子星一起自转时受到的中子星的万有引力恰好提供向心力，会用周期表示向心力，还要知道球体的体积公式及密度公式，同时注意公式间的化简。

4. (6分) 用波长为 300nm 的光照射锌板，电子逸出锌板表面的最大初动能为  $1.28\times 10^{-19}\text{J}$ ，已知普朗克常量为  $6.63\times 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}$ ，真空中的光速为  $3.00\times 10^8\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ，能使锌产生光电效应的单色光的最低频率约为 ( )

A.  $1\times 10^{14}\text{Hz}$       B.  $8\times 10^{14}\text{Hz}$       C.  $2\times 10^{15}\text{Hz}$       D.  $8\times 10^{15}\text{Hz}$

**【考点】** IC: 光电效应； IE: 爱因斯坦光电效应方程。

**【专题】** 32: 定量思想； 43: 推理法； 54I: 光电效应专题。

**【分析】** 根据光电效应方程： $E_k=h\nu - W_0$ ，和逸出功  $W_0=h\nu_0$  直接进行求解即可。

**【解答】** 解：根据光电效应方程： $E_{km}=h\nu - W_0$

光速、波长、频率之间关系为： $\nu=\frac{c}{\lambda}$

将数据，代入上式，则有： $W_0=h\nu - E_{km}=6.63\times 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}\times\frac{3\times 10^8}{300\times 10^{-9}}\text{s}^{-1} - 1.28\times$

$10^{-19}\text{J}=5.35\times 10^{-19}\text{J}$

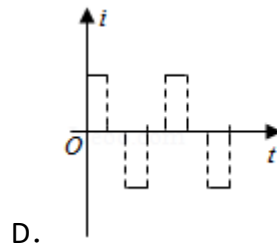
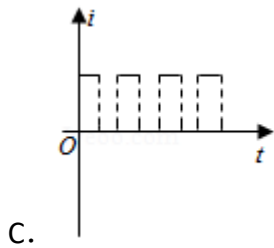
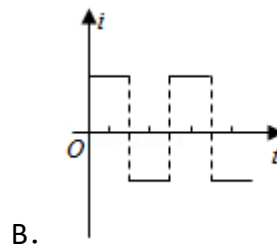
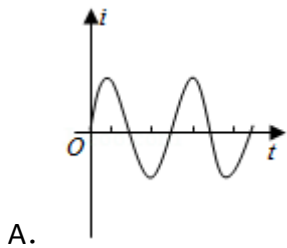
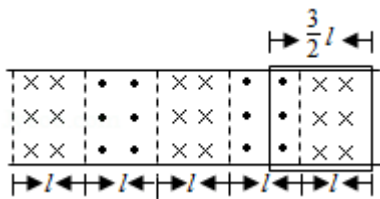
根据逸出功  $W_0=h\nu_0$ ，得：

$\nu_0=\frac{W_0}{h}=\frac{5.35\times 10^{-19}}{6.63\times 10^{-34}}\approx 8\times 10^{14}\text{Hz}$ ；

故选：B。

**【点评】** 本题考查知识点简单，但是学生在学习中要牢记公式以及物理量之间的关系，同时注意逸出功计算时的单位，及运算的准确性。

5. (6分) 如图，在同一水平面内有两根平行长导轨，导轨间存在依次相邻的矩形匀强磁场区域，区域宽度均为  $l$ ，磁感应强度大小相等、方向交替向上向下，一边长为  $\frac{3}{2}l$  的正方形金属线框在导轨上向左匀速运动，线框中感应电流  $i$  随时间变化的正确图线可能是 ( )



**【考点】** BB： 闭合电路的欧姆定律； D9： 导体切割磁感线时的感应电动势。

**【专题】** 12： 应用题； 31： 定性思想； 43： 推理法； 53B： 电磁感应与图像结合。

**【分析】** 分析线圈前后两边分别处于不同磁场中切割磁感应线的情况，求出感应电动势大小，根据闭合电路的欧姆定律求解感应电流大小，再根据楞次定律分析感应电流方向，由此判断。

**【解答】** 解： 设磁感应强度为  $B$ ，线圈的速度为  $v$ 、电阻为  $R$ ；

如果某时刻左边位于方向向外的磁场中、右边位于方向向里的磁场中，此时两边都切割磁感应线，产生的感应电动势为： $E_1=2bLv$ ，

根据电流为： $i_1=\frac{E_1}{R}=\frac{2BLv}{R}$ ，根据右手定则可知电流方向为顺时针；

当左右两边都处于方向相同的磁场中时，感应电动势为零，感应电流为零；

当左边位于方向向里的磁场中、右边位于方向向外的磁场中，此时两边都切割磁感应线，产生的感应电动势为： $E_2=2bLv$ ，

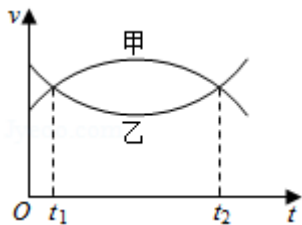
根据电流为： $i_2=\frac{E_2}{R}=\frac{2BLv}{R}$ ，根据右手定则可知电流方向为逆时针。

故 D 正确、ABC 错误。

故选：D。

**【点评】**本题主要是考查了法拉第电磁感应定律和楞次定律；对于导体切割磁感应线产生的感应电动势可以根据  $E=BLv$  来计算；弄清楚线圈所处的位置不同产生的感应电动势不一定相同。

6. (6分) 甲、乙两汽车在同一条平直公路上同向运动，其速度 - 时间图象分别如图中甲、乙两条曲线所示，已知两车在  $t_2$  时刻并排行驶，下列说法正确的是 ( )



- A. 两车在  $t_1$  时刻也并排行驶
- B. 在  $t_1$  时刻甲车在后，乙车在前
- C. 甲车的加速度大小先增大后减小
- D. 乙车的加速度大小先减小后增大

**【考点】** 1D：匀变速直线运动的速度与时间的关系； 1I：匀变速直线运动的图像。

**【专题】** 12：应用题； 31：定性思想； 43：推理法； 512：运动学中的图像专题。

**【分析】**根据速度时间图线能分析出汽车的运动规律，通过图线与时间轴围成的面积大小表示位移判断哪个汽车在前。通过图线的斜率判断加速度的变化。

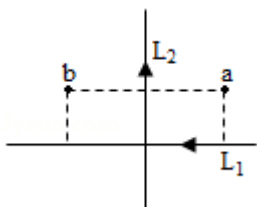
**【解答】**解：AB、已知在  $t_2$  时刻，两车并排行驶，在  $t_1 - t_2$  时间内，甲图线与时间轴围成的面积大，则知甲通过的位移大，可知  $t_1$  时刻，乙车在前，甲车在后，两车没有并排行驶。故 A 错误、B 正确。

CD、图线切线的斜率表示加速度，可知甲车的加速度先减小后增大，乙车的加速度也是先减小后增大。故 C 错误、D 正确。

故选：BD。

**【点评】**解决本题的关键知道速度时间图线的物理意义，知道图线与时间轴围成的面积表示位移，图线的切线斜率表示瞬时加速度。

7. (6分) 如图，纸面内有两条互相垂直的长直绝缘导线  $L_1$ 、 $L_2$ ， $L_1$  中的电流方向向左， $L_2$  中的电流方向向上， $L_1$  的正上方有 a、b 两点，它们相对于  $L_2$  对称。整个系统处于匀强外磁场中，外磁场的磁感应强度大小为  $B_0$ ，方向垂直于纸面向外，已知 a、b 两点的磁感应强度大小分别为  $\frac{1}{3}B_0$  和  $\frac{1}{2}B_0$ ，方向也垂于纸面向外，则 ( )



- A. 流经  $L_1$  的电流在 b 点产生的磁感应强度大小为  $\frac{7}{12}B_0$
- B. 流经  $L_1$  的电流在 a 点产生的磁感应强度大小为  $\frac{1}{12}B_0$
- C. 流经  $L_2$  的电流在 b 点产生的磁感应强度大小为  $\frac{1}{12}B_0$
- D. 流经  $L_2$  的电流在 a 点产生的磁感应强度大小为  $\frac{7}{12}B_0$

**【考点】** C3：磁感应强度；C6：通电直导线和通电线圈周围磁场的方向。

**【专题】** 31：定性思想；43：推理法；53D：磁场 磁场对电流的作用。

**【分析】**根据右手螺旋定则来判定两直导线在 a、b 两处的磁场方向，再结合矢

量的叠加法则，即可求解。

**【解答】**解：整个系统处于匀强外磁场中，外磁场的磁感应强度大小为  $B_0$ ，方向垂直于纸面向外，

且 a、b 两点的磁感应强度大小分别为  $\frac{1}{3}B_0$  和  $\frac{1}{2}B_0$ ，方向也垂于纸面向外，

根据右手螺旋定则， $L_1$  直导线电流，在 a、b 两点磁场方向垂直纸面向里，大小相等，

同理， $L_2$  直导线的电流，在 a 点磁场方向垂直纸面向里，在 b 点磁场方向垂直纸面向外，但两点的磁场大小相等，

依据矢量叠加法则，则有： $B_0 - B_2 - B_1 = \frac{B_0}{3}$ ；

$$B_0 + B_2 - B_1 = \frac{B_0}{2}；$$

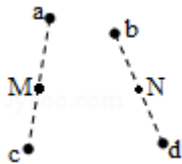
联立上式，可解得： $B_1 = \frac{7}{12}B_0$

$B_2 = \frac{1}{12}B_0$ ；故 AC 正确，BD 错误；

故选：AC。

**【点评】**考查右手螺旋定则的应用，掌握矢量的合成法则，注意对称位置的磁场大小是相等的。

8. (6分) 如图，同一平面内的 a、b、c、d 四点处于匀强电场中，电场方向与此平面平行，M 为 a、c 连线的中点，N 为 b、d 连线的中点，一电荷量为  $q$  ( $q > 0$ ) 的粒子从 a 点移动到 b 点，其电势能减小  $W_1$ ；若该粒子从 c 点移动到 d 点，其电势能减小  $W_2$ ，下列说法正确的是 ( )



A. 此匀强电场的场强方向一定与 a、b 两点连线平行

B. 若该粒子从 M 点移动到 N 点，则电场力做功一定为  $\frac{W_1 + W_2}{2}$

C. 若 c、d 之间的距离为 L，则该电场的场强大小一定为  $\frac{W_2}{qL}$

D. 若  $W_1=W_2$ , 则 a、M 两点之间的电势差一定等于 b、N 两点之间的电势差

**【考点】** AB: 电势差; AE: 电势能与电场力做功; AG: 电势差和电场强度的关系.

**【专题】** 32: 定量思想; 43: 推理法; 532: 电场力与电势的性质专题.

**【分析】** 匀强电场中, 沿着相同方向每前进相同距离电势的变化相同, 根据  $U=\frac{W}{q}$

比较电势差, 电场力做功等于电势能的减小量。

**【解答】** 解: A、一电荷量为  $q$  ( $q>0$ ) 的粒子从 a 点移动到 b 点, 其电势能减小  $W_1$ , 但 ab 连线不一定沿着电场线, 故 A 错误;

B、粒子从 a 点移动到 b 点, 其电势能减小  $W_1$ , 故:  $q\phi_a - q\phi_b=W_1$ ,

粒子从 c 点移动到 d 点, 其电势能减小  $W_2$ , 故:  $q\phi_c - q\phi_d=W_2$ ,

匀强电场中, 沿着相同方向每前进相同距离电势的变化相同, 故

$$\phi_a - \phi_M = \phi_M - \phi_c, \text{ 即 } \phi_M = \frac{1}{2} (\phi_a + \phi_c),$$

$$\text{同理 } \phi_N = \frac{1}{2} (\phi_b + \phi_d),$$

故  $q\phi_M - q\phi_N = \frac{W_1 + W_2}{2}$ , 故 B 正确;

C、若 c、d 之间的距离为 L, 但 cd 不一定平行电场线, 故  $W_2=qEL\cos\theta$ , 其中  $\theta$

为 cd 与电场线的夹角, 不一定为零, 故该电场的场强大小不一定为  $\frac{W_2}{qL}$ , 故 C

错误;

D、若  $W_1=W_2$ , 根据  $U=\frac{W}{q}$  可知,  $U_{ab}=U_{cd}$ , 故  $\phi_a - \phi_b = \phi_c - \phi_d$ , 则  $\phi_a - \phi_c = \phi_b - \phi_d$ ,

故  $U_{ac}=U_{bd}$ ;

而  $U_{ac}=2U_{aM}$ ,  $U_{bd}=2U_{bN}$ , 故  $U_{aM}=U_{bN}$ , 故 D 正确;

故选: BD。

**【点评】** 本题考查匀强电场中的电场强度与电势差的关系, 关键是明确沿着电场线电势降低最快, 记住公式  $U=Ed$  进行分析, 不难。

二、非选择题: 共 62 分 (第 9~12 题为必考题, 每个试题考生都必须作答. 第

13~16 题为选考题.考生根据要求作答。(一) 必考题: 共 47 分。

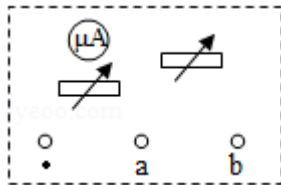
9. (6 分) 某同学组装一个多用电表, 可选用的器材有: 微安表头 (量程  $100\mu\text{A}$ , 内阻  $900\Omega$ ); 电阻箱  $R_1$  (阻值范围  $0\sim 999.9\Omega$ ); 电阻箱  $R_2$  (阻值范围  $0\sim 99999.9\Omega$ ); 导线若干。

要求利用所给器材先组装一个量程为  $1\text{mA}$  的直流电流表, 在此基础上再将它改装成量程为  $3\text{V}$  的直流电压表。组装好的多用电表有电流  $1\text{mA}$  和电压  $3\text{V}$  两挡。

回答下列问题:

(1) 在虚线框内画出电路图并标出  $R_1$  和  $R_2$ , 其中\*为公共接线柱, a 和 b 分别是电流挡和电压挡的接线柱。

(2) 电阻箱的阻值应取  $R_1 = \underline{100} \Omega$ ,  $R_2 = \underline{2910} \Omega$  (保留到个位)



【考点】B4: 多用电表的原理及其使用。

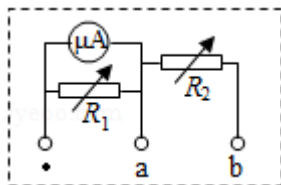
【专题】31: 定性思想; 46: 实验分析法; 4C: 方程法。

【分析】(1) 微安表并联一个小电阻改装成大量程得电流表, 串联一个大电阻改装成大量程的电压表;

(2) 根据串并联电路特点计算串并联电阻阻值。

【解答】解: (1) 微安表并联一个小电阻改装成大量程得电流表, 串联一个大电阻改装成大量程的电压表。

改装图如图所示:



(2) 当接 o、a 接线柱时当电流表用,

根据并联电路特点得:  $I_g R_g = (I - I_g) R_1$

$$\text{代入数据解得: } R_1 = \frac{I_g R_g}{I - I_g} = \frac{100 \times 10^{-6} \times 900}{1 \times 10^{-3} - 100 \times 10^{-6}} \Omega = 100 \Omega$$

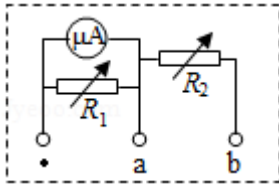
当接 o、b 接线柱时当电压表用，

根据串联电路得特点得： $I_g R_g + IR_2 = U$

$$\text{解得： } R_2 = \frac{U - I_g R_g}{I} = \frac{3 - 100 \times 10^{-6} \times 900}{1 \times 10^{-3}} \Omega = 2910 \Omega$$

故答案为：

(1)



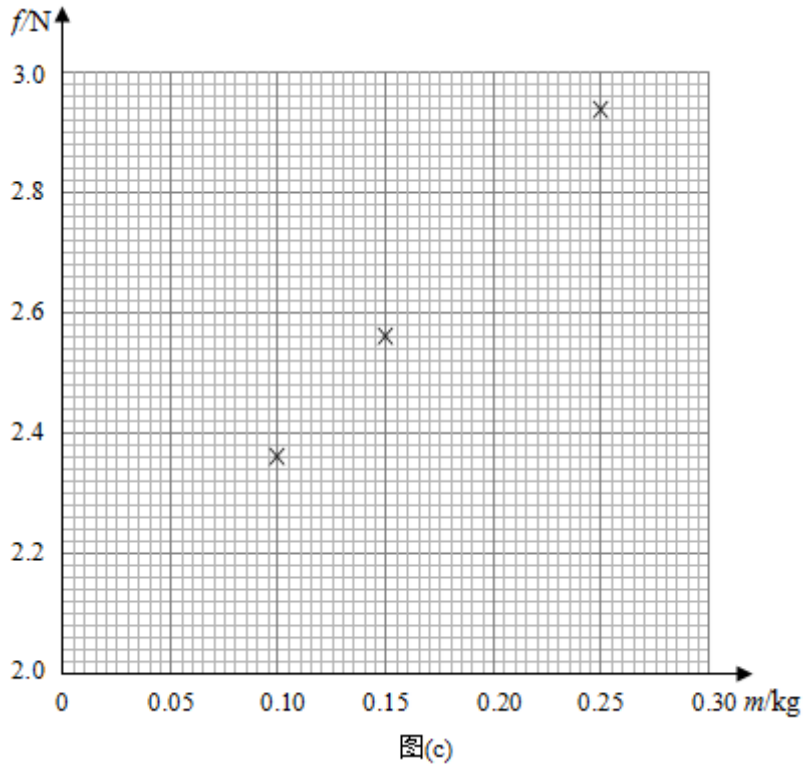
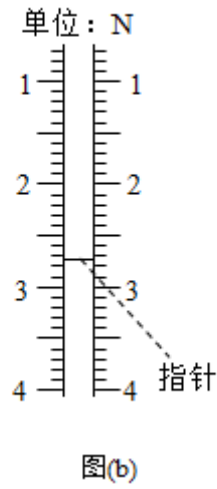
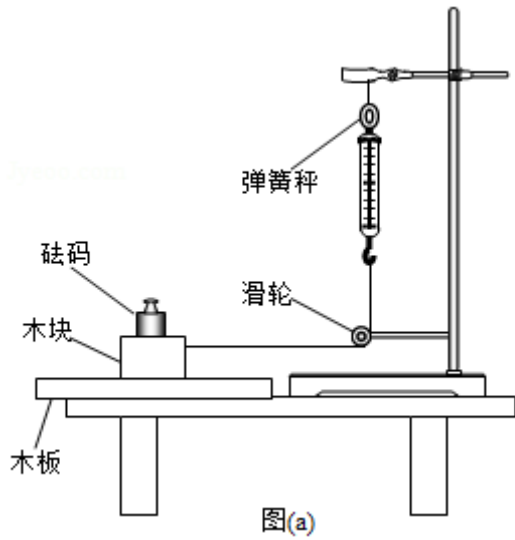
(2) 100、2910。

**【点评】**本题考查了电压表与电流表的改装，知道电表的改装原理，应用串并联电路特点、欧姆定律可以解题。

10. (9分) 某同学用图(a)所示的装置测量木块与木板之间的动摩擦因数，跨过光滑定滑轮的细线两端分别与木块和弹簧秤相连，滑轮和木块间的细线保持水平，在木块上方放置砝码，缓慢向左拉动水平放置的木板，当木块和砝码相对桌面静止且木板仍在继续滑动时，弹簧秤的示数即为木块受到的滑动摩擦力的大小。某次实验所得数据在

下表中给出，其中  $f_4$  的值可从图(b)中弹簧秤的示数读出。

砝码的质量 $m/\text{kg}$	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25
滑动摩擦力	2.15	2.36	2.55	$f_4$	2.93



回答下列问题：

(1)  $f_4 = \underline{2.75} \text{ N}$ ;

(2) 在图 (c) 的坐标纸上补齐未画出的数据点并绘出  $f - m$  图线；

(3)  $f$  与  $m$ 、木块质量  $M$ 、木板与木块之间的动摩擦因数  $\mu$  及重力加速度大小  $g$  之间的关系式为  $f = \underline{\mu (M+m) g}$ ， $f - m$  图线 (直线) 的斜率的表达式为  $k = \underline{\mu g}$ ；

(4) 取  $g = 9.80 \text{ m/s}^2$ ，由绘出的  $f - m$  图线求得  $\mu = \underline{0.38}$  (保留 2 位有效数字)

【考点】M9：探究影响摩擦力的大小的因素。

【专题】13：实验题；31：定性思想；32：定量思想；43：推理法；524：摩擦力专题。

【分析】（1）根据弹簧秤的读数规则进行读数；

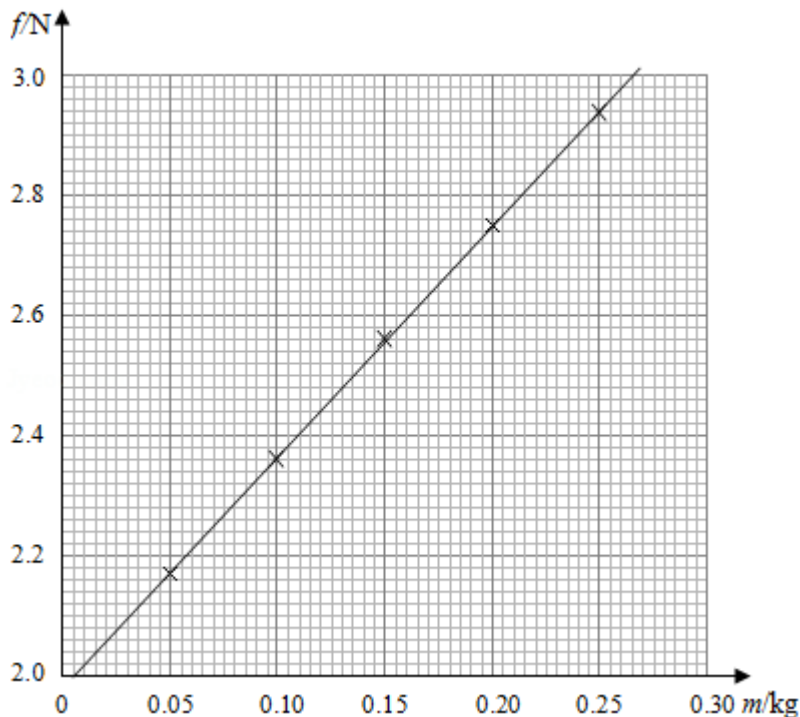
（2）观察图，看看哪些点没有画出来，进行描点，然后画图；

（3）根据滑动摩擦力可确定出摩擦力与动摩擦因数间的关系；根据图象得出图象的斜率；

（4）根据第三问可以得出  $f$  与  $m$  的关系式，进而计算出摩擦因数。

【解答】解：（1）由图可以看出，弹簧秤的指针在 2.70 和 2.80 之间，读数为 2.75N；

（2）图中确定  $m=0.05\text{kg}$  和  $m=0.20\text{kg}$  时的点，通过描点后，画图如图所示



（3） $f$  与  $m$ 、木块质量  $M$ 、木板与木块之间的动摩擦因数  $\mu$  及重力加速度大小  $g$  之间的关系式为  $f=\mu(M+m)g$ ； $k$  的表达式为  $k=\mu g$ ；

（4）由图象可以得出斜率为  $k=\frac{2.93-2.0}{0.25-0.01}=3.75$ ，所以  $\mu=\frac{k}{g}=\frac{3.75}{9.8}=0.38$ 。

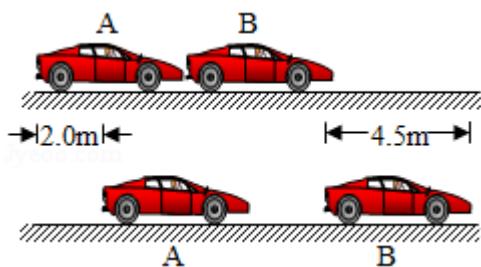
故答案为：（1）2.75；（2）如图所示；（3） $\mu(M+m)g$ ； $\mu g$ ；（4）0.38  
（0.37 - 0.41 均正确）

【点评】本题考查了动摩擦因数的测量，在计算的过程中，描点法绘图，并从中

得出斜率是关键，可以从中计算出摩擦因数；在数据处理时注意图象法的准确应用。

11. (12分) 汽车 A 在水平冰雪路面上行驶，驾驶员发现其正前方停有汽车 B，立即采取制动措施，但仍然撞上了汽车 B，两车碰撞时和两车都完全停止后的位置如图所示，碰撞后 B 车向前滑动了 4.5m，A 车向前滑动了 2.0m，已知 A 和 B 的质量分别为  $2.0 \times 10^3 \text{kg}$  和  $1.5 \times 10^3 \text{kg}$ ，两车与该冰雪路面间的动摩擦因数均为 0.10，两车碰撞时间极短，在碰撞后车轮均没有滚动，重力加速度大小  $g=10\text{m/s}^2$ ，求：

- (1) 碰撞后的瞬间 B 车速度的大小；
- (2) 碰撞前的瞬间 A 车速度的大小。



**【考点】** 53：动量守恒定律； 65：动能定理。

**【专题】** 11：计算题； 32：定量思想； 4C：方程法； 52D：动能定理的应用专题。

**【分析】** (1) 以 B 车为研究对象，根据动能定理求解碰后速度；

(2) 以 A 车为研究对象，根据动能定理求解碰后速度；两车碰撞过程中，根据动量守恒定律求解碰撞前的瞬间 A 车速度的大小。

**【解答】** 解：(1) 以 B 车为研究对象，根据动能定理可得：

$$-\mu m_B g x_B = 0 - \frac{1}{2} m_B v_B^2$$

代入数据解得： $v_B = 3\text{m/s}$ ；

(2) 设碰后 A 车速度大小为  $v_A$ ，碰前 A 车速度大小为  $v_0$ ，

碰后 A 车运动过程中，根据动能定理可得：

$$-\mu m_A g x_A = 0 - \frac{1}{2} m_A v_A^2,$$

代入数据解得： $v_A=2\text{m/s}$ ；

两车碰撞过程中，取向右为正、根据动量守恒定律可得：

$$m_A v_0 = m_A v_A + m_B v_B$$

代入数据解得： $v_0=4.3\text{m/s}$ 。

答：（1）碰撞后的瞬间 B 车速度的大小为  $3\text{m/s}$ ；

（2）碰撞前的瞬间 A 车速度的大小为  $4.3\text{m/s}$ 。

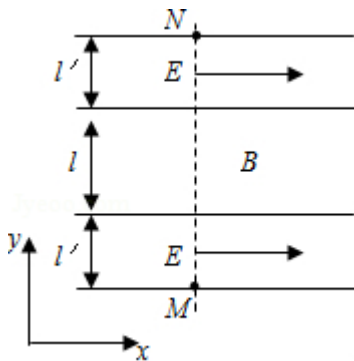
**【点评】**利用动能定理解题时注意：（1）分析物体受力情况，确定哪些力是恒力，哪些力是变力；（2）找出其中恒力的功及变力的功；（3）分析物体初末状态，求出动能变化量；（4）运用动能定理求解。

12.（20 分）一足够长的条状区域内存在匀强电场和匀强磁场，其在  $xOy$  平面内的截面如图所示；中间是磁场区域，其边界与  $y$  轴垂直，宽度为  $l$ ，磁感应强度的大小为  $B$ ，方向垂直于  $xOy$  平面；磁场的上、下两侧为电场区域，宽度均为  $l'$ ，电场强度的大小均为  $E$ ，方向均沿  $x$  轴正方向； $M$ 、 $N$  为条状区域边界上的两点，它们的连线与  $y$  轴平行。一带正电的粒子以某一速度从  $M$  点沿  $y$  轴正方向射入电场，经过一段时间后恰好以从  $M$  点入射的速度从  $N$  点沿  $y$  轴正方向射出。不计重力。

（1）定性画出该粒子在电磁场中运动的轨迹；

（2）求该粒子从  $M$  点入射时速度的大小；

（3）若该粒子进入磁场时的速度方向恰好与  $x$  轴正方向的夹角为  $\frac{\pi}{6}$ ，求该粒子的比荷及其从  $M$  点运动到  $N$  点的时间。



**【考点】**AK：带电粒子在匀强电场中的运动；CI：带电粒子在匀强磁场中的运

动.

**【专题】** 11: 计算题; 32: 定量思想; 4C: 方程法; 537: 带电粒子在复合场中的运动专题.

**【分析】** (1) 粒子在电场中做类平抛运动, 其的轨迹为抛物线, 粒子在磁场中做匀速圆周运动, 其轨迹为圆弧, 根据对称性定性画出该粒子在电磁场中运动的轨迹即可;

(2) 粒子在下方电场中做类平抛运动, 利用运动的合成和分解、牛顿第二定律结合运动学规律求解, 粒子在磁场中做匀速圆周运动, 利用洛伦兹力提供向心力结合几何关系, 联立即可求出求该粒子从 M 点入射时速度的大小;

(3) 利用几何关系找出粒子进入磁场时, 垂直电场方向的分速度  $v_0$  与沿电场线方向的分速度  $v_1$  之间的关系式, 再运用周期公式结合粒子在磁场中转过的圆心角, 联立即可求出若该粒子进入磁场时的速度方向恰好与 x 轴正方向的夹角为  $\frac{\pi}{6}$ , 该粒子的比荷及其从 M 点运动到 N 点的时间  $t'$ .

**【解答】** 解: (1) 粒子在电场中的轨迹为抛物线, 在磁场中的轨迹为圆弧, 整个轨迹上下对称, 故画出粒子运动的轨迹, 如图所示,

(2) 粒子从电场下边界入射后在电场中做类平抛运动, 设粒子从 M 点射入时速度的大小为  $v_0$ , 在下侧电场中运动的时间为  $t$ , 加速度大小为  $a$ , 粒子的电荷量为  $q$ , 质量为  $m$ , 粒子进入磁场的速度大小为  $v$ , 方向与电场方向的夹角为  $\theta$ , 如图所示,

根据牛顿第二定律可得:  $Eq=ma$  ①

速度沿电场方向的分量为:  $v_1=at$  ②

垂直电场方向有:  $l'=v_0t$  ③

根据几何关系可得:  $v_1=vcos\theta$  ④

粒子在磁场中做匀速圆周运动, 利用洛伦兹力提供向心力可得:  $qvB=m\frac{v^2}{R}$  ⑤

根据几何关系可得:  $l=2Rcos\theta$  ⑥

联立①②③④⑤⑥式可得粒子从 M 点入射时速度的大小:  $v_0=\frac{2El'}{Bl}$  ⑦

(3) 根据几何关系可得速度沿电场方向的分量:  $v_1=\frac{v_0}{\tan\frac{\pi}{6}}$  ⑧

联立①②③⑦⑧式可得该粒子的比荷： $\frac{q}{m} = \frac{4\sqrt{3}El'}{B^2 l^2}$  ⑨

粒子在磁场中运动的周期： $T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi m}{qB}$  ⑩

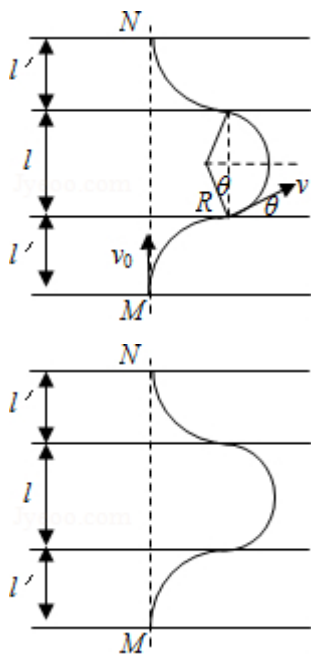
粒子由 M 点到 N 点所用的时间： $t' = 2t + \frac{2(\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{6})}{2\pi} \cdot T$  ⑪

联立③⑦⑨⑪式可得： $t' = \frac{Bl}{E} (1 + \frac{\sqrt{3}\pi l}{18l'})$

答：（1）定性画出该粒子在电磁场中运动的轨迹，如图所示；

（2）该粒子从 M 点入射时速度的大小为  $\frac{2El'}{Bl}$ ；

（3）该粒子的比荷为  $\frac{4\sqrt{3}El'}{B^2 l^2}$ ，其从 M 点运动到 N 点的时间  $\frac{Bl}{E} (1 + \frac{\sqrt{3}\pi l}{18l'})$ 。



**【点评】** 本题考查了带电粒子在磁场中运动的临界问题，粒子在磁场中的运动运用洛伦兹力提供向心力结合几何关系求解，类平抛运动运用运动的合成和分解牛顿第二定律结合运动学公式求解，解题关键是要作出临界的轨迹图，正确运用数学几何关系，分析好从电场射入磁场衔接点的速度大小和方向，运用粒子在磁场中转过的圆心角，结合周期公式，求解粒子在磁场中运动的时间。

三、选考题：共 15 分，请考生从 2 道物理题中任选一题作答，如果多做，则按

所做的第一题计分。

13. (5分) 对于实际的气体, 下列说法正确的是 ( )

- A. 气体的内能包括气体分子的重力势能
- B. 气体的内能包括气体分子之间相互作用的势能
- C. 气体的内能包括气体整体运动的动能
- D. 气体的体积变化时, 其内能可能不变
- E. 气体的内能包括气体分子热运动的动能

【考点】8A: 物体的内能; 8F: 热力学第一定律.

【专题】31: 定性思想; 43: 推理法; 542: 物体的内能专题.

【分析】明确物体内能的定义, 知道内能包括分子动能和分子势能, 与宏观的动能和势能无关, 同时明确实际气体的分子势能是不能忽略的; 同时明确做功和热传递均可以改变物体的内能, 要根据热力学第一定律分析内能的变化。

【解答】解: A、气体内能中不包括气体分子的重力势能, 故 A 错误;

B、实际气体的分子间相互作用力不能忽略, 故其内能包括分子间相互作用的势能, 故 B 正确;

C、气体的内能不包括气体整体运动的动能, 故 C 错误;

D、气体的体积变化时, 存在做功情况, 但如果同时有热量交换, 则根据热力学第一定律可知, 其内能可能不变, 故 D 正确;

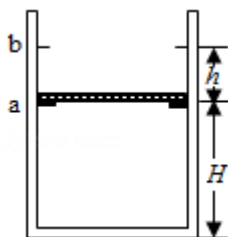
E、气体的内能包括气体分子热运动的动能, 故 E 正确。

故选: BDE。

【点评】本题考查物体内能以及气体的性质, 要注意准确掌握内能的定义, 知道内能与机械能是无关的, 同时掌握热力学第一定律的应用。

14. (10分) 如图, 一竖直放置的汽缸上端开口, 汽缸壁内有卡口 a 和 b, a、b 间距为  $h$ , a 距缸底的高度为  $H$ ; 活塞只能在 a、b 间移动, 其下方密封有一定质量的理想气体, 已知活塞质量为  $m$ , 面积为  $S$ , 厚度可忽略; 活塞和汽缸壁均绝热, 不计它们之间的摩擦, 开始时活塞处于静止状态, 上、下方气体压强均为  $p_0$ , 温度均为  $T_0$ , 现用电热丝缓慢加热汽缸中的气体, 直至活塞刚

好到达 b 处。求此时汽缸内气体的温度以及在此过程中气体对外所做的功，重力加速度大小为  $g$ 。



**【考点】** 99: 理想气体的状态方程; 9K: 封闭气体压强.

**【专题】** 11: 计算题; 34: 比较思想; 4E: 模型法.

**【分析】** 活塞从 a 处移到 b 处的过程中, 封闭气体作等压变化, 根据盖·吕萨克定律求活塞到达 b 处时汽缸内气体的温度。由活塞平衡求得封闭气体的压强, 由  $W=p\Delta V$  求出气体对外做的功。

**【解答】** 解: 设活塞刚要离开 a 处时汽缸内气体的温度为  $T_1$ , 活塞刚要离开 a 处时, 设气体压强为  $P_1$ ;

在此段过程中, 封闭气体作等容变化, 根据查理定律得:

$$\frac{P_0}{T_0} = \frac{P_1}{T_1}$$

$$\text{而 } P_1 = \frac{mg + P_0 S}{S}$$

$$T_1 = T_0$$

$$\text{可得 } T = \frac{mg + P_0 S}{P_0 S} T_0$$

设活塞到达 b 处时汽缸内气体的温度为  $T'$ 。

活塞上升过程, 汽缸内气体作等压变化, 则有  $\frac{T'}{T} = \frac{(H+h)S}{HS}$

$$\text{解得 } T' = \frac{(H+h)(mg + P_0 S)}{HP_0 S} T_0$$

在此过程中气体对外所做的功  $W = Fh = P_1 Sh = (P_0 S + mg) h$

答: 此时汽缸内气体的温度为  $\frac{(H+h)(mg + P_0 S)}{HP_0 S} T_0$ , 在此过程中气体对外所做的

功为  $(P_0 S + mg) h$ 。

**【点评】**本题的关键是分析清楚气体的状态变化过程中，哪些量不变，变化的是  
什么量，明确初末状态量的值，根据气体定律进行研究。

**【物理---选修 3-4】（15 分）**

15. 声波在空气中的传播速度为 340m/s，在钢铁中的传播速度为 4900m/s。一  
平直桥由钢铁制成，某同学用锤子敲击一下桥的一端发出声音，分别经空气  
和桥传到另一端的时间之差为 1.00s。桥的长度为 365 m。若该声波在空气  
中的波长为  $\lambda$ ，则它在钢铁中的波长为  $\lambda$  的  $\frac{245}{17}$  倍。

**【考点】** F5：波长、频率和波速的关系。

**【专题】** 12：应用题； 32：定量思想； 4C：方程法； 51D：振动图像与波动图像  
专题。

**【分析】**由于声音在不同的介质中传播的快慢不同，所以到达人耳的时间不同，  
故听到两次响声，一次是铁桥传播的，一次是空气传播的；已知时间间隔和  
速度求铁桥长，利用速度公式列方程求解；根据同一种声音频率不变，根据  
频率的计算公式求解波长之比。

**【解答】**解：设铁桥长  $L$ ，由  $v = \frac{L}{t}$  得，

声音在各自介质中传播时间之差为： $\frac{L}{v_1} - \frac{L}{v_2} = 1s$ ，

即： $\frac{L}{340} - \frac{L}{4900} = 1$ ，

解得： $L = 365m$ ；

同一种声音频率相同，则  $f = \frac{v_1}{\lambda_1} = \frac{v}{\lambda}$ ，所以  $\frac{\lambda_1}{\lambda} = \frac{v_1}{v} = \frac{4900}{340} = \frac{245}{17}$ 。

故答案为：365； $\frac{245}{17}$ 。

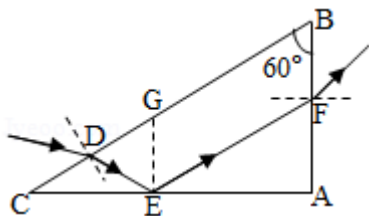
**【点评】**解决此类问题的关键是知道声音在不同的介质中的传播速度不同，在固  
体中传播速度最快，在液体中次之，最慢的是在气体中传播。

16. 如图， $\triangle ABC$  是一直角三棱镜的横截面， $\angle A = 90^\circ$ ， $\angle B = 60^\circ$ 。一细光束从  $BC$   
边的  $D$  点折射后，射到  $AC$  边的  $E$  点，发生全反射后经  $AB$  边的  $F$  点射出， $EG$

垂直于 AC 交 BC 于 G, D 恰好是 CG 的中点。不计多次反射。

(i) 求出射光相对于 D 点的入射光的偏角;

(ii) 为实现上述光路, 棱镜折射率的取值应在什么范围?



**【考点】** H3: 光的折射定律; H5: 全反射.

**【专题】** 11: 计算题; 32: 定量思想; 43: 推理法; 54D: 光的折射专题.

**【分析】** (i) 根据几何关系得到 D 点折射角, 从而得到 E 点入射角、反射角、F 点入射角; 再根据折射率相等得到 D 点入射角和 F 点折射角, 从而求得偏角;  
(ii) 根据光在 D、F 发生折射, 由折射角求得折射率的最大值; 根据光在 E 点发生全发射, 由入射角求得折射率的最小值, 即可得到折射率的范围.

**【解答】** 解: (i) 由于 D 是 CG 的中点,  $GE \perp AC$ , 根据几何关系可得: 光束在 D 点发生折射时的折射角为  $\gamma_D = 30^\circ$ ;

那么, 根据几何关系可得: 在 E 点的入射角、反射角均为  $\gamma_D + 30^\circ = 60^\circ$ ; 在 F 点的入射角为  $\alpha_F = 30^\circ$ ;

那么, 设入射角为  $\alpha_D$ , 可得: 折射角  $\gamma_F = \alpha_D$ , 故出射光相对于 D 点的入射光的偏角为  $60^\circ - \alpha_D + \gamma_F = 60^\circ$ ;

(ii) 由 E 点反射角为  $60^\circ$  可得:  $EF \parallel BC$ ;

故根据 D 点折射角为  $\gamma_D = 30^\circ$  可得: 棱镜折射率  $n \leq \frac{1}{\sin 30^\circ} = 2$ ;

根据光束在 E 点入射角为  $60^\circ$ , 发生全反射可得:  $n \geq \frac{1}{\sin 60^\circ} = \frac{2\sqrt{3}}{3}$ , 故棱镜折射率的取值范围为  $\frac{2\sqrt{3}}{3} < n \leq 2$ ;

答: (i) 出射光相对于 D 点的入射光的偏角为  $60^\circ$ ;

(ii) 为实现上述光路, 棱镜折射率的取值范围为  $\frac{2\sqrt{3}}{3} < n \leq 2$ .

**【点评】** 光的折射率  $n = \frac{1}{\sin C}$ , 故折射率越大, 临界角越小; 故发生全反射, 入射角不小于临界角, 求得折射率的下限; 发生折射, 折射角不大于临界角,

求得折射率的上限。