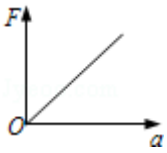
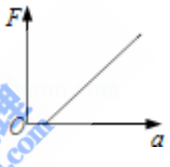
2013 年全国统一高考物理试卷（新课标Ⅱ）

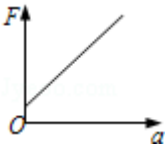
参考答案与试题解析

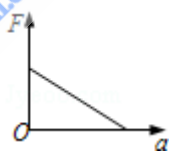
一、选择题：本题共 8 小题，每小题 6 分．在每小题给出的四个选项中，第 1～5 题只有一项符合题目要求，第 6～8 题有多项符合题目要求．全部选对的得 6 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分．

1．（6 分）一物块静止在粗糙的水平桌面上。从某时刻开始，物块受到一方向不变的水平拉力作用。假设物块与桌面间的最大静摩擦力等于滑动摩擦力。以 a 表示物块的加速度大小，F 表示水平拉力的大小。能正确描述 F 与 a 之间的关系的图象是（　　）

A． 

B． 

C． 

D． 

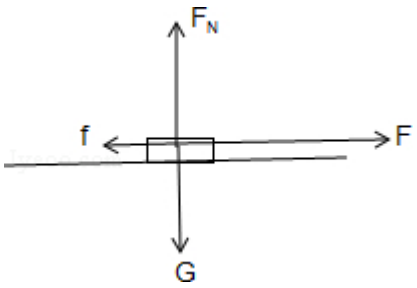
曹亚辉高中物理 www.zhidianwuli.com 支点物理

【考点】37：牛顿第二定律．

【专题】522：牛顿运动定律综合专题．

【分析】对物体受力分析，利用牛顿第二定律列式找出 F﹣a 的关系式，即可做出选择。

【解答】解：物块受力分析如图所示：



由牛顿第二定律得：F﹣μmg=ma

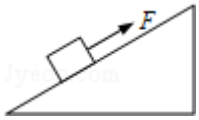
解得：F=ma+μmg

F 与 a 成一次函数关系，故 ABD 错误，C 正确，

故选：C。

【点评】对于此类图象选择题，最好是根据牛顿第二定律找出两个物理量之间的函数关系，图象变显而易见。

2.（6 分）如图，在固定斜面上的一物块受到一外力 F 的作用，F 平行于斜面向上。若要物块在斜面上保持静止，F 的取值应有一定范围，已知其最大值和最小值分别为 F_1 和 F_2．由此可求出（　　）



A．物块的质量

B．斜面的倾角

C．物块与斜面间的最大静摩擦力

D．物块对斜面的正压力

【考点】2G：力的合成与分解的运用；3C：共点力的平衡．

【专题】527：共点力作用下物体平衡专题．

【分析】对滑块受力分析，受重力、拉力、支持力、静摩擦力，四力平衡；当静摩擦力平行斜面向下时，拉力最大；当静摩擦力平行斜面向上时，拉力最小；根据平衡条件列式求解即可。

【解答】解：A、B、C、对滑块受力分析，受重力、拉力、支持力、静摩擦力，设滑块受到的最大静摩擦力为 f，物体保持静止，受力平衡，合力为零；

当静摩擦力平行斜面向下时，拉力最大，有：$F_1 - mg\sin\theta - f=0$　　①；

当静摩擦力平行斜面向上时，拉力最小，有：$F_2+f - mg\sin\theta=0$　　②；

联立解得：$f=\frac{F_1-F_2}{2}$，故 C 正确；

$mg\sin\theta=\frac{F_1+F_2}{2}$，由于质量和坡角均未知，故 A 错误，B 错误；

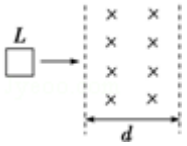
D、物块对斜面的正压力为：$N=mg\cos\theta$，未知，故 D 错误；

故选：C。

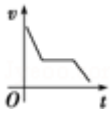
【点评】本题关键是明确拉力最大和最小的两种临界状况，受力分析后根据平衡

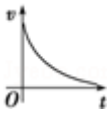
条件列式并联立求解。

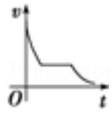
3．（6 分）如图，在光滑水平桌面上有一边长为 L、电阻为 R 的正方形导线框；在导线框右侧有一宽度为 d（d＞L）的条形匀强磁场区域，磁场的边界与导线框的一边平行，磁场方向竖直向下。导线框以某一初速度向右运动。t=0 时导线框的右边恰与磁场的左边界重合，随后导线框进入并通过磁场区域。下列 v－t 图象中，可能正确描述上述过程的是（　　）



A．

B． 

C． 

D． 

【考点】37：牛顿第二定律；BB：闭合电路的欧姆定律；CC：安培力；D9：导体切割磁感线时的感应电动势．

【专题】53C：电磁感应与电路结合．

【分析】线圈以一定的初速度进入匀强磁场，由于切割磁感线，所以出现感应电流，从而产生安培阻力，导致线圈做加速度减小的减速运动。当完全进入后，没有磁通量变化，所以没有感应电流，不受到安培力，因此做匀速直线运动，当出现磁场时，磁通量又发生变化，速度与进入磁场相似。

【解答】解：线圈以一定初速度进入磁场，则感应电动势为：E=BLv

闭合电路欧姆定律，则感应电流为：$I=\frac{E}{R}$

安培力为：$F=BIL=\frac{B^2L^2v}{R}$

由牛顿第二定律为：F=ma

则有：$a=\frac{B^2L^2v}{Rm}$

由于 v 减小，所以 a 也减小，当完全进入磁场后，不受到安培力，所以做匀速直线运动，当出磁场时，速度与时间的关系与进入磁场相似。

而速度与时间的斜率表示加速度的大小，因此 D 正确，ABC 错误；

故选：D。

【点评】属于力与电综合题，并强调速度与时间的斜率表示加速度的大小，而由牛顿第二定律来确定加速度如何变化。

4.（6 分）空间有一圆柱形匀强磁场区域，该区域的横截面的半径为 R，磁场方向垂直横截面。一质量为 m、电荷量为 q（q＞0）的粒子以速率 v_0 沿横截面的某直径射入磁场，离开磁场时速度方向偏离入射方向 60°．不计重力，该磁场的磁感应强度大小为（　　）

A．$\frac{\sqrt{3}mv_0}{3qR}$　　B．$\frac{mv_0}{qR}$　　C．$\frac{\sqrt{3}mv_0}{qR}$　　D．$\frac{3mv_0}{qR}$

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

【分析】带正电的粒子垂直磁场方向进入圆形匀强磁场区域，由洛伦兹力提供向心力，由几何知识求出轨迹半径 r，根据牛顿第二定律求出磁场的磁感应强度。

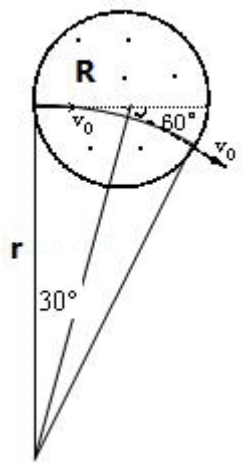
【解答】解：带正电的粒子垂直磁场方向进入圆形匀强磁场区域，由洛伦兹力提供向心力而做匀速圆周运动，画出轨迹如图，根据几何知识得知，轨迹的圆心角等于速度的偏向角 60°，

且轨迹的半径为 $r=R\cot 30°=\sqrt{3}R$

根据牛顿第二定律得

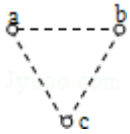
$qv_0B=m\frac{v_0^2}{r}$ 得，$B=\frac{mv_0}{qr}=\frac{\sqrt{3}mv_0}{3qR}$，故 A 正确，BCD 错误；

故选：A。



【点评】本题是带电粒子在匀强磁场中运动的问题，画轨迹是关键，是几何知识和动力学知识的综合应用，常规问题。

5.（6 分）如图，在光滑绝缘水平面上，三个带电小球 a、b 和 c 分别位于边长为 l 的正三角形的三个顶点上；a、b 带正电，电荷量均为 q，c 带负电。整个系统置于方向水平的匀强电场中。已知静电力常量为 k。若 三个小球均处于静止状态，则匀强电场场强的大小为（　　）

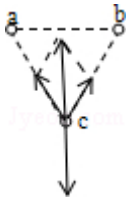


A. $\frac{\sqrt{3}kq}{3l^2}$　　B. $\frac{\sqrt{3}kq}{l^2}$　　C. $\frac{3kq}{l^2}$　　D. $\frac{2\sqrt{3}kq}{l^2}$

【考点】A4：库仑定律；A6：电场强度与电场力.

【分析】三个小球均处于静止状态，以整个系统为研究对象根据平衡条件得出 c 的电荷量，再以 c 电荷为研究对象受力分析求解。

【解答】解：设 c 电荷带电量为 Q，以 c 电荷为研究对象受力分析，



根据平衡条件得 a、b 对 c 的合力与匀强电场对 c 的力等值反向，即：

$2\times\frac{kQ\cdot q}{l^2}\times\cos30°=E\cdot Q$

所以匀强电场场强的大小为$\frac{\sqrt{3}kq}{l^2}$。

故选：B。

【点评】本题主要考查库仑定律及平行四边形定则。

6.（6 分）在物理学发展过程中，观测、实验、假说和逻辑推理等方法都起到了

重要作用。下列叙述符合史实的是（　　）

A．奥斯特在实验中观察到电流的磁效应，该效应解释了电和磁之间存在联系

B．安培根据通电螺线管的磁场和条形磁铁的磁场的相似性，提出了分子电流假说

C．法拉第在实验中观察到，在通有恒定电流的静止导线附近的固定导线圈中，会出现感应电流

D．楞次在分析了许多实验事实后提出，感应电流应具有这样的方向，即感应电流的磁场总要阻碍引起感应电流的磁通量的变化

【考点】1U：物理学史．

【分析】对于物理中的重大发现、重要规律、原理，要明确其发现者和提出者，了解所涉及伟大科学家的重要成就。

【解答】解：A、1820 年，丹麦物理学家奥斯特在实验中观察到电流的磁效应，揭示了电和磁之间存在联系。故 A 正确。

B、安培根据通电螺线管的磁场和条形磁铁的磁场的相似性，提出了分子电流假说，很好地解释了磁化现象。故 B 正确。

C、法拉第在实验中观察到，在通有恒定电流的静止导线附近的固定导线圈中，不会出现感应电流。故 C 错误。

D、楞次在分析了许多实验事实后提出楞次定律，即感应电流应具有这样的方向，感应电流的磁场总要阻碍引起感应电流的磁通量的变化。故 D 正确。

故选：ABD。

【点评】本题关键要记住电学的一些常见的物理学史。

7．（6 分）目前，在地球周围有许多人造地球卫星绕着它运转，其中一些卫星的轨道可近似为圆，且轨道半径逐渐变小。若卫星在轨道半径逐渐变小的过程中，只受到地球引力和稀薄气体阻力的作用，则下列判断正确的是（　　）

A．卫星的动能逐渐减小

B．由于地球引力做正功，引力势能一定减小

C．由于气体阻力做负功，地球引力做正功，机械能保持不变

D．卫星克服气体阻力做的功小于引力势能的减小量

【考点】4F：万有引力定律及其应用；4H：人造卫星．

【专题】16：压轴题．

【分析】本题关键是首先根据地球对卫星的万有引力等于卫星需要的向心力，得出卫星的动能随轨道半径的减小而增大，然后再根据动能定理和功能原理讨论即可。

【解答】解：A、由$\frac{GMm}{r^2}=\frac{mv^2}{r}$可知，$v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$，可见，卫星的速度大小随轨道半径的减小而增大，所以 A 错误；

B、由于卫星高度逐渐降低，所以地球引力对卫星做正功，引力势能减小，所以 B 正确；

C、由于气体阻力做负功，所以卫星与地球组成的系统机械能减少，故 C 错误；

D、根据动能定理可知引力与空气阻力对卫星做的总功应为正值，而引力做的功等于引力势能的减少，即卫星克服气体阻力做的功小于引力势能的变化，所以 D 正确。

故选：BD。

【点评】若卫星做圆周运动，则应满足$\frac{GMm}{r^2}=\frac{mv^2}{r}$，可得轨道半径越小 v 越大，应熟记。

8．（6 分）公路急转弯处通常是交通事故多发地带．某公路急转弯处是一圆弧，当汽车行驶的速率为 v_c 时，汽车恰好没有向公路内外两侧滑动的趋势，则在该弯道处，（　　）

A．路面外侧高内侧低

B．车速只要低于 v_c，车辆便会向内侧滑动

C．车速虽然高于 v_c，但只要不超出某一高度限度，车辆便不会向外侧滑动

D．当路面结冰时，与未结冰时相比，v_c 的值变小

【考点】27：摩擦力的判断与计算；4A：向心力．

【专题】32：定量思想；43：推理法；521：牛顿第二定律在圆周运动中的应用．

【分析】汽车拐弯处将路面建成外高内低，汽车拐弯靠重力、支持力、摩擦力的合力提供向心力．速率为 v_0 时，靠重力和支持力的合力提供向心力，摩擦力为零．根据牛顿第二定律进行分析．

【解答】解：A、路面应建成外高内低，此时重力和支持力的合力指向内侧，可以提供圆周运动向心力。故 A 正确。

B、车速低于 v_0，所需的向心力减小，此时摩擦力可以指向外侧，合力依然提供向心力，车辆不会向内侧滑动，故 B 错误；

C、车速若高于 v_0，所需的向心力增大，此时摩擦力可以指向内侧，增大提供的力，所以只要不超出某一最高限度，车辆也不会向外侧滑动，故 C 正确；

D、当路面结冰时与未结冰时相比，由于支持力和重力不变，则 v_c 的值不变。故 D 错误。

故选：AC。

【点评】解决本题的关键搞清向心力的来源，运用牛顿第二定律进行求解，知道速率为 v_0 时，靠重力和支持力的合力提供向心力，摩擦力为零，难度适中．

二、解答题

9.（8 分）某同学利用如图 1 所示的装置对轻质弹簧的弹性势能进行探究：一轻质弹簧放置在光滑水平桌面上，弹簧左端固定，右端与一小球接触而不固连；弹簧处于原长时，小球恰好在桌面边缘．向左推小球，使弹簧压缩一段距离后由静止释放，小球离开桌面后落到水平地面．通过测量和计算，可求得弹簧被压缩后的弹性势能．

回答下列问题：

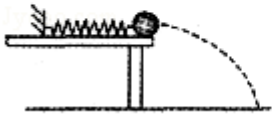


图1

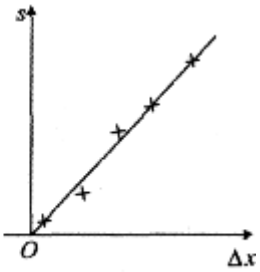


图2

（1）本实验中可认为，弹簧被压缩后的弹性势能 E_p 与小球抛出时的动能 E_k 相等．已知重力加速度大小为 g．为求得 E_k，至少需要测量下列物理量中的__ABC__（填正确答案序号）．

A．小球的质量 m　　B．小球抛出点到落地点的水平距离 s

C．桌面到地面的高度 h　　D．弹簧的压缩量△x

E．弹簧原长 l_0

（2）用所选取的测量量和已知量表示 E_k，得 E_k=__$\frac{mgs^2}{4h}$__．

（3）图 2 中的直线是实验测量得到的 s－△x 图线．从理论上可推出，如果 h 不变．m 增加，s－△x 图线的斜率会__减小__（填“增大”、“减小”或“不变”）；如果 m 不变，h 增加，s－△x 图线的斜率会__增大__（填“增大”、“减小”或“不变”）．由图中给出的直线关系和 E_k 的表达式可知，E_P 与△x 的__2__次方成正比．

【考点】M7：探究弹力和弹簧伸长的关系；MD：验证机械能守恒定律．

【专题】13：实验题；52E：机械能守恒定律应用专题．

【分析】本题的关键是通过测量小球的动能来间接测量弹簧的弹性势能，然后根据平抛规律以及动能表达式即可求出动能的表达式，从而得出结论．本题的难点在于需要知道弹簧弹性势能的表达式（取弹簧因此为零势面），然后再根据 $E_p=E_k$ 即可得出结论．

【解答】解：（1）由平抛规律可知，由水平距离和下落高度即可求出平抛时的初速度，进而可求出物体动能，所以本实验至少需要测量小球的质量 m、小球抛出点到落地点的水平距离 s、桌面到地面的高度 h，故选 ABC．

（2）根据 $h=\frac{1}{2}gt^2$，s=vt 知，$v=s\sqrt{\frac{g}{2h}}$，则小球的动能 $E_k=\frac{1}{2}mv^2=\frac{mgs^2}{4h}$.

（3）对于确定的弹簧压缩量△x 而言，增大小球的质量会减小小球被弹簧加速时的加速度，从而减小小球平抛的初速度和水平位移，即 h 不变 m 增加，相同的△x 要对应更小的 s，s－△x 图线的斜率会减小.

根据能量守恒有：$E_p=E_k=\frac{mgs^2}{4h}$，又 s∝△x，则 $s^2\propto\Delta x^2$，可知 Ep 与△x 的二次方成正比.

故答案为：（1）ABC，（2）$\frac{mgs^2}{4h}$，（3）减小，增大，2.

【点评】本题考查验证机械能守恒定律的实验，要明确实验原理，根据相应规律得出表达式，然后讨论即可.

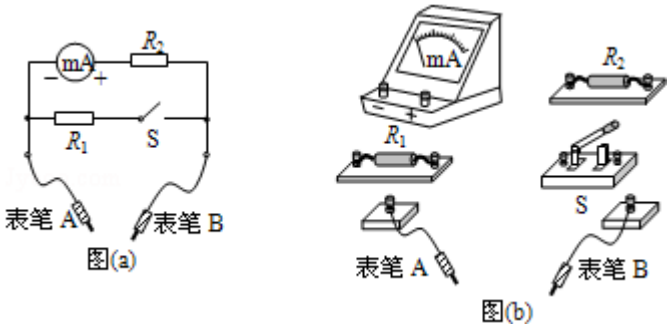
10.（7 分）某同学用量程为 1mA、内阻为 120Ω 的表头按图（a）所示电路改装成量程分别为 1V 和 1A 的多用电表。图中 R_1 和 R_2 为定值电阻，S 为开关。回答下列问题：

（1）根据图（a）所示的电路，在图（b）所示的实物图上连线。

（2）开关 S 闭合时，多用电表用于测量__电流__（填“电流”、“电压”或“电阻”）；开关 S 断开时，多用电表用于测量__电压__（填“电流”、“电压”或“电阻”）。

（3）表笔 A 应为__黑__色（填“红”或“黑”）。

（4）定值电阻的阻值 R_1=__1.00__Ω，R_2=__880__Ω.（结果取 3 位有效数字）



【考点】NA：把电流表改装成电压表.

【专题】13：实验题；535：恒定电流专题.

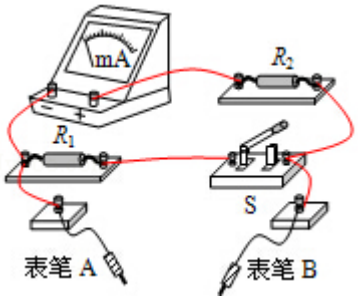
【分析】（1）对照电路图连线即可，注意电流表的正负接线柱；

（2）并联分流电阻电流量程扩大；串联分压电阻电压量程扩大；

（3）红正黑负，即电流从红表笔流入，黑表笔流出；

（4）根据电路串并联知识列式求解即可。

【解答】解：（1）对照电路图连线，如图所示；



（2）开关 S 断开时，串联分压电阻，电压量程扩大，是电压表；

开关 S 闭合时，并联分流电阻，电流量程扩大，是电流表；

（3）红正黑负，故表笔 A 连接负接线柱，为黑表笔；

（4）开关 S 断开时，电压量程为 1V，故：$R_V=\frac{U_V}{I_g}=\frac{1V}{1mA}=1000\Omega$；

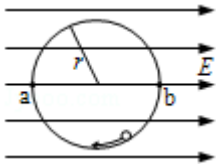
故 $R_2=R_V-R_g=1000\Omega-120\Omega=880\Omega$；

$R_1=\frac{U_V}{I_A-I_g}=\frac{1V}{1A-0.001A}\approx1.00\Omega$；

故答案为：（1）如图所示；　（2）电流，电压；　（3）黑；　（4）1.00，880。

【点评】本题关键明确电压表和电流表的改装原理，然后根据串并联电路的电流、电压、电阻关系列式求解；注意电表是纯电阻电路。

11.（14 分）如图，匀强电场中有一半径为 r 的光滑绝缘圆轨道，轨道平面与电场方向平行。a、b 为轨道直径的两端，该直径与电场方向平行。一电荷量为 q（q＞0）的质点沿轨道内侧运动，经过 a 点和 b 点时对轨道压力的大小分别为 N_a 和 N_b．不计重力，求电场强度的大小 E、质点经过 a 点和 b 点时的动能。



【考点】AK：带电粒子在匀强电场中的运动.

【专题】16：压轴题；531：带电粒子在电场中的运动专题.

【分析】根据牛顿第二定律，将电场力与支持力提供向心力列出方程，并由动能定理来联立求解。

【解答】解：质点所受到电场力的大小为：f=qE，

设质点质量为 m，经过 a 点和 b 点时速度大小分别为 v_a 和 v_b，

由牛顿第二定律有，$f+N_a=m\frac{v_a^2}{r}$

$$N_b-f=m\frac{v_b^2}{r}$$

设质点经过 a 点和 b 点时动能分别为 E_{ka} 和 E_{kb}，则有：

$E_{ka}=\frac{1}{2}mv_a^2$，

$E_{kb}=\frac{1}{2}mv_b^2$，

根据动能定理有，$E_{kb}-E_{ka}=2rf$，

联立解得：$E=\frac{1}{6q}(N_b-N_a)$，

$E_{ka}=\frac{r}{12}(N_b+5N_a)$，

$E_{kb}=\frac{r}{12}(5N_b+N_a)$，

答：电场强度的大小：$E=\frac{1}{6q}(N_b-N_a)$、质点经过 a 点：$\frac{r}{12}(N_b+5N_a)$，和 b 点时的动能：$\frac{r}{12}(5N_b+N_a)$。

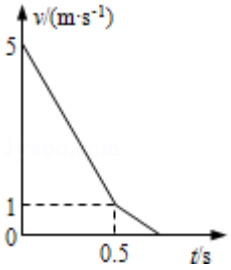
【点评】考查牛顿第二定律、动能定理、向心力公式、电场力的表达式等规律的理解与应用，注意动能定理列式过程中的功的正负。

12.（18 分）一长木板在水平地面上运动，在 t=0 时刻将一相对于地面静止的物

块轻放到木板上，以后木板运动的速度－时间图象如图所示。已知物块与木板的质量相等，物块与木板间及木板与地面间均有摩擦，物块与木板间的最大静摩擦力等于滑动摩擦力，且物块始终在木板上。取重力加速度的大小 $g=10m/s^2$，求：

（1）物块与木板间、木板与地面间的动摩擦因数；

（2）从 t=0 时刻到物块与木板均停止运动时，物块相对于木板的位移的大小。



【考点】1I：匀变速直线运动的图像；37：牛顿第二定律.

【专题】16：压轴题；512：运动学中的图像专题.

【分析】（1）由 v－t 图象分析可知，0.5s 时刻以前木板做匀减速运动，而物块做匀加速运动，t=0.5s 时刻两者速度相等。根据 v－t 的斜率等于物体的加速度，由数学知识求出木板的加速度大小，由运动学公式和牛顿第二定律结合求解动摩擦因数；

（2）根据牛顿第二定律判断速度相同后两个物体能否一起做匀减速运动，求出加速度，由运动学公式求出两个物体的总位移，两者之差即为相对位移。

【解答】解：（1）设物块与木板间、木板与地面间的动摩擦因数分别为 μ_1 和 μ_2，木板与物块的质量均为 m。

v－t 的斜率等于物体的加速度，则得：

在 0－0.5s 时间内，木板的加速度大小为 $a_1=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{5-1}{0.5}m/s^2=8m/s^2$。

对木板：地面给它的滑动摩擦力方向与速度相反，物块对它的滑动摩擦力也与速度相反，则由牛顿第二定律得

$\mu_1 mg+\mu_2 \cdot 2mg=ma_1$，①

对物块：0－0.5s 内，物块初速度为零的做匀加速直线运动，加速度大小为 $a_2=\frac{\mu_1 mg}{m}=\mu_1 g$

t=0.5s 时速度为 v=1m/s，则 $v=a_2t$ ②

由①②解得 $\mu_1=0.20$，$\mu_2=0.30$

（2）0.5s 后两个物体都做匀减速运动，假设两者相对静止，一起做匀减速运动，加速度大小为 $a=\mu_2 g$

由于物块的最大静摩擦力 $\mu_1 mg<\mu_2 mg$，所以物块与木板不能相对静止。

根据牛顿第二定律可知，物块匀减速运动的加速度大小等于 $a_2=\frac{\mu_1 mg}{m}=\mu_1 g=2m/s^2$。

0.5s 后物块对木板的滑动摩擦力方向与速度方向相同，则木板的加速度大小为 $a_1'=\frac{\mu_2 \cdot 2mg-\mu_1 mg}{m}=4m/s^2$

故整个过程中木板的位移大小为 $x_1=\frac{v_0^2-v^2}{2a_1}+\frac{v^2}{2a_1'}=1.625m$

物块的位移大小为 $x_2=\frac{v^2}{2a_2}+\frac{v^2}{2a_2}=0.5m$

所以物块相对于木板的位移的大小为 $s=x_1-x_2=1.125m$

答：（1）物块与木板间、木板与地面间的动摩擦因数分别为 0.20 和 0.30；

（2）从 t=0 时刻到物块与木板均停止运动时，物块相对于木板的位移的大小是 1.125m。

【点评】本题首先要掌握 v－t 图象的物理意义，由斜率求出物体的加速度，其次要根据牛顿第二定律判断速度相等后两物体的运动情况，再由运动学公式求解相对位移。

三．［物理--选修 3-3］（15 分）

13．（5 分）关于一定量的气体，下列说法正确的是（　　）

A．气体的体积指的是该气体的分子所能到达的空间的体积，而不是该气体所有分子体积之和

B．只要能减弱气体分子热运动的剧烈程度，气体的温度就可以降低

C．在完全失重的情况下，气体对容器壁的压强为零

D．气体从外界吸收热量，其内能一定增加

E．气体在等压膨胀过程中温度一定升高

【考点】8F：热力学第一定律；9C：气体压强的微观意义.

【专题】16：压轴题；548：热力学定理专题.

【分析】气体的体积指的是该气体的分子所能到达的空间的体积，温度高体分子热运动就剧烈，分子运动不停息，气体对容器壁的压强不为零，做功也可以改变物体的内能。

【解答】解：A、气体的体积指的是该气体的分子所能到达的空间的体积，A 正确；

B、温度高，气体分子热运动就剧烈，B 正确；

C、在完全失重的情况下，分子运动不停息，气体对容器壁的压强不为零，C 错误；

D、做功也可以改变物体的内能，D 错误；

E、气体在等压膨胀过程中温度一定升高，E 正确。

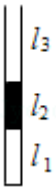
故选：ABE。

【点评】本题考查了热力学第一定律的应用和气体压强的微观意义，难度不大。

14.（10 分）如图所示，一上端开口、下端封闭的玻璃管竖直放置。玻璃管的下部封有长 l_1=25.0cm 的空气柱，中间有一段长为 l_2=25.0cm 的水银柱，上部空气柱的长度 l_3=40.0cm。现将一活塞（图中未画出）从玻璃管开口处缓慢往下推，使管下部空气柱长度变为 l_1'=20.0cm。假设活塞下推过程中没有漏气，已知大气压强为 p_0=75.0cmHg.　求：

（1）最后下部分气体的压强；

（2）活塞下推的距离。



【考点】99：理想气体的状态方程.

【专题】11：计算题；21：信息给予题；32：定量思想；4C：方程法；54B：理

想气体状态方程专题.

【分析】（1）对下部空气运用玻意耳定律，即可求出最后下部分气体的压强；

（2）设活塞下推距离为△l，分别求解出上、下两端封闭气体下推前的压强和长度，在表示出下推后的压强和长度，对两端封闭气体分别运用玻意耳定律列式后联立求解即可。

【解答】解：（1）以 cmHg 为压强单位，在活塞下推前，玻璃管下部空气柱的压强为：

$p_1=p_0+l_2$ …①

设活塞下推后，下部空气的压强为 P_1'，根据玻意耳定律可得：

$p_1l_1=p_1'l_1'$…②

解得：$p_1'=125cmHg$

（2）如图，设活塞下推距离为△l，则此时玻璃管上部的空气柱的长度为：

$l_3'=l_3+（l_1-l_1'）-△l$…③

设此时玻璃管上部空气柱的压强为 P_3'，则

$P_3'=p_1'-l_2$…④

根据玻意耳定律可得：

$P_0l_3=P_3'l_3'$…⑤

联立①②③④⑤式解得：

活塞下推的距离：△l=15.0cm；

答：（1）最后下部分气体的压强为 125cmHg；

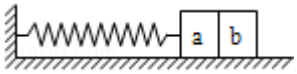
（2）活塞下推的距离为 15.0cm。

【点评】本题考查气体定律的综合运用，解题关键是要分析好压强 P、体积 V、温度 T 三个参量的变化情况，选择合适的规律解决，难点在于确定两端气体的压强间以及其与大气压强的关系。

四．［物理--选修 3-4］（15 分）

15．如图，一轻弹簧一端固定，另一端连接一物块构成弹簧振子，该物块是由 a、b 两个小物块粘在一起组成的。物块在光滑水平面上左右振动，振幅为 A_0，周期为 T_0．当物块向右通过平衡位置时，a、b 之间的粘胶脱开；以后小

物块 a 振动的振幅和周期分别为 A 和 T，则 A＜A_0（填“＞”、“＜”或“=”），T＜T_0（填“＞”、“＜”或“=”）。



【考点】72：简谐运动的振幅、周期和频率．

【专题】16：压轴题；51B：简谐运动专题．

【分析】系统的机械能与振幅有关，机械能越大，振幅越大。根据弹簧振子简谐运动的周期公式 $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$，分析周期的大小。

【解答】解：当物块向右通过平衡位置时 a、b 之间的粘胶脱开，a 向右做减速运动，b 向右匀速运动，弹簧振子总的机械能将减小，振幅减小，即有 A＜A_0。

根据弹簧振子简谐运动的周期公式 $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$，知，振子的质量减小，周期减小，则有 T＜T_0。

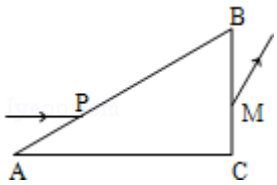
故答案为：＜，＜

【点评】本题关键要抓住弹簧振子的振幅与机械能的关系和周期公式进行分析。

16．如图，三棱镜的横截面为直角三角形 ABC，∠A=30°，∠B=60°．一束平行于 AC 边的光线自 AB 边的 P 点射入三棱镜，在 AC 边发生反射后从 BC 边的 M 点射出，若光线在 P 点的入射角和在 M 点的折射角相等，

（i）求三棱镜的折射率；

（ii）在三棱镜的 AC 边是否有光线透出，写出分析过程。（不考虑多次反射）



【考点】H3：光的折射定律．

【专题】16：压轴题；54D：光的折射专题．

【分析】（1）作出光路图，根据几何关系求出光线在 P 点的入射角和折射角，根

据折射定律求出折射率的大小。

（2）根据折射定律求出临界角的大小，判断光线在 AC 边有无发生全反射。

【解答】解：（i）光线在 AB 面上的入射角为 60°．因为光线在 P 点的入射角和在 M 点的折射角相等。知光线在 AB 面上的折射角等于光线在 BC 面上的入射角。根据几何关系知，光线在 AB 面上的折射角为 30°。

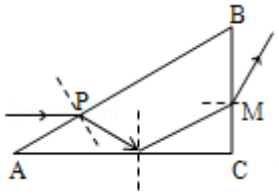
根据 $n=\frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ}$，解得 $n=\sqrt{3}$。

（ii）光线在 AC 面上的入射角为 60°。

$\sin C=\frac{1}{n}=\frac{\sqrt{3}}{3}$

因为 $\sin 60^\circ > \sin C$，光线在 AC 面上发生全反射，无光线透出。

答：（i）三棱镜的折射率为$\sqrt{3}$．（ii）三棱镜的 AC 边无光线透出。



【点评】本题考查光的折射，对数学几何能力的要求较高，平时需加强训练。

五．［物理-选修 3-5］（15 分）

17．关于原子核的结合能，下列说法正确的是（　　）

A．原子核的结合能等于使其完全分解成自由核子所需的最小能量

B．一重原子核衰变成 α 粒子和另一原子核，衰变产物的结合能之和一定大于原来重核的结合能

C．铯原子核（ $^{133}_{55}Cs$）的结合能小于铅原子核（ $^{208}_{82}Pb$）的结合能

D．比结合能越大，原子核越不稳定

E．自由核子组成原子核时，其质量亏损所对应的能量大于该原子核的结合能

【考点】JE：原子核的结合能．

【专题】16：压轴题；54Q：重核的裂变和轻核的聚变专题．

【分析】比结合能：原子核结合能对其中所有核子的平均值，亦即若把原子核全

部拆成自由核子，平均对每个核子所要添加的能量。用于表示原子核结合松紧程度。

结合能：两个或几个自由状态的粒子结合在一起时释放的能量。自由原子结合为分子时放出的能量叫做化学结合能，分散的核子组成原子核时放出的能量叫做原子核结合能。

【解答】解：A、原子核的结合能等于使其完全分解成自由核子所需的最小能量，A 正确；

B、结合能是指使物质分解的能量，物质越稳定，这个能量越大，释放完能量后，物质为低能状态，更稳定，更不易分解，所以结合能变大，故 B 正确；

C、铯原子核与原子核都是中等质量的原子核，铯原子核（ $^{133}_{55}Cs$）的比结合能比铅原子核（ $^{208}_{82}Pb$）的比结合能略大，而铅原子核中的核子数比铯原子核的核子数多一半，所以铯原子核（ $^{133}_{55}Cs$）的结合能一定小于铅原子核（ $^{208}_{82}Pb$）的结合能，故 C 正确；

D、比结合能越大，原子核越稳定，D 错误；

E、自由核子组成原子核时，其质量亏损所对应的能量等于该原子核的结合能，E 错误；

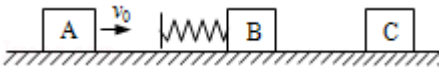
故选：ABC。

【点评】本题考查了结合能和比结合能的区别，注意两个概念的联系和应用。

18．如图，光滑水平直轨道上有三个质量均为 m 的物块 A、B、C． B 的左侧固定一轻弹簧（弹簧左侧的挡板质量不计）．设 A 以速度 v_0 朝 B 运动，压缩弹簧；当 A、B 速度相等时，B 与 C 恰好相碰并粘接在一起，然后继续运动。假设 B 和 C 碰撞过程时间极短。求从 A 开始压缩弹簧直至与弹簧分离的过程中。

（1）整个系统损失的机械能；

（2）弹簧被压缩到最短时的弹性势能。



【考点】53：动量守恒定律；6C：机械能守恒定律．

【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】（1）A、B 接触的过程中动量守恒，根据动量守恒定律求出当 AB 速度相同时的速度大小，B 与 C 接触的瞬间，B、C 组成的系统动量守恒，求出碰撞瞬间 BC 的速度，根据能量守恒求出整个系统损失的机械能。

（2）当整个系统速度相同时，弹簧压缩到最短，根据动量守恒定律，求出三者共同的速度，A、B、C 损失的机械能一部分转化为 B、C 碰撞产生的内能，一部分转化为弹簧的弹性势能，根据能量守恒求出弹簧被压缩到最短时的弹性势能。

【解答】解：（1）对 A、B 接触的过程中，由动量守恒定律得，$mv_0=2mv_1$，解得 $v_1=\frac{1}{2}v_0$

B 与 C 接触的瞬间，B、C 组成的系统动量守恒，有：$\frac{v_0}{m}=2mv_2$

解得 $v_2=\frac{v_0}{4}$

系统损失的机械能为 $\triangle E=\frac{1}{2}m(\frac{v_0}{2})^2-\frac{1}{2}2m(\frac{v_0}{4})^2=\frac{1}{16}mv_0^2$

（2）当 A、B、C 速度相同时，弹簧的弹性势能最大。

根据动量守恒定律得，$mv_0=3mv$

解得 $v=\frac{v_0}{3}$

根据能量守恒定律得，弹簧的最大弹性势能 $E_p=\frac{1}{2}mv_0^2-\frac{1}{2}(3m)v^2-\triangle E=\frac{13}{48}mv_0^2$。

答：（1）整个系统损失的机械能为$\frac{1}{16}mv_0^2$。

（2）弹簧被压缩到最短时的弹性势能为$\frac{13}{48}mv_0^2$。

【点评】本题综合考查了动量守恒定律和能量守恒定律，综合性较强，关键合理地选择研究的系统，运用动量守恒进行求解。