2015年普通高等学校招生全国统一考试物理（海南卷）

一、单项选择题：本题共6小题，每小题3分，共18分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

1．如图所示，a是竖直平面P上的一点，P前有一条形磁铁垂直于P，且S极朝向a点，P后一电子在偏转线圈和条形磁铁的磁场的共同作用下，在水平面内向右弯曲经过a点。在电子经过a点的瞬间。条形磁铁的磁场对该电子的作用力的方向（）

A．向上　B．向下　C．向左　D．向右

【答案】A

【解析】条形磁铁的磁感线方向在a点为垂直P向外，粒子在条形磁铁的磁场中向右运动，所以根据左手定则可得电子受到的洛伦兹力方向向上，A正确。

【学科网考点定位】洛伦兹力

【名师点睛】在判断洛伦兹力方向的时候，一定要注意带电粒子的带电性质，如果是正电荷，则四指指向与运动方向相同，如果是负电荷，则四指指向与运动方向相反。

2．如图所示，空间有一匀强磁场，一直金属棒与磁感应强度方向垂直，当它以速度v沿与棒和磁感应强度都垂直的方向运动时，棒两端的感应电动势大小ε，将此棒弯成两段长度相等且相互垂直的折弯，置于磁感应强度相垂直的平面内，当它沿两段折线夹角平分线的方向以速度v运动时，棒两端的感应电动势大小为ε'，则$\dfrac{\varepsilon'}{\varepsilon}$等于（）

A．1/2　B．$\dfrac{\sqrt{2}}{2}$　C．1　D．$\sqrt{2}$

【答案】B

【解析】设折弯前导体切割磁感线的长度为L，折弯后，导体切割磁场的有效长度为

$l=\sqrt{\left(\dfrac{L}{2}\right)^2+\left(\dfrac{L}{2}\right)^2}=\dfrac{\sqrt{2}}{2}L$，故产生的感应电动势为$\varepsilon'=Blv=B\cdot\dfrac{\sqrt{2}}{2}Lv=\dfrac{\sqrt{2}}{2}\varepsilon$，所以$\dfrac{\varepsilon'}{\varepsilon}=\dfrac{\sqrt{2}}{2}$，B正

确。

【学科网考点定位】导体切割磁感线运动

【名师点睛】 本题考查导体切割磁感线模型，涉及感应电动势的计算，意在考查考的理解能力和简单计算能力。本题关键要准确理解公式 $E=BLv$ 中 L 的含义，知道 L 是有效的切割长度，即速度垂直方向上金属棒的长度。

3．假设摩托艇受到的阻力的大小正比于它的速率。如果摩托艇发动机的输出功率变为原来的 2 倍，则摩托艇的最大速率变为原来的（）

A．4 倍　　B．2 倍　　C．$\sqrt{3}$ 倍　　D．$\sqrt{2}$ 倍

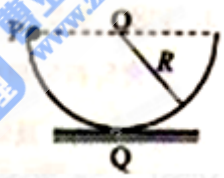
【答案】D

【解析】设 $f=kv$，当阻力等于牵引力时，速度最大，输出功率变化前，有 $P=Fv=fv=kv\cdot v=kv^2$，变化后有 $2P=F'v'=kv'\cdot v'=kv'^2$，联立解得 $v'=\sqrt{2}v$，D 正确。学科网

【学科网考点定位】功率的计算。

【名师点睛】 本题考查功率的计算问题，意在考查考生的简单推理能力。本题的关键是知道当阻力等于牵引力时，速度最大，然后根据公式 $P=Fv$ 计算。

4.如图，一半径为 R 的半圆形轨道竖直固定放置，轨道两端登高。质量为 m 的质点自轨道端点 P 由静止开始滑下，滑到最低点 Q 时，对轨道的正压力为 $2mg$，重力加速度大小为 g，质点自 P 滑到 Q 的过程中，克服摩擦力所做的功为（）



A．$\frac{1}{4}mgR$　B．$\frac{1}{3}mgR$　C．$\frac{1}{2}mgR$　D．$\frac{\pi}{4}mgR$

【答案】C

【解析】在 Q 点质点受到竖直向下的重力，和竖直向上的支持力，两力的合力充当向心力，所以有 $N-mg=m\frac{v^2}{R}$，$N=2mg$，联立解得 $v=\sqrt{gR}$，下落过程中重力做正功，摩擦力做负功，根据动能定理可得 $mgR-W_f=\frac{1}{2}mv^2$，解得 $W_f=\frac{1}{2}mgR$，所以克服摩擦力做功 $\frac{1}{2}mgR$，C 正确。

【学科网考点定位】向心力，动能定理

【名师点睛】 在解决圆周运动的向心力问题时，一定要明确向心力的来源，在运用动能定理解决问题时，需要注意过程中有哪些力做功，做什么功。

5.如图所示，一充电后的平行板电容器的两极板相距 l，在正极板附近有一质量为 M、电荷量为 q（$q>0$）的粒子，在负极板附近有另一质量为 m、电荷量为 $-q$ 的粒子，在电场力的作用下，两粒子同时从静止开始

运动。已知两粒子同时经过一平行于正极板且与其相距$\frac{2}{5}l$的平面。若两粒子间相互作用力可忽略，不计重力，则 M：m 为（）

A．3:2　　B．2：1　　C．5:2　　D．3:1

【答案】A

【解析】设电场强度为 E，两粒子的运动时间相同，对 M 有，$a=\frac{Eq}{M}$，$\frac{2}{5}l=\frac{1}{2}\frac{Eq}{M}t^2$；对 m 有 $a'=\frac{Eq}{m}$，$\frac{3}{5}l=\frac{1}{2}\frac{Eq}{m}t^2$，联立解得 $\frac{M}{m}=\frac{3}{2}$，A 正确。

【学科网考点定位】带电粒子在电场中的运动

【名师点睛】 做此类问题的关键是把粒子在电场中的运动分解为垂直电场方向上和沿电场方向上两个分运动，两分运动具有等时性。

6.若在某行星和地球上相对于各自水平地面附近相同的高度处、以相同的速率平抛一物体，它们在水平方向运动的距离之比为$2:\sqrt{7}$。已知该行星质量约为地球的 7 倍，地球的半径为 R，由此可知，该行星的半径为（）

A．$\frac{1}{2}R$　　B．$\frac{7}{2}R$　　C．2R　　D．$\frac{\sqrt{7}}{2}R$

【答案】C

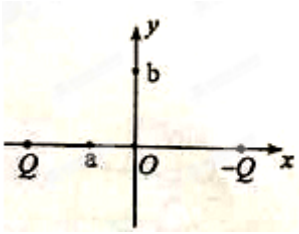
【解析】平抛运动在水平方向上做匀速直线运动，即 $x=v_0t$，在竖直方向上做自由落体运动，即 $h=\frac{1}{2}gt^2$，所以 $x=v_0\sqrt{\frac{2h}{g}}$，两种情况下，抛出的速度相同，高度相同，所以 $\frac{g_{行}}{g_{地}}=\frac{7}{4}$，根据公式 $G\frac{Mm}{R^2}=mg$ 可得 $g=\frac{GM}{R^2}$，故 $\frac{g_{行}}{g_{地}}=\frac{\frac{M_{行}}{R_{行}^2}}{\frac{M_{地}}{R_{地}^2}}=\frac{7}{4}$，解得 $R_{行}=2R$，故 C 正确。

【学科网考点定位】平抛运动，万有引力定律

【名师点睛】 本题考查万有引力定律的应用，涉及平抛运动问题，意在考查考生的综合能力和简单计算能力。解决本题的关键知道平抛运动在水平方向和竖直方向上的运动规律，以及掌握万有引力等于重力这一理论，并能灵活运用。

7.如图，两电荷量分别为 Q（$Q>0$）和-Q 的点电荷对称地放置在 x 轴上原点 O 的两侧，a 点位于 x 轴上 O

点与点电荷 Q 之间，b 位于 y 轴 O 点上方。取无穷远处的电势为零，下列说法正确的是



A．b 点的电势为零，电场强度也为零

B．正的试探电荷在 a 点的电势能大于零，所受电场力方向向右

C．将正的试探电荷从 O 点移到 a 点，必须克服电场力做功

D．将同一正的试探电荷先后从 O、b 点移到 a 点，后者电势能的变化较大

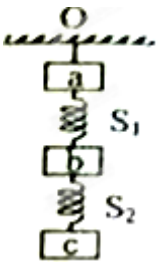
【答案】BC

【解析】因为等量异种电荷在其连线的中垂线上的电场方向为水平指向负电荷，所以电场方向与中垂线方向垂直，故中垂线为等势线，因为中垂线延伸到无穷远处，所以中垂线的电势为零，故 b 点的电势为零，但是电场强度不为零，A 错误；等量异种电荷连线上，电场方向由正电荷指向负电荷，方向水平向右，在中点 O 处电势为零，O 点左侧电势为正，右侧电势为负，又知道正电荷在正电势处电势能为正，故 B 正确；O 点的电势低于 a 点的电势，电场力做负功，所以必须克服电场力做功，C 正确；O 点和 b 点的电势相等，所以先后从 O、b 点移到 a 点，电场力做功相等，电势能变化相同，D 错误；学科网

【学科网考点定位】电场强度，电势，电势能，电场力做功

【名师点睛】本题考查静电场知识，涉及电场强度、电势、电势能和电场力做功等知识点，意在考查考生的理解能力。解本题的关键是两个等量异种电荷连线的垂直平分线是一条等势线．电场强度方向与等势面方向垂直，而且指向电势低的方向．根据等势面和电场线分布情况，分析电势和场强的关系。

8．如图所示，物块 a、b 和 c 的质量相同，a 和 b、b 和 c 之间用完全相同的轻弹簧 S_1 和 S_2 相连，通过系在 a 上的细线悬挂于固定点 O；整个系统处于静止状态；现将细绳剪断，将物块 a 的加速度记为 a_1，S_1 和 S_2 相对原长的伸长分别为$\triangle l_1$ 和$\triangle l_2$，重力加速度大小为 g，在剪断瞬间



A．$a_1=3g$B．$a_1=0$　　C．$\triangle l_1=2\triangle l_2$　　D．$\triangle l_1=\triangle l_2$

【答案】AC

【解析】设物体的质量为 m，剪断细绳的瞬间，绳子的拉力消失，弹簧还没有来得及改变，所以剪断细绳的瞬间 a 受到重力和弹簧 S_1 的拉力 T_1，剪断前对 bc 和弹簧组成的整体分析可知 $T_1=2mg$，故 a 受到的合力 $F=mg+T_1=mg+2mg=3mg$，故加速度 $a_1=\frac{F}{m}=3g$，A 正确，B 错误；设弹簧 S_2 的拉力为 T_2，则 $T_2=mg$，根据胡克定律 $F=k\Delta x$ 可得 $\Delta l_1=2\Delta l_2$，C 正确，D 错误。

【学科网考点定位】牛顿第二定律的瞬时性

【名师点睛】 做本类型题目时，需要知道剪断细线的瞬间，弹簧来不及发生变化，即细线的拉力变为零，弹簧的弹力吧不变，然后根据整体和隔离法分析。

9.如图所示，升降机内有一固定斜面，斜面上放一物体，开始时升降机做匀速运动，物块相对斜面匀速下滑，当升降机加速上升时

A．物块与斜面间的摩擦力减小

B．物块与斜面间的正压力增大

C．物块相对于斜面减速下滑

D．物块相对于斜面匀速下滑

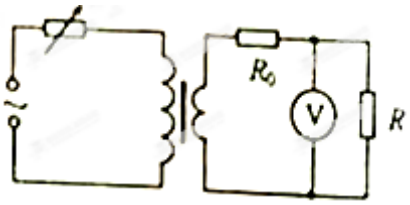
【答案】BD

【解析】当升降机加速上升时，物体有竖直向上的加速度，则物块与斜面间的正压力增大，根据滑动摩擦力公式 $F_f=\mu F_N$ 可知接触面间的正压力增大，物体与斜面间的摩擦力增大，故 A 错误，B 正确；设斜面的倾角为 θ，物体的质量为 m，当匀速运动时有 $mg\sin\theta=\mu mg\cos\theta$，即 $\sin\theta=\mu\cos\theta$，假设物体以加速度 a 向上运动时，有 $N=m(g+a)\cos\theta$，$f=\mu m(g+a)\cos\theta$，因为 $\sin\theta=\mu\cos\theta$，所以 $m(g+a)\sin\theta=\mu m(g+a)\cos\theta$，故物体仍做匀速下滑运动，C 错误，D 正确。学科网

【学科网考点定位】牛顿第二定律

【名师点睛】 本题考查牛顿第二定律的应用，模型陈旧，但推陈出新，意在考查考生的理解能力。做本题的关键是受力分析，知道变化前后，力的变化，然后根据力的分解和牛顿第二定律进行解题。

10．如图，一理想变压器原、副线圈匝数比为 4:1，原线圈与一可变电阻串联后，接入一正弦交流电源；副线圈电路中固定电阻的阻值为 R_0，负载电阻的阻值 $R=11R_0$，Ⓥ是理想电压表；现将负载电阻的阻值减小为 $R=5R_0$，保持变压器输入电流不变，此时电压表读数为 5.0V，则



A．此时原线圈两端电压的最大值约为 34V

B．此时原线圈两端电压的最大值约为 24V

C．原线圈两端原来的电压有效值约为 68V

D．原线圈两端原来的电压有效值约为 48V

【答案】AD

【解析】当负载电阻的阻值减小为 $R=5R_0$ 时，根据串并联电路规律，R 两端电压为 R_0 两端电压的 5 倍，因为电压表测量 R 两端的电压，所以 $U_{R_0}=\frac{1}{5}\times 5=1V$，故副线圈两端电压为 $U_2=6V$，根据公式 $\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$ 可得此时原线圈两端电压的有效值为 U_1=24V，所以此时原线圈两端电压的最大值约为 $24\sqrt{2}V\approx 34V$，A 正确，B 错误；因为变化过程中变压器的输入电流不变，所以对于副线圈中变化前后电流也不变，则变化后电压 $U_2=IR_0+5IR_0=6IR_0$，变化前，$U'_2=IR_0+11IR_0=12IR_0$，所以 $U'_2=2U_2=12V$，根据公式 $\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$ 可得原线圈两端原来的电压有效值约为 48V，D 正确，C 错误。

【学科网考点定位】理想变压器

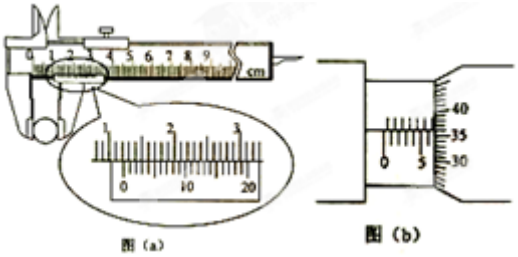
【名师点睛】 本题考查电压器的工作原理。在解决理想变压器问题时，需要掌握两个公式，电压规律公式 $\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$ 和电流规律公式 $\frac{I_1}{I_2}=\frac{n_2}{n_1}$，还需要知道原线圈的输入功率取决于副线圈消耗的功率，理想变压器不改变交流电的频率。

第Ⅱ卷

本卷包括必考题和选考题两部分，第 11 题~第 14 题为必考题，每个试题都必须做答，第 15 题~第 17 题为选考题，根据要求做答。

三、实验题：本题共 2 小题，第 11 题 6 分，第 12 题 9 分，共 15 分。把答案写在答题卡中指定的答题处。

11．某同学利用游标卡尺和螺旋测微器分别测量一圆柱体工件的直径和高度，测量结果如图（a）和（b）所示。该工件的直径为_____cm，高度为_____mm。



【答案】1.220cm，6.861mm

【解析】游标卡尺读数为 $d=12mm+4\times\frac{1}{20}mm=12.20mm=1.220cm$

螺旋测微器的读数为：$h=6.5mm+36.1\times0.01mm=6.861mm$

【学科网考点定位】螺旋测微器，游标卡尺读数

【名师点睛】 本题考查长度的测量，即螺旋测微器和游标卡尺的读数问题，意在考查考生的实际操作能力和实验基本功。解决本题的关键掌握游标卡尺读数的方法，主尺读数加上游标读数，不需估读．螺旋测微器的读数方法是固定刻度读数加上可动刻度读数，在读可动刻度读数时需估读。

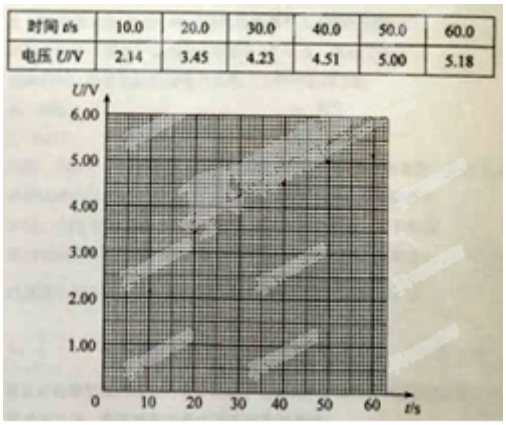
12.某同学利用图（a）所示电路测量电容器充电时两极板间的电压随时间的变化。实验中使用的器材为：电池 E（内阻很小）、开关 S_1 和 S_2、电容器 C（约 100 μF）、电阻 R_2（约 200kΩ）、电阻 R_2（1kΩ）、电压表 V（量程 6V）、秒表、导线若干。

（1）按图（a）所示的电路原理将图（b）中实物图连线。

（2）先闭合开关 S_2，再断开开关 S_2：闭合开关 S_1，同时按下秒表开始计时。若某时刻电压表示数如图（c）所示，电压表的读数为_____V（保留 2 位小数）。

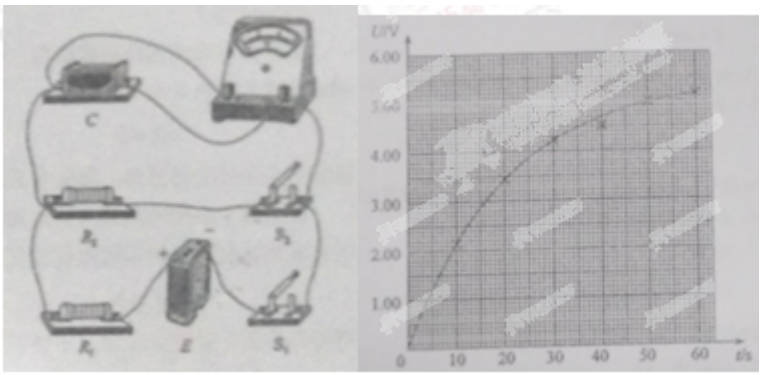
（3）该同学每隔 10s 记录一次电压表的读数，记录的数据如下表所示，在答题卡给出的坐标纸上绘出图线，已知只有一个数据点误差较大，该数据点对应的表中的时间是_____s。

时间 t/s	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0
电压 U/V	2.14	3.45	4.23	4.51	5.00	5.18



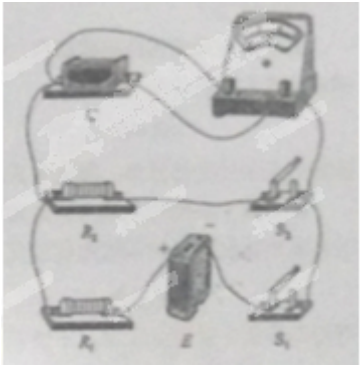
（4）电路中 C、R_2 和 S_1 构成的回路的作用是_____。

【答案】（1）如图所示（2）3.6V（3）图像如图所示，40s（4）使每次实验前电容器两极板上的电荷相中和



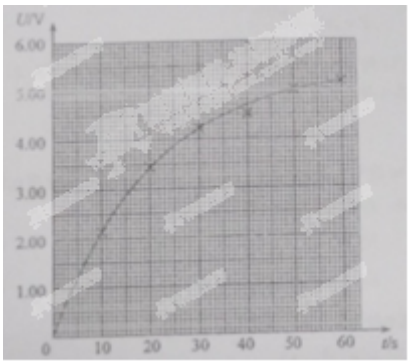
【解析】

（1）根据电路图，实物图如图所示



（2）电压表的量程为 6V，分度值为 0.1V，所以读数为 3.6V。

（3）先描点，然后用圆滑的曲线将所描的点连接起来，如图所示



从数据中可得出，电压表示数变化得越来越慢，而从 30s 到 40s 之间数据变化又突然快了，所以该数据对应表中的时间为 40s。

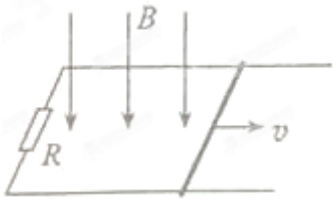
（4）电路中 C、R_2 和 S_1 构成的回路，先闭合开关 S_2，再断开开关 S_2，使电容器上所带电荷量释放干净，不影响下一次实验。学科网

【学科网考点定位】容器充电时两极板间的电压随时间的变化实验

【名师点睛】 本题是开放性实验题目，对学生的能力考查较好，无论什么样的实验，都是对我们所学过实验原理以及方法的应用，高中的物理基础实验原理一定要掌握。

13.如图，两平行金属导轨位于同一水平面上，相距 l，左端与一电阻 R 相连；整个系统置于匀强磁场中，磁感应强度大小为 B，方向竖直向下。一质量为 m 的导体棒置于导轨上，在水平外力作用下沿导轨以速度 v

匀速向右滑动，滑动过程中始终保持与导轨垂直并接触良好。已知导体棒与导轨间的动摩擦因数为 μ，重力加速度大小为 g，导轨和导体棒的电阻均可忽略。求



（1）电阻 R 消耗的功率；

（2）水平外力的大小。

【答案】（1）$P=\dfrac{B^2L^2v^2}{R}$ （2）$F=\dfrac{B^2l^2v}{R}+\mu mg$

【解析】（1）导体切割磁感线运动产生的电动势为 $E=BLv$，

根据欧姆定律，闭合回路中的感应电流为 $I=\dfrac{E}{R}$

电阻 R 消耗的功率为 $P=I^2R$，联立可得 $P=\dfrac{B^2L^2v^2}{R}$ 学科网

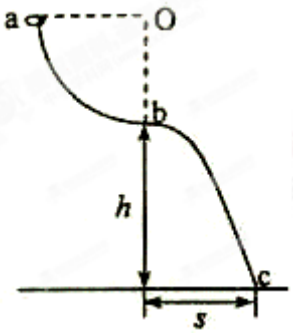
（2）对导体棒受力分析，受到向左的安培力和向左的摩擦力，向右的外力，三力平衡，故有 $F_{安}+\mu mg=F$，

$F_{安}=BIl=B\cdot\dfrac{Blv}{R}\cdot l$，故 $F=\dfrac{B^2l^2v}{R}+\mu mg$

【学科网考点定位】导体切割磁感线运动

【名师点睛】 本题考查导体切割磁感线运动，涉及电动势、安培力和功率的计算等知识点，意在考查考生的理解能力。安培力是联系力与电磁感应的桥梁，分析好导体棒的运动情况，结合欧姆定律，分析解题。

14.如图，位于竖直水平面内的光滑轨道由四分之一圆弧 ab 和抛物线 bc 组成，圆弧半径 Oa 水平，b 点为抛物线顶点。已知 h=2m,，$s=\sqrt{2}m$。取重力加速度大小 $g=10m/s^2$。



（1）一小环套在轨道上从 a 点由静止滑下，当其在 bc 段轨道运动时，与轨道之间无相互作用力，求圆弧轨道的半径；

（2）若环从 b 点由静止因微小扰动而开始滑下，求环到达 c 点时速度的水平分量的大小。

【答案】（1）$0.25m$（2）$v_x=\frac{2\sqrt{10}}{3}m/s$

【解析】（1）一小环套在 bc 段轨道运动时，与轨道之间无相互作用力，则说明下落到 b 点时的速度，使得小环套做平抛运动的轨迹与轨道 bc 重合，故有 $s=v_bt$①

$h=\frac{1}{2}gt^2$②

从 ab 滑落过程中，根据动能定理可得 $mgR=\frac{1}{2}mv_b^2$③

联立三式可得 $R=\frac{s^2}{4h}=0.25m$ ④

（2）环由 b 处静止下滑过程中机械能守恒，设环下滑至 c 点的速度大小为 v，有

$mgh=\frac{1}{2}mv^2$ ⑤

环在 c 点的速度水平分量为 $v_x=v\cos\theta$ ⑥

式中，θ为环在 c 点速度的方向与水平方向的夹角，由题意可知，环在 c 点的速度方向和以初速度 v_0 做平抛运动的物体在 c 点速度方向相同，而做平抛运动的物体末速度的水平分量为 $v_x'=v_0$，竖直分量 v_y' 为

$v_y'=\sqrt{2gh}$ ⑦

因此 $\cos\theta=\frac{v_0}{\sqrt{v_0^2+v_y'^2}}$ ⑧

联立可得 $v_x=\frac{2\sqrt{10}}{3}m/s$ ⑨

【学科网考点定位】机械能守恒定律，平抛运动，动能定理

【名师点睛】 做此类综合性较强的题目时，一定要弄清楚，物体在各个阶段的运动性质，受力情况，以及题目上给出的一些比较有价值的信息，如本题的“当其在 bc 段轨道运动时，与轨道之间无相互作用力，”之类的信息。

15.模块 3-3 试题（12 分）

（1）.已知地球大气层的厚度 h 远小于地球半径 R，空气平均摩尔质量为 M，阿伏伽德罗常数为 N_A，地面大气压强为 P_O，重力加速度大小为 g。由此可以估算得，地球大气层空气分子总数为，空气分子之间的平均距离为。

【答案】$\frac{4\pi R^2P_0N_A}{Mg}$，$a=\sqrt[3]{\frac{Mgh}{P_0N_A}}$

【解析】设大气层中气体的质量为 m，由大气压强产生，$mg = p_0S$，即：$m = \frac{p_0S}{g}$

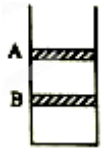
分子数 $n = \frac{mN_A}{M} = \frac{p_0SN_A}{Mg} = \frac{4\pi R^2P_0N_A}{Mg}$，假设每个分子占据一个小立方体，各小立方体紧密排列，则小立方体边长即为空气分子平均间距，设为 a，大气层中气体总体积为 V，$a=\sqrt[3]{\frac{V}{n}}$，而 $V = 4\pi R^2h$，所以

$a = \sqrt[3]{\frac{Mgh}{P_0N_A}}$。

【学科网考点定位】气体压强，阿伏伽德罗常数

【名师点睛】 本题考查分子动理论和气体的压强，意在考查考生的理解能力。对于气体分子间平均距离的估算，常常建立这样的模型；假设每个分子占据一个小立方体，各小立方体紧密排列，所有小立方体之和等于气体的体积。

（2）如图所示，一底面积为 S、内壁光滑的圆柱形容器竖直放置在水平地面上，开口向上，内有两个质量均为 m 的相同活塞 A 和 B；在 A 与 B 之间、B 与容器底面之间分别封有一定量的同样的理想气体，平衡时体积均为 V。已知容器内气体温度始终不变，重力加速度大小为 g，外界大气压强为 P_O。现假设活塞 B 发生缓慢漏气，致使 B 最终与容器底面接触。求活塞 A 移动的距离。



【答案】$l = \left(\frac{mg}{p_0S + mg}\right)\frac{V}{S}$

【解析】设平衡时，在 A 与 B 之间、B 与容器底面之间气体的压强分别为 p_1 和 p_2，由力的平衡条件有

$p_1S = p_0S + mg$ ①

$p_2S = p_1S + mg$ ②

漏气发生后，设整个封闭气体体积为 V'，压强为 p'，由力的平衡条件有：$p'S = p_0S + mg$ ③

由玻意耳定律得 $p'V_1' = p_1V$ ④

$p'(V'-V_1') = p_2V$ ⑤

式中，V_1' 是原来 A 与 B 之间的气体在漏气发生后所占的体积。

设活塞 A 移动的距离为 l（取升高时为正），按几何关系有 $V' = 2V + Sl$ ⑥

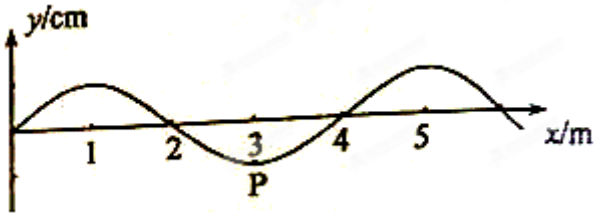
联立可得 $l = \left(\dfrac{mg}{p_0S + mg}\right)\dfrac{V}{S}$

【学科网考点定位】理想气体状态方程，玻意耳定律

【名师点睛】 本题考查理想气体状态方程，要注意明确两部分气体虽然状态不相同，但由于质量相同，可以视为同一部分气体进行分析；可以借助克拉珀龙方程进行理解。

16、模块 3-4 试题。

（1）一列沿 x 轴正方向传播的简谱横波在 t=0 时刻的波形如图所示，质点 P 的 x 坐标为 3m.。已知任意振动质点连续 2 次经过平衡位置的时间间隔为 0.4s。下列说法正确的是（填正确答案标号。选对 1 个得 2 分，选对 2 个得 3 分，选 3 个得 4 分；每选错 1 个扣 2 分，最低得分为 0 分）。



A．波速为 4m/s

B．波的频率为 1.25Hz

C．x 坐标为 15m 的质点在 t=0.2s 时恰好位于波谷

D．x 的坐标为 22m 的质点在 t=0.2s 时恰好位于波峰

E．当质点 P 位于波峰时，x 坐标为 17m 的质点恰好位于波谷

【答案】BDE

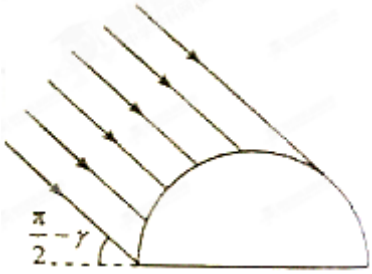
【解析】任意振动质点连续 2 次经过平衡位置的时间间隔为 0.4s，则$\frac{1}{2}T=0.4s$，解得$T=0.8s$

从图像中可知$\lambda=4m$，所以根据公式$v=\frac{\lambda}{T}=\frac{4}{0.8}=5m/s$，故 A 错误；根据公式$f=\frac{1}{T}$可得波的频率为 1.25Hz，B 正确；$x$ 坐标为 15m 的质点和 x 坐标为 3m 的质点相隔 12m，为波长的整数倍，即两质点为同相点，而 x 坐标为 3m 的质点经过 t=0.2s 即四分之一周期振动到平衡位置，所以 x 坐标为 15m 的质点在 t=0.2s 时振动到平衡位置，C 错误；x 的坐标为 22m 的质点和 x 的坐标为 2m 的质点为同相点，x 的坐标为 2m 的质点经过 t=0.2s 即四分之一周期恰好位于波峰，故 x 的坐标为 22m 的质点在 t=0.2s 时恰好位于波峰，D 正确；当质点 P 位于波峰时，经过了半个周期，而 x 坐标为 17m 的质点和 x 坐标为 1m 的质点为同相点，经过半个周期 x 坐标为 1m 的质点恰好位于波谷，E 正确。学科网

【学科网考点定位】横波图像，波长，波速以及频率的关系

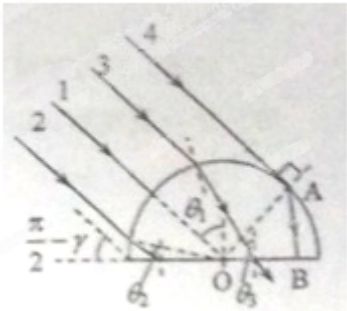
【名师点睛】 根据走坡法和平移法判断波的传播方向常用的方法，一定要掌握，解本题时还需要知道同相点和反向点，即相隔波长的整数倍的点为同相点，振动步调一致，相隔半波长的奇数倍的点为反相点，即振动步调相反。

（2）一半径为 R 的半圆形玻璃砖，横截面如图所示。已知玻璃的全反射临界角 r（$r<\frac{\pi}{3}$）。与玻璃砖的底平面成（$\frac{\pi}{2}-r$）角度、且与玻璃砖横截面平行的平行光射到玻璃砖的半圆柱面上。经柱面折射后，有部分光（包括与柱面相切的入射光）能直接从玻璃砖底面射出。若忽略经半圆柱内表面反射后射出的光，求底面透光部分的宽度。



【答案】$l=\frac{R}{2\cos\gamma}$

【解析】



在半圆柱形玻璃砖横截面内，考虑沿半径方向射到圆心 O 的光线 1（如图），它在圆心处的入射角 θ_1，为 $\theta_1=\gamma$①

恰好等于全反射临界角，发生全反射

在光线 1 左侧的光线，（例如光线 2，），经过柱面折射后，射在玻璃砖底面上的入射角 θ_2 满足

$\theta_2>\gamma$ ②

因而在底面上发生全反射，不能直接折射出，

在光线 1 右侧的光线（例如光线 3）经柱面折射后，射在玻璃砖底面上的入射角 θ_3

满足 $\theta_3<\gamma$③

因而在底面上不能发生全反射，能从玻璃砖底面射出学科网

射到半圆柱面最右侧的光线 4 与柱面相切，入射角 i 为 $i=\frac{\pi}{2}$ ④

由折射定律知，经圆柱面折射后的折射角 $\angle OAB=\theta_4$，满足 $\sin i=n\sin\theta_4$， ⑤

式子中，n 时玻璃的折射率，由全反射角的定义知 $l=n\sin\gamma$ ⑥

联立④⑤⑥式得 $\theta_4=\gamma$ ⑦

由几何关系可得 $\angle AOB=\gamma$，故底面上透光部分的宽度 OB 为 $l=\frac{R}{2\cos\gamma}$

【学科网考点定位】光的折射全反射

【名师点睛】 在解决光的折射问题时，关键是画出光路图，结合几何知识解题，此类型题目很大程度上依靠几何知识，所以一定要注意数学和物理的结合。

17.模块 3-5 试题（12 分）

（1）.氢原子基态的能量为 $E_1=-13.6eV$。大量氢原子处于某一激发态。由这些氢原子可能发出的所有光子中，频率最大的光子能量为 $-0.96E_1$，频率最小的光子的能量为 eV（保留 2 位有效数字），这些光子可具有种不同的频率。

【答案】$0.31eV$，10

【解析】频率最大的光子能量为 $-0.96E_1$，即 $E_n-(-13.6eV)=-0.96\times(-13.6eV)$，解得 $E_n=-0.54eV$ 即 $n=5$，从 $n=5$ 能级开始，共有 $5\to1$，$5\to4$，$5\to3$，$5\to2$，$4\to1$，$4\to2$，$4\to3$，$3\to1$，$3\to2$，$2\to1$，10 种不同频率的光子，频率最小的光子能量为是从 $5\to4$，最小为 $-0.54eV-(-0.85eV)=0.31eV$

【学科网考点定位】氢原子跃迁

【名师点睛】 解决本题的关键知道能级间跃迁满足的规律，能级差越大，辐射的光子能量越大，光子频率越大，波长越小。

（2）运动的原子核 ${}_{Z}^{A}X$ 放出 α 粒子后变成静止的原子核 Y。已知 X、Y 和 α 粒子的质量分别是 M、m_1 和 m_2，真空中的光速为 c，α 粒子的速度远小于光速。求反应后与反应前的总动能之差以及 α 粒子的动能。

【答案】$\Delta E_k=\left(M-m_1-m_2\right)c^2$，$\dfrac{M}{M-m_2}\left(M-m_1-m_2\right)c^2$

【解析】反应后由于存在质量亏损，所以反应前后总动能之差等于质量亏损而释放出的能量，

故根据爱因斯坦质能方程可得 $\frac{1}{2}m_2v_\alpha^2-\frac{1}{2}Mv_X^2=\left(M-m_1-m_2\right)c^2$ ①

反应过程中三个粒子组成的系统动量守恒，故有 $Mv_X=m_2v_\alpha$，②

联立①②可得 $\frac{1}{2}m_2v_\alpha^2=\frac{M}{M-m_2}\left(M-m_1-m_2\right)c^2$

【学科网考点定位】质能方程，动量守恒定律

【名师点睛】 在解决核反应问题时要掌握在核反应过程中，遵循两大守恒：动量守恒和能量守恒。