

## 2018 年全国高考一模试卷（新课标 I 卷）物理

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 14~18 题只有一项符合题目要求，第 19~21 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，有选错或不答的得 0 分。

1. (6 分) 2018 年中国散裂中子源 (CSNS) 将迎来验收，目前已建设的 3 台谱仪也将启动首批实验。有关中子的研究，下列说法正确的是 ( )

- A. Th 核发生一次  $\alpha$  衰变，新核与原来的原子核相比，中子数减少了 4
- B. 一个氦核和一个氦核经过核反应后生成氦核和中子是裂变反应
- C. 卢瑟福通过分析  $\alpha$  粒子散射实验结果，发现了质子和中子
- D. 中子和其他微观粒子，都具有波粒二象性

解析：A、 $\alpha$  衰变的本质是发生衰变的核中减小 2 个质子和 2 个中子形成氦核，所以一次  $\alpha$  衰变，新核与原来的核相比，中子数减小了 2，故 A 错误；

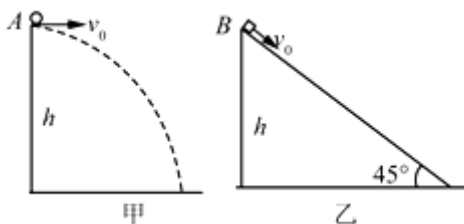
B、裂变是较重的原子核分裂成较轻的原子核的反应，而该反应是较轻的原子核的聚变反应，故 B 错误；

C、卢瑟福通过分析  $\alpha$  粒子散射实验结果，提出了原子的核式结构模型，查德威克通过  $\alpha$  粒子轰击铍核获得碳核的实验发现了中子，故 C 错误；

D、所有粒子都具有波粒二象性，故 D 正确。

答案：D

2. (6 分) 如图所示，在距地面高为  $h=0.4\text{m}$  处，有一小球 A 以初速度  $v_0$  水平抛出如图甲所示，与此同时，在 A 的右方等高处有一物块 B 以大小相同的初速度  $v_0$  沿倾角为  $45^\circ$  的光滑斜面滑下如图乙所示，若 A、B 同时到达地面，A、B 均可看作质点，空气阻力不计，重力加速度  $g$  取  $10\text{m/s}^2$ ，则  $v_0$  的大小是 ( )



- A. 1 m/s
- B.  $\sqrt{2}$  m/s
- C. 2 m/s
- D.  $2\sqrt{2}$  m/s

解析：A 做平抛运动，由  $h = \frac{1}{2}gt^2$

$$gt^2 \text{ 得: } t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

B 在斜面下滑的加速度为： $a = \frac{mgs \sin 45^\circ}{m} = g \sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}g$

根据  $\sqrt{2}h = v_0t + \frac{1}{2}at^2$  解得： $v_0 = \frac{1}{2}\sqrt{gh} = \frac{1}{2} \times \sqrt{10 \times 0.4} = 1\text{m/s}$ 。故 A 正确，BCD 错误。

答案：A

3. (6 分) 2017 年 12 月 8 日消息，科学家发现土卫六上有大量的碳氢化合物，比地球上的石油和天然气多几百倍。土卫六和土卫五绕土星的运动可近似看作匀速圆周运动，土卫六质

量、直径、距土星中心的距离都比土卫五的这三个量大，两卫星相比，土卫六绕土星运动的（ ）

- A. 周期较大
- B. 线速度较大
- C. 角速度较大
- D. 向心加速度较大

解析：A、土星的卫星做匀速圆周运动，万有引力提供向心力，根据牛顿第二定律，有：

$$G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r,$$

解得：  $T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{Gm}}$

土卫六距土星中心的距离比土卫五距土星中心的距离大，故土卫六绕土星运动周期大，故 A 正确；

B、根据  $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$ ，解得：  $v = \sqrt{\frac{Gm}{r}}$ ，

土卫六距土星中心的距离比土卫五距土星中心的距离大，故土卫六绕土星运动线速度小，故 B 错误；

C、根据  $G \frac{Mm}{r^2} = m\omega^2 r$ ，解得：  $\omega = \sqrt{\frac{Gm}{r^3}}$ ，

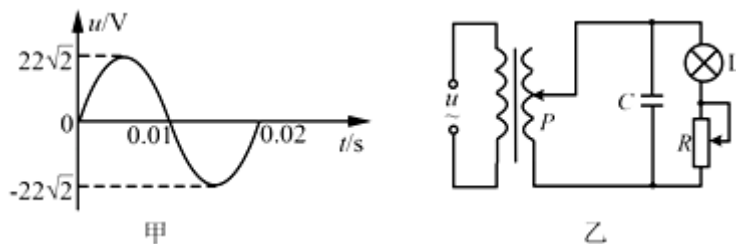
土卫六距土星中心的距离比土卫五距土星中心的距离大，故土卫六绕土星运动角速度小，故 C 错误；

D、根据  $G \frac{Mm}{r^2} = ma$ ，解得：  $a = \frac{Gm}{r^2}$ ，

土卫六距土星中心的距离比土卫五距土星中心的距离大，故土卫六绕土星运动向心加速度小，故 D 错误。

答案：A

4. (6分) 理想变压器原线圈接如图甲所示的正弦交变电压，变压器原线圈匝数  $n_1=270$  匝，P 是副线圈上的滑动触头，当 P 处于图乙所示位置时，副线圈连入电路的匝数  $n_2=135$  匝，电容器 C 恰好不被击穿，灯泡 L 恰能正常发光，R 是滑动变阻器。以下判断正确的是（ ）



- A. 若向下移动 P，电容器的电荷量增加
- B. 若保持 P 不动，向下移动 R 的滑片，灯泡变暗
- C. 若保持 R 的滑片不动，向下移动 P，灯泡变亮
- D. 电容器的击穿电压为  $11\sqrt{2}$  V

解析：A、原线圈输入电压的有效值  $U_1 = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = 22$  V

当 P 位移题图乙所示位置，副线圈电压的有效值为  $U_2 = \frac{n_2}{n_1} U_1 = 11$  V，电容器 C 恰好不被

击穿，若向下移动 P，电容器 C 两端的电压减小，有  $Q=CU$  可知，电容器所带的电荷量减小，故 A 错误；

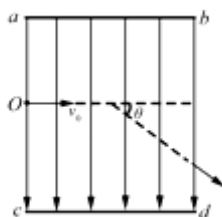
B、若保持 P 不动，向下移动 R 的滑片，R 接入电路的电阻减小，流过灯泡的电流增大，灯泡变亮，故 B 错误；

C、若保持 R 的滑片不动，向下移动 P，则副线圈的电压变小，灯泡变暗，故 C 错误；

D、电容器击穿电压的最大值  $U' = \sqrt{2}U_1 = 11\sqrt{2}V$ ，故 D 正确。

答案：D

5. (6分) 如图所示，在矩形 abdc 区域中有竖直向下的匀强电场，场强大小为 E，某种正粒子（不计粒子的重力）从 O 点以初速度  $v_0$  水平射入后偏转角为  $\theta$ 。现电场换为方向垂直纸面向外的匀强磁场（图中未画出），仍使该粒子穿过该区域，并使偏转角也为  $\theta$  角，若匀强磁场的磁感应强度大小为 B，粒子穿过电场和磁场的的时间之比为  $\frac{t_1}{t_2}$ ，则（ ）



A.  $B = \frac{E \sin \theta}{v_0}$ ,  $\frac{t_1}{t_2} = \frac{\sin \theta}{\theta}$

B.  $B = \frac{E \sin \theta}{v_0}$ ,  $\frac{t_1}{t_2} = \frac{\theta}{\sin \theta}$

C.  $B = \frac{E \cos \theta}{v_0}$ ,  $\frac{t_1}{t_2} = \frac{\sin \theta}{\theta}$

D.  $B = \frac{E \cos \theta}{v_0}$ ,  $\frac{t_1}{t_2} = \frac{\theta}{\sin \theta}$

解析：粒子在电场中运动，只受电场力作用，做类平抛运动，加速度  $a = \frac{qE}{m}$ ，故有： $t_1 = \frac{ab}{v_0}$ ，

$$\tan \theta = \frac{at_1}{v_0} = \frac{qE \cdot ab}{mv_0^2};$$

粒子在匀强磁场中运动，洛伦兹力做向心力，故有： $Bvq = \frac{mv_0^2}{R}$ ，所以， $B = \frac{mv_0}{qR}$ ；

根据几何关系可知：粒子转过的中心角为  $\theta$ ，圆周运动半径  $R = \frac{ab}{\sin \theta}$ ，所以，

$$B = \frac{mv_0 \sin \theta}{qab} = \frac{mv_0^2 \tan \theta \cos \theta}{qab \cdot v_0} = \frac{qE \cdot ab \cdot \cos \theta}{q \cdot ab \cdot v_0} = \frac{E \cos \theta}{v_0};$$

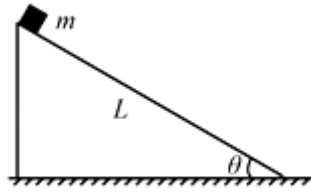
所以，粒子运动周期  $T = \frac{2\pi R}{v_0} = \frac{2\pi \cdot ab}{v_0 \sin \theta}$ ，故粒子在磁场中的运动时间

$$t_2 = \frac{\theta}{2\pi} T = \frac{\theta \cdot ab}{v_0 \sin \theta}, \text{ 所以, } \frac{t_1}{t_2} = \frac{\sin \theta}{\theta}, \text{ 故 C 正确, ABD 错误.}$$

答案：C

6. (6分) 如图所示，固定的粗糙斜面的倾角  $\theta = 37^\circ$ ，长度  $L = 4\text{m}$ ，可视为质点的滑块从斜面的顶端由静止开始下滑，滑到斜面底端时速度大小  $v = 4\text{m/s}$ ，滑块的质量  $m = 200\text{g}$ ，空气阻

力可忽略不计，取重力加速度  $g=10\text{m/s}^2$ ， $\sin 37^\circ =0.6$ ， $\cos 37^\circ =0.8$ ，则( )



- A. 滑块沿斜面下滑的加速度大小为  $2\text{ m/s}^2$
- B. 滑块与斜面间的动摩擦因数为 0.6
- C. 整个下滑过程的时间为 1.5 s
- D. 在整个下滑过程中重力对滑块的冲量大小为  $4\text{N}\cdot\text{s}$

解析：A、根据运动学公式可知  $a = \frac{v^2}{2L} = 2\text{ m/s}^2$ ，故 A 正确；

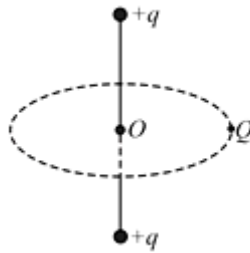
B、对滑块根据牛顿第二定律可得  $mg\sin\theta - f = ma$ ，而  $f = \mu mg\cos\theta$ ，解得  $\mu = 0.5$ ，故 B 错误；

C、根据  $L = \frac{1}{2}at^2$  可得  $t = \sqrt{\frac{2L}{a}} = 2\text{s}$ ，故 C 错误；

D、在整个下滑过程中重力对滑块的冲量大小  $I = mgt = 4\text{Ns}$ ，故 D 正确。

答案：AD

7. (6分) 如图所示，重力均不计、带电荷量均为  $+q$  的两点电荷固定不动且连线竖直，检验电荷 (带电荷量为  $Q$ ) 可在两点电荷连线的中垂面内绕中心点  $O$  做半径为  $r$ 、线速度为  $v$ 、角速度为  $\omega$  的匀速圆周运动，则( )



- A. 检验电荷一定带正电
- B. 圆轨道上各点的电势处处相等
- C. 检验电荷做圆周运动的  $r$  越小， $v$  一定越大
- D. 检验电荷做圆周运动的  $r$  越小， $\omega$  一定越大

解析：A、检验电荷绕  $O$  点做匀速圆周运动，由合外力提供向心力可知，检验电荷一定带负电，故 A 错误；

B、根据同种电荷电场线和等势面分布特点，可知，圆轨道上各点的电势处处相等，故 B 正确；

C、设两个点电荷的距离为  $2L$ ，检验电荷的轨道半径为  $r$ ，检验电荷绕  $O$  点在中垂面内做匀速圆周运动，库仑力的合力提供其做圆周运动的向心力，

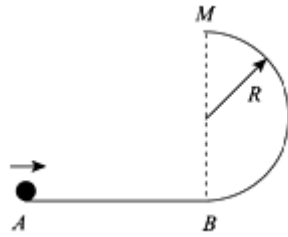
则有：
$$\frac{2kQq}{r^2 + L^2} \cdot \frac{r}{\sqrt{r^2 + L^2}} = m\omega^2 r$$
，解得：
$$\omega = \sqrt{\frac{2kQq}{m(r^2 + L^2)\sqrt{r^2 + L^2}}}$$
，所以  $r$  越小， $\omega$

一定越大，根据  $v = r\omega$ ，当  $r$  变小时， $\omega$  变大，所以不能确定  $v$  的变化情况，故 C 错误，D 正确。

答案：BD

8. (6分) 如图所示，在竖直平面内有一光滑水平直轨道与半径为  $R$  的光滑半圆形轨道在圆的一个端点  $B$  相切，可视为质点的小球从  $A$  点通过  $B$  点进入半径为  $R$  的半圆，恰好能通过

半圆的最高点 M，从 M 点飞出后落在水平面上，不计空气阻力，则( )



- A. 小球到达 M 点时的速度大小为 0
- B. 小球在 A 点时的速度为  $\sqrt{5gR}$
- C. 小球落地点离 B 点的水平距离为  $2R$
- D. 小球落地时的动能为  $\frac{5mgR}{2}$

解析：A、小球恰好能通过半圆的最高点 M，由重力提供向心力，则有  $mg = m \frac{v_M^2}{R}$ ，得  $v_M = \sqrt{gR}$ ，故 A 错误。

B、A 到 M，由动能定理得  $-2mgR = \frac{1}{2}mv_M^2 - \frac{1}{2}mv_A^2$ ，解得  $v_A = \sqrt{5gR}$ 。故 B 正确。

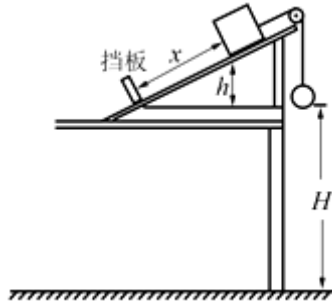
C、小球离开 M 点后做平抛运动，则有  $x = v_M t$ ， $2R = \frac{1}{2}gt^2$ ，得  $x = 2R$ ，故 C 正确。

D、M 到落地，由动能定理得  $2mgR = E_k - \frac{1}{2}mv_M^2$ ，解得小球落地时的动能  $E_k = \frac{5mgR}{2}$ 。故 D 正确。

答案：BCD

二、非选择题：本卷包括必考题和选考题两部分。

9. (5 分) 如图所示，某同学在实验室做“测动摩擦因数”的实验，细线连接钢球和滑块跨在木板上端的定滑轮上处于静止状态，烧断细线钢球落地和滑块撞击挡板的时间相同。



(1) 写出滑块下滑的加速度 a 与图中 x、H、重力加速度 g 的关系式 (用字母表示) \_\_\_\_\_；用刻度尺测量出  $H = 2.5\text{m}$ ， $x = 0.50\text{m}$ ，计算出滑块下滑的加速度的值为 \_\_\_\_\_。

解析：根据运动学规律，则有：

$$H = \frac{1}{2}gt^2$$

$$x = \frac{1}{2}at^2$$

联立两式，解得： $a = \frac{x}{H}g$ ，

代入数据，解得： $a = 2\text{m/s}^2$ 。

答案： $a = \frac{x}{H}g$ ， $2\text{m/s}^2$ 。

(2) 以滑块为研究对象，利用牛顿第二定律，用  $H$ 、 $h$ 、 $x$  这三个物理量表示出动摩擦因数的数学表达式，表达式是（用字母表示）\_\_\_\_\_。

解析：设木板与水平桌面间的夹角为  $\theta$ ，滑块下滑时，对其进行受力分析，并根据牛顿第二定律，则有：

$$mg\sin\theta - \mu mg\cos\theta = ma,$$

$$\text{且 } \sin\theta = \frac{h}{x},$$

$$\text{及 } \cos\theta = \frac{\sqrt{x^2 - h^2}}{x},$$

$$\text{可解得： } \mu = \frac{Hh - x^2}{H\sqrt{x^2 - h^2}}.$$

$$\text{答案： } \mu = \frac{Hh - x^2}{H\sqrt{x^2 - h^2}}.$$

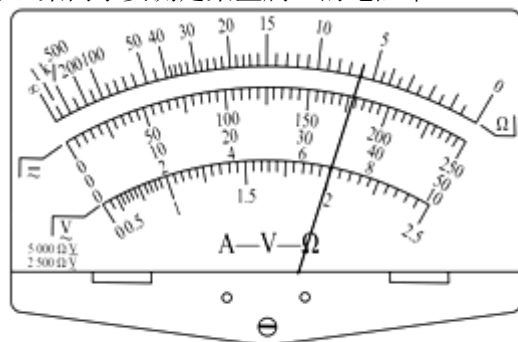
(3) 再用刻度尺测量出  $h = 0.30\text{m}$ ，代入相关数据，可得出滑块与木板间的动摩擦因数  $\mu = \underline{\hspace{2cm}}$ 。（ $g$  取  $10\text{m/s}^2$ ）

解析：将  $H = 2.5\text{m}$ ， $x = 0.50\text{m}$ ， $h = 0.30\text{m}$

$$\text{代入 } \mu = \frac{Hh - x^2}{H\sqrt{x^2 - h^2}} \text{ 解得： } \mu = 0.5.$$

答案：0.5。

10. (10分) 某同学要测定某金属丝的电阻率。



甲



乙

(1) 先用多用电表粗测其电阻，选择开关打到“ $\times 1$ ”挡，指针偏转如图甲所示，则所测阻值为\_\_\_\_\_  $\Omega$ 。

解析：由图甲所示多用电表可知，所测电阻阻值为： $6 \times 1\Omega = 6\Omega$ 。

答案：6。

(2) 为了精确地测定该金属丝的电阻，实验室提供了以下器材：

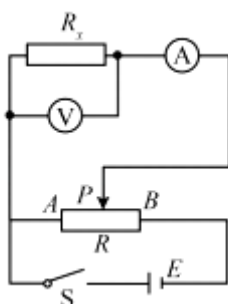
A. 电压表  $0 \sim 3\text{V} \sim 15\text{V}$ ，内阻约为  $10\text{k}\Omega$ ， $50\text{k}\Omega$

- B. 电流表 0~0.6A~3A，内阻约为 0.5Ω，0.1Ω
- C. 滑动变阻器 0~5Ω
- D. 滑动变阻器 0~50Ω
- E. 两节干电池
- F. 开关及导线若干

本实验要借助图象法测定金属丝的电阻，电压表的量程应该选\_\_\_\_\_V，电流表的量程应该选\_\_\_\_\_A；滑动变阻器应该选\_\_\_\_\_（填序号）。请在如图乙所示的实线框内画出实验电路图。

解析：电源为两节干电池，电动势为 3V，电压表应选择 3V 量程，电压表内阻约为 10kΩ，金属丝电阻约为 6Ω，电路最大电流约为： $I = \frac{U}{R} = 0.5A$ ，

电流表应选择 0.6A 量程，内阻约为 0.5Ω，电压表内阻远大于待测电阻阻值，电流表应采用外接法，为方便实验操作，滑动变阻器应选择 C，滑动变阻器最大阻值为 5Ω，为测多组实验数据，滑动变阻器应采用分压式接法，电路图如图所示，



答案：3，0.6，C，电路图如图所示。

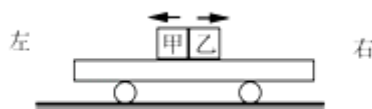
(3) 调节滑动变阻器，测量多组电压、电流的值，作出 U - I 图象，由图象求得金属丝的电阻 R，若测得金属丝的长为 L，金属丝的直径 d。则金属丝的电阻率  $\rho =$ \_\_\_\_\_（用字母表示）。

解析：根据电阻定律可得： $R = \rho \frac{L}{S}$  圆柱体导体材料的横截面积： $S = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2$

联立可得金属电阻率： $\rho = \frac{\pi R d^2}{4L}$ 。

答案： $\frac{\pi R d^2}{4L}$ 。

11. (12分) 如图所示，在光滑的水平地面上有一平板小车质量为  $M=2\text{kg}$ ，体积相等的滑块甲和乙质量均为  $m=1\text{kg}$ ，三者处于静止状态。某时刻起滑块甲以初速度  $v_1=2\text{m/s}$  向左运动，同时滑块乙以  $v_2=4\text{m/s}$  向右运动。最终甲、乙两滑块均恰好停在小车的两端。小车长  $L=9.5\text{m}$ ，两滑块与小车间的动摩擦因数相同，(g 取  $10\text{m/s}^2$ ，滑块甲和乙可视为质点) 求：



(1) 两滑块与小车间的动摩擦因数；

解析：两滑块与小车组成的系统动量守恒，以向右为正方向，由动量守恒定律得：

$$mv_2 - mv_1 = (M+m+m) v,$$

由能量守恒定律得：

$$\frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{2}(M+m)v^2 + \mu mgL,$$

解得： $\mu = 0.1$ ， $v = 0.5\text{m/s}$ 。

答案：两滑块与小车间的动摩擦因数为 0.1。

(2) 两滑块运动前滑块乙离右端的距离。

解析：滑块甲离左端距离为  $x_1$ ，刚运动到左端历时  $t_1$ ，在滑块甲运动至左端前，小车静止。

由牛顿第二定律得： $\mu mg = ma_1$ ，

速度： $v_1 = a_1 t_1$ ，

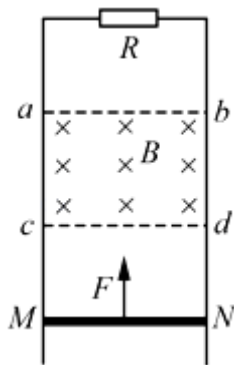
$$\text{位移： } x_1 = \frac{1}{2} a_1 t_1^2,$$

解得： $t_1 = 2\text{s}$ ， $x_1 = 2\text{m}$ ，

滑块乙离右端的距离： $x_2 = L - x_1 = 7.5\text{m}$ 。

答案：两滑块运动前滑块乙离右端的距离为 7.5m。

12. (20 分) 如图所示，两平行光滑不计电阻的金属导轨竖直放置，导轨上端接一阻值为  $R$  的定值电阻，两导轨之间的距离为  $d$ 。矩形区域  $abcd$  内存在磁感应强度大小为  $B$ 、方向垂直纸面向里的匀强磁场， $ab$ 、 $cd$  之间的距离为  $L$ 。在  $cd$  下方有一导体棒  $MN$ ，导体棒  $MN$  与导轨垂直，与  $cd$  之间的距离为  $H$ ，导体棒的质量为  $m$ ，电阻为  $r$ 。给导体棒一竖直向上的恒力，导体棒在恒力  $F$  作用下由静止开始竖直向上运动，进入磁场区域后做减速运动。若导体棒到达  $ab$  处的速度为  $v_0$ ，重力加速度大小为  $g$ 。求：



(1) 导体棒到达  $cd$  处时速度的大小；

解析：根据动能定理得  $(F - mg)H = \frac{1}{2}mv^2$

解得导体棒到达  $cd$  处时速度的大小  $v = \sqrt{\frac{2(F - mg)H}{m}}$ 。

答案：导体棒到达  $cd$  处时速度的大小是  $\sqrt{\frac{2(F - mg)H}{m}}$ 。

(2) 导体棒刚进入磁场时加速度的大小；

解析：导体棒刚进入磁场时产生的感应电动势  $E = Bdv$

感应电流  $I = \frac{E}{R + r}$

所受的安培力  $F_{\text{安}} = BId$

根据牛顿第二定律得  $mg + F_{\text{安}} - F = ma$



联立解得导体棒刚进入磁场时加速度的大小  $a = g + \frac{B^2 d^2}{m(R+r)} \sqrt{\frac{2(F-mg)H}{m}} - \frac{F}{m}$ 。

答案：导体棒刚进入磁场时加速度的大小是  $g + \frac{B^2 d^2}{m(R+r)} \sqrt{\frac{2(F-mg)H}{m}} - \frac{F}{m}$ 。

(3) 导体棒通过磁场区域的过程中，通过电阻 R 的电荷量和电阻 R 产生的热量。

解析：导体棒通过磁场区域的过程中，通过电阻 R 的电荷量  $q = \bar{I} \Delta t$

$$\text{又 } \bar{I} = \frac{\bar{E}}{R+r} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

$$\text{联立得 } q = \frac{\Delta\Phi}{R+r}$$

$$\text{根据 } \Delta\Phi = BLd, \text{ 得 } q = \frac{BLd}{R+r}$$

$$\text{根据动能定理得 } (F - mg)(H+L) - W_{\text{安}} = \frac{1}{2}mv_0^2$$

电路中的总热量  $Q = W_{\text{安}}$

$$\text{电阻 R 产生的热量 } Q_R = \frac{R}{R+r} Q$$

$$\text{联立解得 } Q_R = \frac{R}{R+r} \left[ (F - mg)(H+L) - \frac{1}{2}mv_0^2 \right]$$

答案：导体棒通过磁场区域的过程中，通过电阻 R 的电荷量是  $\frac{BLd}{R+r}$ ，电阻 R 产生的热量是

$$\frac{R}{R+r} \left[ (F - mg)(H+L) - \frac{1}{2}mv_0^2 \right]。$$

[物理—选修 3-3]

13. (5 分) 关于热现象，下列说法中正确的是 ( )

- A. 热量可以从低温物体传到高温物体
- B. 布朗运动就是分子的无规则运动
- C. 对于一定质量的理想气体，温度升高，气体内能一定增大
- D. 气体的温度升高，每个气体分子运动的速率都增加
- E. 0°C 的冰和 0°C 的铁块的分子平均动能相同

解析：A、根据热力学第二定律可知，热量在一定的条件下可以从高温物体传递到低温物体，但会引起其他的变化。故 A 正确；

B、布朗运动是悬浮在体中的小颗粒的运动，是液体分子无规则运动的反映，但不是液体分子的运动。故 B 错误；

C、温度是分子的平均动能的标志，气体分子的平均动能只与分子的温度有关，一定质量的理想气体，温度升高，气体内能一定增大。故 C 正确；

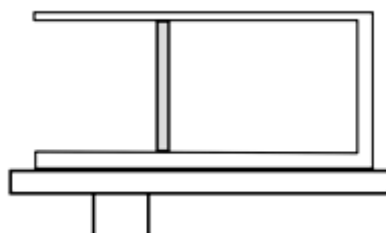
D、温度是分子的平均动能的标志，是大量分子运动的统计规律，气体的温度升高，分子的平均动能增大，但不是每个气体分子运动的速率都增加。故 D 错误；

E、温度是分子的平均动能的标志，可知 0°C 的冰和 0°C 的铁块的分子平均动能相同。故 E 正确。

答案：ACE

14. (10 分) 如图所示，总长度为 15cm 的气缸放置在水平桌面上。活塞的质量  $m=20\text{kg}$ ，横

截面积  $S=100\text{cm}^2$ ，活塞可沿气缸壁无摩擦地滑动但不漏气，开始时活塞与气缸底的距离  $12\text{cm}$ 。外界气温为  $27^\circ\text{C}$ ，大气压强为  $1.0\times 10^5\text{Pa}$ 。将气缸缓慢地转到开口向上的竖直位置，待稳定后对缸内气体逐渐加热，使活塞上表面刚好与气缸口相平，取  $g=10\text{m/s}^2$ ，求：

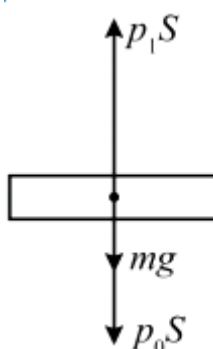


(1) 活塞上表面刚好与气缸口相平时气体的温度为多少？

解析：以封闭气体为研究对象，当气缸水平放置时，气体初状态参量：

$p_0=1.0\times 10^5\text{Pa}$ ， $V_0=LS$ ， $T_0=(273+27)\text{K}=300\text{K}$ ，

当气缸口朝上时，活塞到达气缸口时，活塞受力分析如图所示。



有  $p_1S=p_0S+mg$

则  $p_1=p_0+\frac{mg}{S}$

解得  $p_1=1.2\times 10^5\text{Pa}$

气体末状态参量： $V_1=L_1S$ ， $T_1=?$

由理想气体的状态方程：
$$\frac{p_0V_0}{T_0}=\frac{p_1V_1}{T_1}$$

代入数据得： $T_2=450\text{K}$ 。

答案：活塞上表面刚好与气缸口相平时气体的温度为  $450\text{K}$ 。

(2) 在对气缸内气体加热的过程中，吸收了  $189\text{J}$  的热量，则气体增加的内能是多少？

解析：当气缸开口向上竖直位置时，未加热稳定时，设气体的长度为  $L'$ ，则： $p_0LS=p_1L'S$

代入数据得： $L'=0.1\text{m}$

加热后，气体做等压膨胀，气体对外力做功： $W=p_1S\cdot(L_1-L')$

解得  $W=60\text{J}$

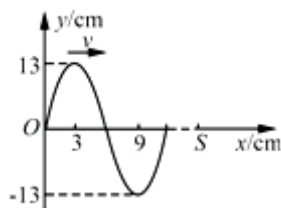
由热力学第一定律： $\Delta U=-W+Q$

代入数据联立得： $\Delta U=129\text{J}$ 。

答案：气体增加的内能  $\Delta U$  是  $129\text{J}$ 。

[物理—选修 3-4]

15. (5 分) 如图所示，一列沿  $x$  轴正方向传播的简谐横波，波速大小为  $0.1\text{m/s}$ ， $S$  点的横坐标为  $1\text{m}$ ，从图中状态开始计时，则 ( )



- A. 这列简谐波的周期为 1.2s
- B. 这列简谐波的振幅为 13m
- C. 质点 S 开始振动的方向为沿 y 轴负方向
- D. 经过 10s 质点 S 开始振动
- E. 经过 9.7s 质点 S 第一次到达波峰

解析：A、这列简谐波的波长为  $\lambda = 12\text{cm} = 0.12\text{m}$ ，波速大小为  $0.1\text{m/s}$ ，由  $v = \frac{\lambda}{T}$  得  $T = 1.2\text{s}$ ，

故 A 正确。

B、由图可知，这列简谐波的振幅为 13cm，故 B 错误。

C、图示时刻，这列波最前端的质点的坐标为 12cm，根据波的传播方向，可知这一点正沿 y 轴方向运动，因此在波前进方向的每个质点开始振动的方向都是沿沿 y 轴负方向，故 C 正确。

D、这列波最前端的质点与质点 S 的距离为  $\Delta x = 88\text{cm}$ ，质点 S 开始振动的的时间  $t = \frac{\Delta x}{v} = 8.8\text{s}$ ，

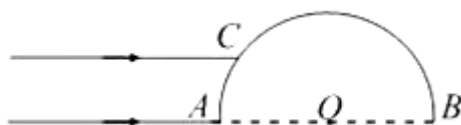
故 D 错误。

E、由波形平移法知： $x = 3\text{cm}$  处的波峰传到 S 时质点 S 第一次到达波峰，传播距离  $\Delta x' = 97\text{cm}$ ，

因此所用时间为  $t' = \frac{\Delta x'}{v} = 9.7\text{s}$ ，故 E 正确。

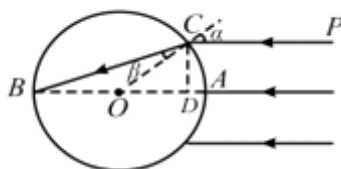
答案：ACE

16. (10 分) 如图所示是一半径为  $R = \sqrt{3}\text{m}$  的透明的圆柱体的横截面，现有一束平行光沿直径 AB 方向射入圆柱体。入射光线 PC 由 C 点射入圆柱体经折射后恰经过 B 点，已知透明圆柱体的折射率为  $\sqrt{3}$ ，真空中光速为  $c = 3 \times 10^8\text{m/s}$ 。试求：



(1) 入射光线 PC 到 AB 的距离；

解析：设光线经 C 点折射后光路如图所示：



根据折射定律可得： $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \sqrt{3}$ ，

且  $\alpha = 2\beta$ ，

解得： $\alpha = 60^\circ$ ， $\beta = 30^\circ$

所以入射光线 PC 到 AB 的距离为： $S_{CD} = R \sin \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2} R = 1.5\text{m}$ 。

答案：入射光线 PC 到 AB 的距离是 1.5m。

(2)入射光线 PC 在圆柱体中运动的时间。(计算结果可以保留根号)

解析：在 $\triangle DBC$ 中：C、B间的距离为： $S_{CB} = \frac{S_{CD}}{\sin \beta} = \sqrt{3} R$

设光在介质中传播速度为  $v$ ，由折射率得： $n = \frac{c}{v}$

入射光线在圆柱体中运动的时间为： $t = \frac{S_{CB}}{v} = \frac{3R}{C} = \frac{3 \times \sqrt{3}}{3 \times 10^8} = \sqrt{3} \times 10^{-8} \text{ s}。$

答案：入射光线 PC 在圆柱体中运动的时间是  $\sqrt{3} \times 10^{-8} \text{ s}。$