

理科综合 物理 参考答案

(一)

14. C 【解析】对竖直上抛运动的小球来说  $-v_0 = v_0 - gt$ , 解得  $t = 3.5 \text{ s}$ , 小球下落的总时间  $t_{\text{总}} = 3.5 \text{ s} + 1.5 \text{ s} = 5 \text{ s}$ , 楼高  $h = \frac{1}{2}gt_{\text{总}}^2 = 125 \text{ m}$ , 选项 C 正确。
15. A 【解析】根据  $x = v_0 t$ ,  $y = \frac{1}{2}gt^2$  可得  $y = \frac{g}{2v_0^2}x^2$ , 结合  $y = \frac{1}{20}x^2$  可得,  $v_0 = 10 \text{ m/s}$ , 在  $1 \text{ s}$  末, 质点竖直方向的分速度为  $v_y = gt = 10 \text{ m/s}$ , 所以合速度与水平方向成  $45^\circ$  角, 选项 A 正确;  $2 \text{ s}$  末,  $v_y = gt = 20 \text{ m/s}$ , 合速度  $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 10\sqrt{5} \text{ m/s}$ , 选项 B 错误; 在  $0 \sim 2 \text{ s}$  内, 水平位移  $x = v_0 t = 20 \text{ m}$ , 竖直位移  $y = \frac{1}{2}gt^2 = 20 \text{ m}$ , 二者是相等的, 选项 C 错误; 在任意相等的时间内, 位移变化量不相同, 选项 D 错误。
16. B 【解析】从 B 点和 C 点离开的带电粒子的轨道半径相同, 由  $qvB = m\frac{v^2}{r}$ , 可得  $r = \frac{mv}{qB}$ , 轨道半径相同, 速度大小相等, 两个粒子受到的洛伦兹力方向相反, 所以电性相反, 选项 A 错误; 三个带电粒子在磁场中做圆周运动的周期  $T = \frac{2\pi m}{qB}$  是相同的, 根据几何关系, 三个粒子在磁场中做圆周运动的圆心角均为  $90^\circ$ , 所以三个带电粒子在磁场中运动的时间相同, 选项 B 正确, 因为从 D 点出去的粒子时间也是四分之一周期, 选项 C 错误; 从 D 点离开磁场的带电粒子的轨道半径比从 B 点离开的粒子小, 所以速率也小, 选项 D 错误。
17. D 【解析】地球同步卫星的运行周期是  $24 \text{ h}$ , 月球的公转周期是  $1 \text{ 个月}$ , 由  $G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{4\pi^2}{T^2}r$  可得  $T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$ , 周期越大, 轨道半径越大, 该卫星的轨道半径比月球的轨道半径小, 选项 A 错误;  $7.9 \text{ km/s}$  是人造卫星最大的运行速度, 该卫星的运行速度一定不大于  $7.9 \text{ km/s}$ , 选项 B 错误; 该卫星只能定点于赤道的上方, 选项 C 错误; 对于同步卫星, 它的线速度的大小、角速度、周期都是不变的, 选项 D 正确。
18. B 【解析】若 M、N 带等量同种电荷, A 点和 B 点处于同一个等势面上, 电势相同, 但是 A 点和 B 点场强方向不同, 选项 A 正确, 选项 B 错误; 若 M、N 带等量异种电荷, A 点和 B 点处于同一个等势面上, 电势相同, A 点和 B 点的场强大小相同, 方向沿 MN 方向, 也相同, 选项 C、D 正确。
19. BD 【解析】一开始 AB 弹簧上的弹力大小为  $3mg\sin\alpha$ , CD 弹簧弹力为  $mg\sin\alpha$ ; 剪断 OA 瞬间, AB 弹簧上的弹力没变,  $mg\sin\alpha + 3mg\sin\alpha = ma$ , A 的加速度为  $4g\sin\alpha$ , B、C、D 的加速度为零, 选项 A 错误, B 正确; 剪断 BC 瞬间, 对于 C,  $mg\sin\alpha + mg\sin\alpha = ma'$ ,  $a' = 2g\sin\alpha$ , D 的加速度为零, 选项 C 错误, D 正确。
20. BC 【解析】感应电动势的最大值为  $E_m = NBS\omega$ , 不计线圈电阻, 原线圈两端电压最大值  $U_m = E_m$ , 原线圈两端电压有效值  $U_1 = \frac{NBS\omega}{\sqrt{2}}$ , 由  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$  可得, 电压表读数  $U_2 = \sqrt{2}NBS\omega$ , 选项 A 错误; 副线圈电流  $I_2 = \frac{U_2}{R} = \frac{\sqrt{2}NBS\omega}{R}$ , 由  $\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$  可得, 原线圈中电流表的读数  $I_1 = \frac{2\sqrt{2}NBS\omega}{R}$ , 选项 B 正确; 线圈由图示位置旋转四分之一周, 通过电流表的电荷量为  $Q = \frac{N\Delta\Phi}{R} = \frac{NBS}{R}$ , 选项 C 正确; P 向上移动时, 副线圈匝数变少, 电压表的示数变小, 电流表示数也变小, 选项 D 错误。
21. AD 【解析】线框做匀速直线运动, 感应电动势  $E = BLv_0$ , 感应电动势大小随着导线框切割磁感线的长度的线性减小而减小, 选项 A 正确; 线框进入磁场过程中受到的安培力  $F = \frac{B^2 L^2 v_0}{R}$ , 安培力大小与导线的长度不是线性关系, 选项 B 错误; 线框的电功率  $P = \frac{B^2 L^2 v_0^2}{R}$ , 电功率与导线的长度不是线性关系, 选项 C 错误; 线框

进入磁场过程中感应电流的大小  $I = \frac{BLv_0}{R}$ , 感应电流与导线的长度是线性关系, 选项 D 正确。

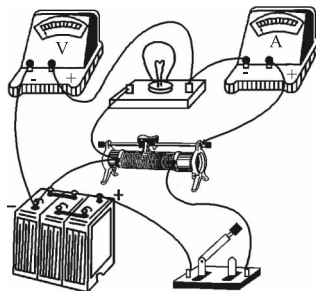
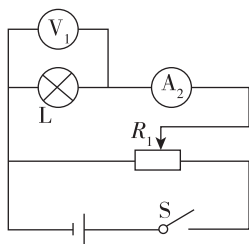
22. (7 分)【答案】(1)②④⑦(1 分) (2)0.40 m/s(2 分) 0.75 m/s<sup>2</sup>(2 分) 5.90 cm(2 分)

【解析】(1)本实验中不需要用天平测量质量, 实验中利用打点计时器作为计时工具, 打点计时器所使用的是低压交流电源, 故不需要的器材是②④⑦。

(2)由于每相邻两个计数点间还有 4 个点没有画出, 所以相邻的计数点间的时间间隔  $T = 0.1$  s, 根据匀变速直线运动中某段时间内中间时刻的瞬时速度等于该过程中的平均速度, 可以求出打 D 点时纸带的瞬时速度大小:  $v_D = \frac{x_{CE}}{2T} = 0.40$  m/s。小车的加速度由逐差法有:  $a = \frac{x_{CF} - x_{OC}}{9T^2} = 0.75$  m/s<sup>2</sup>。由于  $\Delta x = aT^2 =$

0.75 cm, 所以  $x_{FG} = x_{EF} + \Delta x = 5.15$  cm + 0.75 cm = 5.90 cm。

23. (8 分)【答案】(1)A(1 分) D(1 分) E(1 分) (2)见解析图(3 分) (3)0.70 W(2 分)



【解析】(1)小灯泡额定电压为 3.8 V, 额定电流为 0.3 A, 电压表选 V<sub>1</sub>, 电流表选 A<sub>2</sub>, 为了调节的方便, 滑动变阻器选 R<sub>1</sub>。

(2)小灯泡的电阻很小, 电流表应该用外接法; 为了得到更多的实验数据, 滑动变阻器用分压接法。

(3)由小灯泡的  $I-U$  图线可知, 当电压为 2.0 V 时, 通过小灯泡的电流约为 0.35 A, 故小灯泡的实际功率  $P = UI = 2.0 \times 0.35$  W = 0.70 W。

24. (12 分)【答案】2 s

【解析】物块与长木板之间的摩擦力

$$f_1 = \mu_1 (mg - F_2 \sin 37^\circ) \quad (2 \text{ 分})$$

长木板与地面之间的摩擦力

$$f_2 = \mu_2 (Mg + mg - F_2 \sin 37^\circ) \quad (2 \text{ 分})$$

对于物块  $F_2 \cos 37^\circ - f_1 = ma_1 \quad (2 \text{ 分})$

解得  $a_1 = 6$  m/s<sup>2</sup> (1 分)

对于木板  $F_1 - f_1 - f_2 = Ma_2 \quad (2 \text{ 分})$

解得  $a_2 = 1$  m/s<sup>2</sup> (1 分)

根据运动学公式

$$x = \frac{1}{2}a_1 t^2 + \frac{1}{2}a_2 t^2 \quad (1 \text{ 分})$$

解得  $t = 2$  s (1 分)

25. (20 分)【答案】(1)  $\frac{7mg(R+R_0)}{2B_0^2 L^2}$   $\frac{7mghR_0}{2(R+R_0)}$   $\frac{245m^3 g^2 (R+R_0) R_0}{8B_0^4 L^4}$   $\frac{BLh}{R+R_0}$  (2)  $\frac{(h_0+h)B_0}{h_0+h+v_0 t + \frac{7}{20}gt^2}$

【解析】(1)根据共点力平衡,  $T - mg \sin 30^\circ - F = 0$  (1 分)

其中:  $T = 4mg$  (1 分), 安培力  $F = B_0 IL = \frac{B_0^2 L^2 v}{R+R_0}$  (2 分)

解得  $v = \frac{7mg(R+R_0)}{2B_0^2 L^2}$  (1 分)

设电路中产生的总热量为  $Q$ , 根据能量守恒定律

$$4mgh - mgh \sin 30^\circ = \frac{1}{2} \cdot 4mv^2 + \frac{1}{2}mv^2 + Q \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } Q = \frac{7}{2}mgh - \frac{245m^3g^2(R+R_0)^2}{8B_0^4L^4} \quad (1 \text{ 分})$$

金属杆上产生的热量

$$Q_r = \frac{R_0}{R+R_0}Q = \frac{7mghR_0}{2(R+R_0)} - \frac{245m^3g^2(R+R_0)R_0}{8B_0^4L^4} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{电荷量 } q = \frac{\Delta\Phi}{R+R_0} \quad (1 \text{ 分})$$

$$q = \frac{BLh}{R+R_0} \quad (1 \text{ 分})$$

(2) 只有磁通量不变, 金属杆中才不产生电流

$$(h_0+h)LB_0 = (h_0+h+v_0t + \frac{1}{2}at^2)LB \quad (4 \text{ 分})$$

$$a = \frac{4mg - mg\sin 30^\circ}{4m+m} = \frac{7}{10}g \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } B = \frac{(h_0+h)B_0}{h_0+h+v_0t + \frac{7}{20}gt^2} \quad (2 \text{ 分})$$

$$33. (15 \text{ 分}) \text{【答案】}(1) \text{BDE} \quad (2) (\text{i}) \text{增加} \quad Q - (p_0S - mg)h \quad (\text{ii}) \frac{p_0HT_0}{(p_0 - \frac{mg}{S})(H+h)}$$

【解析】(1) 由热力学第二定律可知, 选项 A 错误; 做功和热传递在改变内能的效果上是等效的, 表明要使物体的内能发生变化, 既可以通过做功来实现, 也可以通过热传递来实现, 选项 B 正确; 当温度升高时, 分子平均速率增大, 如果体积也增大, 每秒撞击单位面积器壁的气体分子数不一定增多, 选项 C 错误; 温度越高, 分子热运动的平均动能越大, 分子的平均速率增大, 这是统计规律, 具体到少数个别分子, 其速率的变化不确定, 因此仍可能有分子的运动速率非常小, 选项 D 正确; 随着气泡的上升, 压强减小, 因为温度不变, 根据  $\frac{pV}{T} = C$ , 可知体积增大, 气泡对外做功; 根据  $\Delta E = W + Q$  可知温度不变, 所以  $\Delta E$  不变,  $W < 0$ , 所以  $Q > 0$ , 即气泡吸热, 选项 E 正确。

(2) (i) 加热过程中, 气体的压强不变, 体积增大, 则温度一定升高, 气体的内能增加。

加热过程中, 气体对外做功  $W = -(p_0S - mg)h$  (3 分)

气体内能变化量  $\Delta U = W + Q = Q - (p_0S - mg)h$  (2 分)

(ii) 初状态, 温度为  $T_0$ , 压强为  $p_0 - \frac{mg}{S}$ , 体积为  $(H+h)S$ ,

末状态温度为  $T$ , 压强为  $p_0$ , 体积为  $HS$ ,

根据理想气体状态方程

$$\frac{(p_0 - \frac{mg}{S})(H+h)S}{T_0} = \frac{p_0HS}{T} \quad (3 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } T = \frac{p_0HT_0}{(p_0 - \frac{mg}{S})(H+h)} \quad (2 \text{ 分})$$

$$34. (15 \text{ 分}) \text{【答案】}(1) \sqrt{2} \quad (3 \text{ 分}) \quad 30^\circ \quad (2 \text{ 分})$$

$$(2) v = 2(k + \frac{3}{4}) \text{ m/s}, (k=0, 1, 2, 3, \dots) \text{ 或 } v = 2(k + \frac{1}{4}) \text{ m/s}, (k=0, 1, 2, 3, \dots) \quad 0.5 \text{ m/s}$$

【解析】(1) 由几何关系可得, 全反射的临界角  $45^\circ$ , 所以玻璃折射率为  $n = \frac{1}{\sin C} = \sqrt{2}$ ; 根据  $n = \frac{\sin i}{\sin r}$  可得, 光线  $b$  在  $AC$  边上的折射角为  $30^\circ$ 。

(2) 由波形图可知, 波长  $\lambda = 4 \text{ m}$  (1 分)

如果这列波是向右传播的,  $P$ 、 $Q$  之间的相隔  $(k + \frac{3}{4})T = 2 \text{ s}, (k=0, 1, 2, 3, \dots)$  (2 分)

波速  $v = \frac{\lambda}{T}$  (1 分)

解得  $v = 2(k + \frac{3}{4}) \text{ m/s}, (k=0, 1, 2, 3 \dots)$  (1 分)

如果这列波是向左传播的,  $P, Q$  之间的相隔  $(k + \frac{1}{4})T = 2 \text{ s}, (k=0, 1, 2, 3 \dots)$  (2 分)

波速  $v = \frac{\lambda}{T}$  (1 分)

解得  $v = 2(k + \frac{1}{4}) \text{ m/s}, (k=0, 1, 2, 3 \dots)$  (1 分)

当这列波向左传播, 且  $k=0$  时, 波速最小, 最小值为  $v_{\min} = 0.5 \text{ m/s}$  (1 分)

35. (15 分) 【答案】(1)  ${}^4_2\text{He}$  (3 分) 质子 (2 分) (2) (i) 5 m/s (ii) 2.4 s

【解析】(1) 根据电荷数守恒和质量数守恒可得, 核反应方程为  ${}^4_2\text{He} + {}^{14}_7\text{N} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{H}$ ; 通过该实验, 科学家发现了质子。

(2) (i) 设两木板碰撞后的瞬间乙木板的速度大小为  $v'$ , 两木板碰撞的过程动量守恒, 根据动量守恒定律:  $m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v'$  (2 分)

解得  $v' = 5 \text{ m/s}$  (1 分)

(ii) 两木板碰撞后, 小物块滑上乙木板做匀减速运动, 两木板做加速运动, 最终三个物体的速度相同, 设最终的共同速度为  $v''$ , 根据动量守恒定律

$m v_1 + (m_1 + m_2) v' = (m + m_1 + m_2) v''$  (2 分)

解得  $v'' = 5.6 \text{ m/s}$  (1 分)

小物块在乙木板上做匀减速运动的加速度大小  $a = \mu g = 1 \text{ m/s}^2$  (2 分)

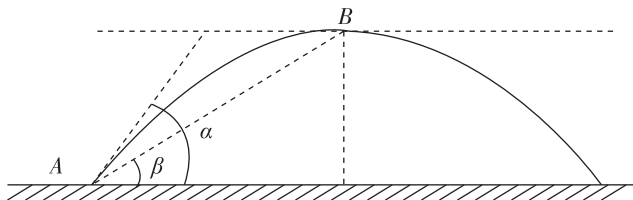
可得小物块与乙木板发生相对运动的时间为  $t = \frac{v_1 - v''}{a} = \frac{2.4}{1} \text{ s} = 2.4 \text{ s}$  (2 分)

## (二)

14. D 【解析】本题考查力学基础规律. 在  $0 \sim t_1$  时间内, 曲线  $b$  与坐标轴围成的面积小于直线  $a$  与坐标轴围成的面积, 故  $b$  车没有追上  $a$  车, 选项 A 错误;  $t_2$  时刻两车图象速度值均为正, 方向相同, 选项 B 错误;  $b$  车加速度先减小到零, 然后增大, 选项 C 错误; 在  $v-t$  图象中, 加速度为切线斜率, 由图可知选项 D 正确。

15. D 【解析】标有“4 V, 2 W”字样的灯泡正常发光, 灯泡通过的电流  $I = P/U = 0.5 \text{ A}$ , 原线圈中的电流为  $0.5 \text{ A}$ , 副线圈中的电流为  $1 \text{ A}$ , 因而原副线圈的匝数之比为  $2:1$ , 选项 A 错误;  $L_2$  灯泡正常发光, 灯泡  $L_2$  两端电压为  $4 \text{ V}$ , 选项 B 错误;  $L_3, L_4$  灯泡正常发光, 副线圈两端的电压为  $4 \text{ V}$ , 原副线圈的匝数之比为  $2:1$ , 原线圈端的电压为  $8 \text{ V}$ ,  $L_1, L_2$  灯泡正常发光, 两端电压均为  $4 \text{ V}$ , 交流电源两端电压为  $16 \text{ V}$ , 选项 C 错误;  $L_3, L_4$  灯泡正常发光, 功率均为  $2 \text{ W}$ , 交流电源的输出功率为  $8 \text{ W}$ , 选项 D 正确。

16. C 【解析】从起点  $A$  到最高点  $B$  可看做平抛运动的逆过程, 如图所示, 某考生做平抛运动位移方向与水平方向夹角的正切值为  $\tan \beta = \frac{1}{2}$ , 速度方向与水平方向夹角的正切值为  $\tan \alpha = 2 \tan \beta = 1$ , 只有选项 C 正确。



17. B 【解析】由于粒子在  $A$  点的动能比  $B$  点大, 只能说明粒子若是从  $A$  到  $B$  运动, 则电场力做负功, 若粒子从  $B$  到  $A$  运动, 则电场力做正功, 由此可知粒子在  $A$  点的电势能一定比  $B$  点小, 则选项 A 错误; 若电场线沿水平方向, 粒子从  $A$  运动到  $B$  时电场力做负功, 则电场力方向一定向左, 根据曲线运动条件可知, 粒子只可能沿轨迹 1 运动, 故选项 B 正确, 选项 C 错误; 如果电场方向向上, 同理可知, 则电场力方向一定向下, 与电场方向相反, 故粒子带负电, 则选项 D 错误。

18. D 【解析】由于两卫星的质量大小不能确定, 因此万有引力大小及动能的大小不能确定, 选项 A、B 错误; 由于乙卫星运动的周期比甲卫星运动的周期大, 因此当甲卫星运动一周再到图示位置时, 乙卫星还没有到达图示位置, 选项 C 错误; 乙卫星运动轨道半径比甲卫星运动轨道半径大, 乙卫星运动的周期大于甲的周期,

有可能在乙运动一周的过程中,甲运动了多周,因此甲、乙及地球可能共线多次,选项 D 正确。

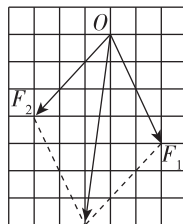
19. BCD 【解析】根据题意可知木板始终做匀加速运动,且  $t=0$  时滑块不受洛伦兹力作用,则对整体有: $F-\mu \cdot 2mg=2ma$ 由图象可知此时拉力为 2.8 N,代入可得: $a=2 \text{ m/s}^2$ ,根据题意可知,当滑块与木板恰好发生相对运动时: $\mu(mg-qvB)=ma$ ,解得: $v=6 \text{ m/s}$ ,由  $v=at$ ,可知选项 B 正确;此后滑块的速度继续增加,摩擦力继续减小,则加速度减小,当二者分离时有: $mg=qv'B$ ,解得  $v'=10 \text{ m/s}$ ,选项 C 正确,选项 A 错误;由于木板一直做匀加速运动,故滑块离开木板后,对木板有: $F'-\mu mg=ma$ ,解得  $F'=\mu mg+ma=1.4 \text{ N}$ ,选项 D 正确。

20. BD 【解析】由图象知在  $t=0$  时物体的速度为  $v_0=0$ ,故  $P_0=Fv_0=0$ ,在  $t=t_2$  时, $a=0$ , $F_2=0$ , $P_2=F_2v=0$ ,因此外力做功的功率变化情况应该是先变大后变小,选项 A 错误;由  $v-t$  图象可知, $0 \sim t_2$  时间内,滑块的加速度先增大后减小, $t_2$  时刻速度最大,加速度却等于 0,由牛顿第二定律可知,此时滑块所受合外力也等于 0,因地面光滑,水平力  $F$  就是合外力,故  $t_2$  时刻  $F$  等于 0,选项 B 正确;由动能定理可知, $F$  做功即合外力做的功,且等于物体动能的增加量,故  $t_2 \sim t_3$  时间内  $F$  做负功(物体动能减少), $t_1 \sim t_3$  时间内, $F$  先做正功( $t_1 \sim t_2$ )后做负功( $t_2 \sim t_3$ ),总功为 0,选项 C 错误,选项 D 正确。

21. AC 【解析】由右手定则可知圆心为电源的正极、圆环为负极,因此通过  $R_1$  的电流方向为自下而上,选项 A 正确;由题意可知,始终有长度为  $r$  的辐条在转动切割磁感线运动,因此电路电动势大小为  $\frac{1}{2}Br^2\omega$ ,选项 B 错误;由图可知在磁场内部的半根辐条相当于电源,磁场外部的半根辐条与  $R_1$  并联,因此理想电压表的示数为  $\frac{1}{6}Br^2\omega$ ,选项 C 正确;理想电流表的示数为  $\frac{Br^2\omega}{3R}$ ,选项 D 错误。

22. (6分)【答案】(1)C(2分) (2)如图(2分) 14.1(2分)

【解析】(1)因一个弹簧秤的拉力大小、方向不变,而橡皮筋伸长到  $O$  点,说明合力不变,一个分力方向不变,大小可以变化,由平行四边形定则可知另一个力方向和大小可以有多个值,故 ABD 错误,C 正确。(2)以  $F_1$ 、 $F_2$  为邻边,作出平行四边形,如图所示:对角线表示合力,则  $F=\sqrt{(7 \times 2)^2+2^2} \text{ N}=10\sqrt{2} \text{ N}=14.1 \text{ N}$ 。



23. (9分)【答案】(1)匀速直线(2分) (2)1.76 W(2分) 由功能关系可知,电动机的输出功率,即为提升重物做功的功率(2分) (3)C(3分)

【解析】(1)由纸带明显可知重锤做匀速直线运动。(4分)

(2)由题图可得:相邻两计数点间距离为 0.9 cm,设重锤上升的速度为  $v$ ,

$$\text{则有: } v = \frac{0.9 \times 10^{-2}}{0.02} \text{ m/s} = 0.45 \text{ m/s}, \text{ 则电动机的输出功率 } P = mgv,$$

代入数值可得: $P=1.76 \text{ W}$ 。

(3)A 方案中  $UI$  为输入功率,  $(UI-P)$  应包括线圈发热功率、电动机克服轮与轴间摩擦力的功率以及克服纸带摩擦力的功率,显然此方案粗略;B 方案用欧姆表测的内阻  $r$  的测量值很粗略,故求得的  $P_r$  也很粗略;C、D 方案都是用伏安法测定电动机线圈电阻的,但线圈的电阻较小,用 D 方案的电流表内接法,其系统误差很大,故 C 方案测量结果最精确,即选 C。

24. (12分)【答案】(1)32 m 0.05 (2)12.5 s

【解析】(1)根据  $v-t$  图象,滑块以初速度  $v_2=6 \text{ m/s}$  冲上传送带时,在  $t=8 \text{ s}$  时刻,到达 A 点,所以传动带的长度  $l=\frac{1}{2} \times (6+2) \times 8 \text{ m}=32 \text{ m}$ (2分)

根据图 a 或者 b,滑块加速度大小为  $a=\frac{\Delta v}{\Delta t}=0.5 \text{ m/s}^2$ (2分)

根据牛顿第二定律有  $a=\mu g$ (2分)

解得  $\mu=0.05$ (2分)

(2)滑块在  $0 \sim 6 \text{ s}$  和  $6 \text{ s} \sim t$  的位移大小相等,方向相反,

$$\frac{1}{2} \times 6 \times 3 \text{ m} = \frac{1}{2} (t-6+t-10) \times 2 \text{ m}(2分)$$

滑块返回 B 点的时间  $t=12.5 \text{ s}$ (2分)

25. (20分)【答案】(1)6 m/s (2)2 m/s

【解析】(1)若始终固定住物体  $B$ , 自由释放  $A$ , 当  $A$  的运动速度为  $v$  时,

$P$  切割磁感线产生的感应电动势  $E = BLv$  感应电流为  $I = \frac{BLv}{2r}$  (1 分)

则  $P$  棒受到的安培力为  $F = BIL = \frac{B^2 L^2 v}{2r}$  (2 分)

$A$  向下做加速运动,  $2mg - F_T = 2ma$  (2 分)

$P$  向左做加速度大小相同的加速运动  $F_T - \mu mg - \frac{B^2 L^2 v}{2r} = ma$  (2 分)

可得:  $2mg - \mu mg - \frac{B^2 L^2 v}{2r} = 3ma$  (2 分)

由于  $A$  和  $P$  速度增大,

所以  $A$  向下 ( $P$  向左) 做加速度减小的加速运动, 直至以最大速度做匀速运动

$2mg = \frac{B^2 L^2 v_m}{2r} + \mu mg$  (2 分)

得  $v_m = 6 \text{ m/s}$  (1 分)

(2) 要使  $B$  保持不下落,  $Q$  所受摩擦力的方向水平向左, 则:  $F' + f = mg$  (2 分)

静摩擦力最大时, 安培力有最小值  $F_{\min} = 4 \text{ N}$  (1 分)

由  $L = 2 \text{ m}$ ,  $F_{\min} = BIL = \frac{B^2 L^2 v_{\min}}{2r}$  (2 分)

得, 对应的最小速度  $v_{\min} = 2 \text{ m/s}$  (1 分)

即当  $A$  速度为  $2 \text{ m/s}$  时释放  $B$ ,  $B$  才不下落 (2 分)

33. (15 分) 【答案】(1) ACE (2) (i)  $41 \text{ cm}^3$  (ii)  $0.1 \text{ J}$

【解析】(1) 晶体在熔化过程中, 吸收热量, 内能增加, 温度不变, 选项 A 正确; 当分子间距离增大时, 分子间的引力和斥力都减小, 选项 B 错误; 液体表面层分子较稀疏, 分子间的引力大于斥力, 产生表面张力, 选项 C 正确; 根据热力学第一定律, 改变内能两种方式, 即做功和热传递, 吸收热量又对外做功, 内能就不一定增大了, 选项 D 错误; 布朗运动是悬浮在液体中的固体颗粒做的无规则运动, 而固体颗粒是由大量分子组成的, 所以布朗运动并不是分子的无规则运动, 是由于固体颗粒的运动受到周围液体分子撞击, 冲力不平衡造成的, 所以布朗运动是液体分子无规则运动的反映, 选项 E 正确。

(2) (i) 罐的容积  $V_1 = 45 \text{ cm}^3$ ,  $T_1 = 27 \text{ K} + 273 \text{ K} = 300 \text{ K}$  (1 分)

标准状况下  $T = 273 \text{ K}$ , 由  $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V}{T}$  (2 分)

解出  $V \approx 41 \text{ cm}^3$  (1 分)

(ii) 外界对这些空气做功  $W = p_0 \Delta V = p_0 (V_1 - V) = 0.4 \text{ J}$  (1 分)

热量  $Q = -0.5 \text{ J}$  (1 分)

由  $\Delta U = W + Q$  (1 分)

$\Delta U = 0.4 \text{ J} - 0.5 \text{ J} = -0.1 \text{ J}$  (1 分)

$\Delta U$  为负, 表示内能减少了  $0.1 \text{ J}$  (2 分)

34. (15 分) 【答案】(1) ABE (2) (i)  $\frac{\sqrt{6}}{2}$  (ii)  $15 \text{ cm}$

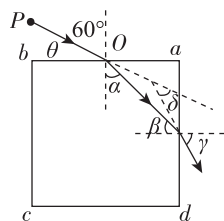
【解析】(1) 由图可知, 该波的波长是  $4 \text{ m}$ , 振幅是  $2 \text{ cm}$ , 选项 A 正确; 根据  $x = 1 \text{ m}$  处的质点正在向上运动, 可以判断波的传播方向沿  $x$  轴正方向, 选项 B 正确; 此时  $a$  质点向下运动,  $t = 5 \text{ s}$  时,  $a$  质点运动至负向位移最大处, 速度为零, 选项 C 错误;  $t = 15 \text{ s}$  时,  $b$  质点向下运动至平衡位置, 速度最大, 选项 D 错误;  $t = 4 \text{ s}$  时,  $a$  质点向下运动,  $b$  质点向上运动, 二者速度方向相反, 选项 E 正确。

(2) (i) 光路图如图所示, 由折射定律知, 光线在  $ab$  面上折射时

有  $n = \frac{\sin 60^\circ}{\sin \alpha} = \frac{\sqrt{6}}{2}$  (2 分)

(ii) 在  $ad$  面上出射时  $n = \frac{\sin \gamma}{\sin \beta}$  (2 分)

由几何知识得  $\alpha = \beta = 45^\circ$ ,  $\gamma = 60^\circ$  (1 分)





光在棱镜中通过的距离  $s = \frac{\sqrt{2}}{2}ab = \frac{c}{n}t$  (2 分)

设点光源  $P$  到  $O$  点的距离为  $L$ , 有  $L = ct$  (1 分)

解得:  $L = \frac{\sqrt{3}}{2}ab = 15 \text{ cm}$  (2 分)

35. (15 分)【答案】(1) ACD (2)  $\frac{1}{2}v_0$

【解析】(1) 合理应用放射性辐射可以造福人类, 如示踪原子、人工育种等, 并非都是有害的, 选项 A 正确; 元素的半衰期是由元素本身决定的与外部环境无关, 选项 B 错误; 放射性的废料仍然有放射性, 故对放射性的废料, 要装入特制的容器并埋入深地层进行处理, 选项 C 正确; 放射性物质会向各个方向放射射线, 故射线探伤仪中的放射源必须存放在特制容器里, 而不能随意放置, 选项 D 正确; 原子核发生  $\alpha$  或  $\beta$  衰变时常常伴随着  $\gamma$  光子的产生, 但同一原子核不会在一次衰变中同时发生  $\alpha$  衰变和  $\beta$  衰变, E 错误。

(2) 设子弹能穿过木块, 穿过木块后子弹的速度为  $v_1$ , 木块的速度为  $v_2$ , 则根据动量守恒定律, 可得:

$$mv_0 = mv_1 + 2mv_2 \quad (1) \text{ (2 分)}$$

根据能量守恒定律, 可得:

$$\frac{5mv_0^2}{16L} = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2} \times 2mv_2^2 \quad (2) \text{ (2 分)}$$

由①②式, 解得  $v_1 = \frac{v_0}{2}$  或  $v_1 = \frac{v_0}{6}$  (舍) (2 分)

将  $v_1 = \frac{v_0}{2}$  代入①式, 得  $v_2 = \frac{1}{4}v_0 < v_1$  (2 分)

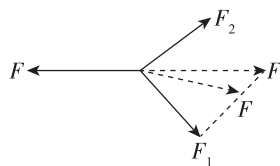
所以假设成立。

即子弹能穿过木块, 穿过木块后的速度为  $\frac{1}{2}v_0$  (2 分)

### (三)

14. A 【解析】要使静电计的指针张开角度增大些, 必须使静电计金属球和外壳之间的电势差增大, 断开开关 S 后, 将  $M$ 、 $N$  分开些, 电容器的带电荷量不变, 电容减小, 电势差增大, 选项 A 正确; 保持开关 S 闭合, 将  $M$ 、 $N$  两极板分开或靠近些, 静电计金属球和外壳之间的电势差不变, 选项 B、C 均错误; 保持开关 S 闭合, 将滑动变阻器滑动触头向右或向左移动, 静电计金属球和外壳之间的电势差不变, 选项 D 错误。

15. B 【解析】要保持  $B$  点的位置不变, 因此  $BD$  向上转动的角度最多为  $45^\circ$ , 由于  $B$  点的位置不变, 因此弹簧的弹力不变, 即  $F_1$  不变, 由图解可知,  $AB$  绳  $F_2$  的拉力在减小,  $BD$  绳的拉力  $F$  也在减小, 选项 B 正确。



16. B 【解析】设连接  $A$  球的绳长为  $L$ , 以速度  $v_A$  水平抛出,  $x = v_A t$ ,  $y = \frac{1}{2}gt^2$ ,  $x^2 + y^2$

$$= L^2, \text{ 得 } v_A = \frac{\sqrt{L^2 - (\frac{1}{2}gt^2)^2}}{t}, \text{ 同理得 } v_B = \frac{\sqrt{(2L)^2 - [\frac{1}{2}g(\sqrt{2}t)^2]^2}}{\sqrt{2}t}, \text{ 因此有 } \frac{v_A}{v_B} = k = \frac{1}{\sqrt{2}}, \text{ 选项 B 正确。}$$

17. D 【解析】卫星  $M$  在未知天体表面运行时, 其轨道半径近似等于未知天体的半径, 由开普勒第三定律可知, 轨道半径越小, 环绕周期也越小, 则选项 A 错误; 卫星  $M$  可以在过地心的任何平面内绕未知天体的球心做圆周运动, 卫星  $M$  不一定在赤道平面内, 选项 B 错误; 由于卫星  $M$  的质量与其他卫星的质量关系未知, 因此无法确定万有引力大小关系, 选项 C 错误; 由于  $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ , 可知卫星  $M$  的半径最小, 线速度最大, 选项 D 正确。

18. A 【解析】 $t = \frac{1}{600} \text{ s}$  时,  $u = 36\sqrt{2} \sin(100\pi \times \frac{1}{600}) \text{ V} = 18\sqrt{2} \text{ V}$ , 选项 A 正确; 电压表测量的是有效值, 输入电压的峰值为  $36\sqrt{2} \text{ V}$ , 有效值为  $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = 36 \text{ V}$ , 选项 B 错误; 由  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$  得  $U_2 = \frac{U_1 n_2}{n_1} = 9 \text{ V}$ , 由  $I = \frac{U}{R} = 1 \text{ A}$ , 经

二极管单向导电成半波电流,则其有效值为  $I^2 R \frac{T}{2} + 0 = I'^2 R T$ ,故电流表的示数为  $I' = \frac{\sqrt{2}}{2} A$ ,选项 C 错误;

变压器的输入功率等于输出功率,  $P_1 = P_2 = U_2 I' = 9 \times \frac{\sqrt{2}}{2} W = \frac{9}{2} \sqrt{2} W$ ,选项 D 错误。

19. BD 【解析】球运动到最高点时速度最小,这时  $(M+m)g = m \frac{v_1^2}{L}$ ,  $v_1 = \sqrt{\frac{(M+m)gL}{m}}$ ,选项 A 错误;当球运动

到最低点时绳的拉力最大,  $F - mg = m \frac{v_2^2}{L}$ ,  $\frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 = 2mgL$ ,解得绳的最大拉力为  $F = 6mg + Mg$ ,选

项 B 正确;最大角速度  $\omega = \frac{v_2}{L} = \sqrt{\frac{(M+m)g}{mL} + \frac{4g}{L}}$ ,选项 C 错误;当绳处于水平时,  $f = m \frac{v_3^2}{L}$ ,  $\frac{1}{2} m v_3^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 = mgL$ ,  $f = Mg + 3mg$ ,选项 D 正确。

20. ABD 【解析】四个电荷在 O 点产生的场强进行矢量合成可知 O 点合场强为  $18\sqrt{2} V/m$ ,故选项 A 错误;将点(10,0)、点(-10,0)处电荷看作一组等量异种电荷,将点(0,10)、点(0,-10)处电荷看作另一组等量异种电荷,根据等量异种电荷的分布特点,可知 O 点电势为零,且点(-5,5)、点(5,-5)以及原点均处于零等势面上,移动电荷不做功,选项 B 错误;将点(10,0)、点(0,10)处电荷看作一组等量同种电荷,把点(-10,0)、点(0,-10)处电荷看作另一组等量同种电荷,则将一个正电荷从点(5,5)移动到点(-5,-5)电场力做正功,点(5,5)和点(-5,-5)场强等大同向,故选项 C 正确,D 错误。

21. CD 【解析】由右手定则可知,电阻 R 中的感应电流方向由 P 到 M,选项 A 错误;重物刚下落时加速度最大,由牛顿第二定律有  $2ma_m = mg$ ,最大加速度  $a_m = \frac{g}{2}$ ,选项 B 错误;对导体棒与重物 m,当所受的安培力与重物 m 的重力平衡时,达到最大速度,即  $\frac{B^2 L^2 v_m}{2R} = mg$ ,所以  $v_m = \frac{2mgR}{B^2 L^2}$ ,选项 C 正确;由法拉第电磁感应定律可知  $E = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t}$ ,又  $\bar{I} = \frac{E}{2R}$ ,  $q = \bar{I} \Delta t$ ,则通过电阻 R 的电荷量为  $q = \frac{\Delta \varphi}{2R} = \frac{BLh}{2R}$ ,选项 D 正确。

22. (6分)【答案】(1)A(3分) (2)  $mgL = \frac{1}{2}(m+M)(\frac{d}{t_1})^2 - \frac{1}{2}(m+M)(\frac{d}{t_2})^2$  (3分)

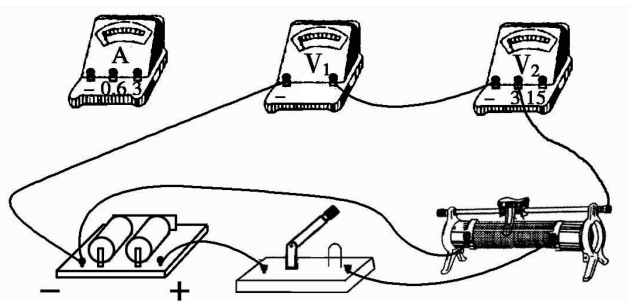
【解析】(1)不挂钩码和细线,接通气源,滑块从轨道右端向左运动的过程中,发现滑块通过光电门 1 的时间小于通过光电门 2 的时间,说明滑块做加速运动,也就是左端低,右端高,所以能够达到实验调整目标的是调节 A 使轨道左端升高一些,调节 B 使轨道右端降低一些,选项 A 正确;

(2)实验时,测出光电门 1、2 间的距离 L,遮光条的宽度 d,滑块和遮光条的总质量 M,钩码质量 m。由数字计时器读出遮光条通过光电门 1、2 的时间  $t_1$ 、 $t_2$ ,滑块经过光电门的平均速度可近似认为是滑块经过光电门时的瞬时速度。钩码的重力势能减少了  $mgL$ ,系统动能增加了  $\frac{1}{2}(m+M)(\frac{d}{t_1})^2 - \frac{1}{2}(m+M)(\frac{d}{t_2})^2$ ,则系统机械能守恒成立的表达式是  $mgL = \frac{1}{2}(m+M)(\frac{d}{t_1})^2 - \frac{1}{2}(m+M)(\frac{d}{t_2})^2$ 。

23. (9分)【答案】(1)乙(2分) (2)见解析图(3分) (3)  $\frac{Nr_1}{N_1 r_2} U_2$  (3分) N 为  $V_1$  的总格数,  $N_1$  为  $V_1$  的读出格数,  $U_2$  为  $V_2$  的读数,  $r_1$  为  $V_1$  的内阻,  $r_2$  为  $V_2$  的内阻(1分)

【解析】(1)由于待测电压表的满偏电流与标准电压表的满偏电流接近,大约是 0.1 mA,所以可将两电压表串联使用,由于滑动变阻器的全电阻远小于电压表内阻,所以滑动变阻器应用分压式接法,所以选择乙电路图进行测量;

(2)根据图乙所示电路图连接实物电路图,实物电路图如图所示;





(3)待测电压表  $V_1$  的指针偏转格数为  $N_1$ , 每格表示电压值为  $\Delta U$ ,

由欧姆定律可得:  $\frac{N_1 \Delta U}{r_1} = \frac{U_2}{r_2}$

所以电压表  $V_1$  的量程为  $U_m = N \cdot \Delta U$

联立解得  $U_m = \frac{Nr_1}{N_1 r_2} U_2$

其中  $r_1 = 150 \text{ k}\Omega$ ,  $r_2 = 30 \text{ k}\Omega$ ,  $U_2$  为某次测量时标准电压表  $V_2$  的读数,  $N_1$  为某次测量时待测电压表  $V_1$  的指针偏转格数,  $N$  为待测电压表  $V_1$  的总格数。

24. (13 分)【答案】(1)  $\frac{mv_0^2}{2qL}$  (2)  $\frac{mv_0}{qL}$

【解析】(1)设带电粒子到达 A 孔速度为  $v$ , 由平抛运动规律可知带电粒子到达 A 孔速度  $v$  的反向延长线平分其竖直方向的位移,  $v$  与竖直方向的夹角为  $\theta = 45^\circ$ , 可得

$$v = \sqrt{2} v_0 \quad (2 \text{ 分})$$

由动能定理可得

$$EqL = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 \quad (3 \text{ 分})$$

$$\text{可得 } E = \frac{mv_0^2}{2qL} \quad (1 \text{ 分})$$

(2)设带电粒子在磁场中做匀速圆周运动的半径为  $r$ , 由几何关系可得

$$r = \sqrt{2}L \quad (2 \text{ 分})$$

由牛顿第二定律可得

$$qvB = \frac{mv^2}{r} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{得 } r = \frac{mv}{qB} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{可得 } B = \frac{mv_0}{qL} \quad (1 \text{ 分})$$

25. (19 分)【答案】(1) 0.2 s 0.2 m (2) 3.2 m 4 m/s (3) 3.2 J

【解析】(1)由题可知  $\mu < \tan 37^\circ$ , 物块与传送带速度相同后仍然要加速运动。物块与传送带速度相同前, 由牛顿第二定律有  $mg(\sin \theta + \mu \cos \theta) = ma_1$  得  $a_1 = 10 \text{ m/s}^2$  (2 分)

$$v = a_1 t_1 \quad (1 \text{ 分})$$

$$x_1 = \frac{1}{2}a_1 t_1^2 \quad (1 \text{ 分})$$

解得: 物块运动的时间  $t_1 = 0.2 \text{ s}$  (1 分)

物块位移的大小  $x_1 = 0.2 \text{ m}$  (1 分)

(2)物块与传送带速度相同后, 由牛顿第二定律  $mg(\sin \theta - \mu \cos \theta) = ma_2$  得  $a_2 = 2 \text{ m/s}^2$  (2 分)

$$v_2 = v + a_2 t_2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$x_2 = vt_2 + \frac{1}{2}a_2 t_2^2 \quad (1 \text{ 分})$$

而  $t_1 + t_2 = 1.2 \text{ s}$ , 解得  $v_2 = 4 \text{ m/s}$ ,  $x_2 = 3 \text{ m}$  (1 分)

物块到达传送带 B 处速度的大小 4 m/s, 传送带的长度  $L = x_1 + x_2 = 3.2 \text{ m}$  (2 分)

(3)在  $0 \sim 0.2 \text{ s}$  时间内, 传送带的位移为  $x_1' = vt_1 = 0.4 \text{ m}$  (1 分)

在  $0.2 \text{ s} \sim 1.2 \text{ s}$  这段时间内传送带的位移为  $x_2' = vt_2 = 2 \text{ m}$  (1 分)

摩擦产生的热量为  $Q = |f \Delta x| = |\mu mg \cos \theta (x_1' - x_1 + x_2' - x_2)|$  (2 分)

解得  $Q = 3.2 \text{ J}$  (2 分)

33. (15 分)【答案】(1) BCE (2) (i) 15 cm (ii) 373 K

【解析】(1)根据分子力与分子间距图象和分子势能与分子间距图象知选项 A 错误; 自然界发生的一切过程能量都是守恒的, 但符合能量守恒定律的宏观过程不一定能自发进行, 还必须符合热力学第二定律, 选项 D

错误,其它选项正确。

(2)(i)设气缸悬吊前后被封闭气体的压强分别为  $p_1$  和  $p_2$ ,气柱的长度分别为  $L_1$  和  $L_2$ 。

开始时对活塞分析可知  $p_1 = p_0 + \frac{mg}{S} = 1.2 \times 10^5 \text{ Pa}$  (1分)

悬吊后对活塞分析可知  $p_2 = p_0 - \frac{mg}{S} = 0.8 \times 10^5 \text{ Pa}$  (1分)

悬吊前后由玻意耳定律可得:  $p_1 L_1 S = p_2 L_2 S$  (2分)

解得  $L_2 = \frac{p_1 L_1}{p_2} = 15 \text{ cm}$  (1分)

(ii)设悬吊后环境温度变化前后,封闭的气柱温度分别为  $T_2$  和  $T_3$ ,环境温度升高后气柱长度为  $L_3$ 。

$T_2 = T_1 = (273 + 7) \text{ K} = 280 \text{ K}$ ,  $L_2 = 15 \text{ cm}$ ,  $L_3 = 20 \text{ cm}$  (2分)

升温过程为等压变化,由盖吕萨克定律可得  $\frac{L_2 S}{T_2} = \frac{L_3 S}{T_3}$  (2分)

所以  $T_3 = \frac{L_3}{L_2} T_2 = 373 \text{ K}$  (1分)

34. (15分)【答案】(1)ACD (2)R

【解析】(1)图甲是弹簧振子自由振动的图线,由图读出的周期为其振动的固有周期,即 4 s,选项 A 正确,B 错误;图乙是弹簧振子在驱动力作用下的振动图线,做受迫振动的物体,弹簧振子的振动周期等于驱动力的周期,即 8 s,选项 C 正确;当固有周期与驱动力的周期相同时,其振幅最大,驱动力的周期越接近固有周期,弹簧振子振动振幅越大,则选项 D 正确,E 错误。

(2)因为  $\overline{OO'} = R$ ,  $\overline{OA} = \frac{R}{2}$ , 所以  $\angle AO'O = 30^\circ$ ,  $\angle OO'B = 60^\circ$  (2分)

设红光折射后的折射角为  $\beta$ ,由折射定律得:  $\frac{\sin \beta}{\sin 30^\circ} = \sqrt{2}$ , 所以  $\beta = 45^\circ$ ,  $\angle BO'D = 75^\circ$  (2分)

设蓝光折射后的折射角为  $\alpha$ ,由折射定律得:  $\frac{\sin \alpha}{\cos 30^\circ} = \sqrt{3}$ , 所以  $\alpha = 60^\circ$ ,  $\angle BO'C = 60^\circ$  (2分)

由几何知识可知:  $\tan \angle BO'C = \frac{\overline{BC}}{\overline{O'B}}$ , 代入数据可得:  $\overline{BC} = \frac{\sqrt{3}}{2} R$  (1分)

$\tan \angle BO'D = \frac{\overline{BD}}{\overline{O'B}}$ , 代入数据可得:  $\overline{BD} = \frac{2 + \sqrt{3}}{2} R$  (2分)

所以两个光电之间的距离为  $\overline{CD} = \overline{BD} - \overline{BC} = \frac{2 + \sqrt{3}}{2} R - \frac{\sqrt{3}}{2} R = R$  (1分)

35. (15分)【答案】(1)48.36(2分) 45.02(3分) (2)(i)  $\frac{1}{3}mv_0^2$  (ii)  $\frac{2n+1}{2(3n+1)}mv_0^2$

【解析】(1)由题意可知:所需的最小能量等于核外电子由基态跃迁到  $n=3$  激发态时的能量,

$E_{\min} = E(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}) = 48.36 \text{ eV}$ ,

逸出光电子的最大初动能为:  $E_k = h\nu - W_{\text{逸}} = 48.36 \text{ eV} - 3.34 \text{ eV} = 45.02 \text{ eV}$ 。

(2)(i)在不计弹簧质量的情况下,

由动量守恒  $mv_0 = 3mv$  (2分)

由能量守恒  $E_P = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}3mv^2$  (1分)

联立解得  $E_P = \frac{1}{3}mv_0^2$  (2分)

(ii)考虑弹簧质量,

$mv_0 = (3m + \frac{m}{n})v'$  (2分)

$E_P' = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}(3m + \frac{m}{n})v'^2$  (1分)

解得  $E_P' = \frac{2n+1}{2(3n+1)}mv_0^2$  (2分)

## (四)

14. C 【解析】前  $t$  时间中间时刻的速度为  $v_1 = \frac{x}{t}$ , 由这个中间时刻运动到  $B$  点, 时间为  $\frac{1}{2}t + \frac{1}{3}t = \frac{5}{6}t$ , 则质点

$$\text{运动的加速度为 } a = \frac{v - v_1}{\frac{5}{6}t} = \frac{v - \frac{x}{t}}{\frac{5}{6}t} = \frac{6(vt - x)}{5t^2}, \text{C 项正确。}$$

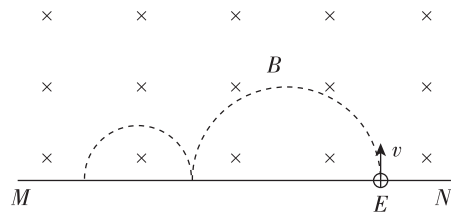
15. B 【解析】对  $A$  研究, 根据力的平衡可知, 由于  $\angle O_1 = 120^\circ$ ,  $B$ 、 $C$  对  $A$  的支持力均等于  $mg$ ,  $A$  项错误; 整体研究可知,  $B$ 、 $C$  圆木对地面的压力为  $\frac{3}{2}mg$ ,  $B$  项正确; 对  $B$  研究, 地面对  $B$  的作用力等于地面对  $B$  的支持力与

$$\text{地面对 } B \text{ 摩擦力的合力, 大于 } \frac{3}{2}mg, \text{C 项错误; 地面对 } B \text{ 的摩擦力等于 } mg \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}mg, \text{ 即 } \mu \cdot \frac{3}{2}mg = \frac{\sqrt{3}}{2}mg, \text{ 得 } \mu = \frac{\sqrt{3}}{3}, \text{D 项错误。}$$

16. A 【解析】作出小球做平抛运动刚好不打在板上的运动轨迹(与板相切), 将小球的运动沿平行于板和垂直于板的方向分解, 则小球沿垂直于板方向做类上抛运动, 初速度为  $v_0 \cos \theta$ , 加速度大小为  $g \sin \theta$ ,  $C$  点到板的距离为  $h \sin \theta$ , 由运动学公式可知  $(v_0 \cos \theta)^2 = 2g \sin \theta \cdot h \sin \theta$ , 求得  $v_0 = \sqrt{2gh} \tan \theta$ , 因此  $A$  项正确。

17. C 【解析】由图象可知磁通量的最大值为  $0.1 \text{ Wb}$ , 交流电的周期  $T = 2 \text{ s}$ , 故线圈转动的角速度  $\omega = \frac{2\pi}{T} = \pi \text{ rad/s}$ , 由  $E_m = nBS\omega = 2\pi \text{ V}$ , 选项  $B$  正确; 磁通量随时间按照正弦规律变化, 则感应电动势随时间按照余弦规律变化, 由  $e = 2\pi \cos \pi t \text{ V}$ , 将  $t = \frac{1}{3} \text{ s}$  代入瞬时值表达式得感应电动势的瞬时值为  $\pi \text{ V}$ , 选项  $A$  正确;  $10 \text{ s}$  线圈转了  $5$  圈, 每圈电流方向变化  $2$  次, 故共变了  $10$  次, 选项  $C$  错误; 在任意  $10 \text{ s}$  时间内, 人对线圈做的功等于电路中产生的电能, 故  $W = Q = \left(\frac{E_m}{\sqrt{2}R}\right)^2 R t = 10\pi^2 = 98.6 \text{ J}$ , 选项  $D$  正确。

18. B 【解析】根据左手定则可得带电粒子在磁场中运动的轨迹如图所示, 带电粒子在磁场中运动的周期  $T = \frac{2\pi m}{qB}$ , 带电粒子与板碰撞后, 周期不变, 因此带电粒子从出发到第二次与挡板碰撞刚好经历了一个周期, 带电粒子在磁场中运动的半径公式  $r = \frac{mv}{qB}$ , 碰撞后半径变为原来的一半, 因此粒子第二次与板碰撞时距出发点的距离为  $\frac{3mv}{qB}$ ,  $B$  项正确。



19. AB 【解析】 $F$  刚作用于  $AB$  时,  $AB$  的速度为零, 因此感应电动势为零, 因此  $CD$  受到的安培力为零, 加速度为零,  $AB$  受到的安培力也为零,  $A$ 、 $B$  项正确; 当  $AB$  向右运动时,  $CD$  受到的安培力向右, 因此  $CD$  也会向右运动,  $C$  项错误;  $AB$  受到安培力与  $CD$  受到的安培力大小相等, 但方向相反,  $D$  项错误。

20. BD 【解析】由  $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$  得  $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ , 因此线速度之比为  $\frac{v_a}{v_b} = \frac{1}{\sqrt{p}}$ ,  $A$  项错误; 角速度  $\omega = \frac{v}{r} = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$ , 因此角速度之比为  $\frac{\omega_a}{\omega_b} = \frac{1}{p\sqrt{p}}$ ,  $B$  项正确; 向心加速度  $a = \frac{GM}{r^2}$ , 因此  $\frac{a_a}{a_b} = \frac{1}{p^2}$ ,  $C$  项错误; 向心力  $F = ma$ , 因此  $\frac{F_a}{F_b} = \frac{q}{p^2}$ ,  $D$  项正确。

21. ABD 【解析】由于  $E = \frac{\Delta \varphi}{\Delta x}$ , 由图可知, 图象的斜率为电场强度, 因此  $A$  项正确; 从  $O$  到  $x_2$  之间, 电场强度先增大后减小, 因此  $x_1$  附近的电场线分布先变密后变疏,  $B$  项正确; 一正的点电荷从  $O$  点由静止释放, 若点电荷仅受电场力作用, 则点电荷受到的电场力一直向右, 且电场力先增大后减小, 因此点电荷做加速度先增大后减小的加速运动,  $C$  项错误,  $D$  项正确。

22. (6 分) 【答案】(1) 小球的质量  $m$ , 及直径  $D$  (2 分) (2)  $E_p = \frac{mD^2}{2t^2}$  (2 分) (3) 无 (1 分) 无 (1 分)

【解析】(1)根据机械能守恒,弹簧的弹性势能等于小球获得的动能,即  $E_p = \frac{1}{2}mv^2$ ,要得到小球被弹射出去时的初速度,必须知道小球的质量  $m$ ,及直径  $D$ 。

(2)弹簧弹性势能的表达式:  $E_p = \frac{1}{2}m(\frac{D}{t})^2 = \frac{mD^2}{2t^2}$ 。

(3)由于不计空气阻力且小球在水平方向做匀速直线运动,因此小球的直径大小对实验结果没有影响,由于小球通过光电门的时间就是水平匀速运动的时间,因此光电门离弹射器距离的远近对实验结果没有影响。

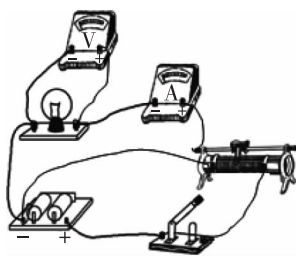
23. (9分)【答案】(1)B(1分) E(1分) (2)见解析(2分) 左(1分) (3)小灯泡的电阻随温度的升高而增大;通过小灯泡的电流与电压的变化关系是非线性关系;小灯泡的功率随电压的增大而增大(答对任一条都给分)(2分) (4)D(2分)

【解析】(1)根据小灯泡铭牌可得小灯泡的额定电流为 0.5 A,所以电流表选择 B,为了操作方便,应选取和小灯泡电阻相差不大的,故滑动变阻器选择 E。

(2)因为电流表的内阻和小灯泡的电阻相接近,所以采用电流表的外接法,要求电压从零开始,所以采用滑动变阻器的分压接法,如图所示。在最左端时,滑动变阻器的电阻为零,小灯泡两端的电压为零,安全。

(3)小灯泡的电阻随温度的升高而增大;通过小灯泡的电流与电压的变化关系是非线性关系;小灯泡的功率随电压的增大而增大。

(4)因为小灯泡的电阻在增大,所以根据公式  $P = I^2 R$  可得图象应是一条向上弯曲的曲线,所以 D 项正确。



24. (12分)【答案】(1)0.9 m (2)  $(\sqrt{\frac{47}{54}} + \sqrt{\frac{27}{94}})$  s

【解析】(1)物块从 A 到 C 根据动能定理有:

$$mgh - \mu mg \cos \theta \cdot \frac{h}{\sin \theta} - [\mu(mg + F \sin \theta) + F \cos \theta]x = 0 \quad (2 \text{ 分})$$

解得 BC 间的距离  $x = 0.9 \text{ m}$  (1分)

(2)物块从 A 运动到 B,

$$mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta = ma_1 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\frac{h}{\sin \theta} = \frac{1}{2}a_1 t_1^2 \quad (1 \text{ 分})$$

解得  $a_1 = 3.6 \text{ m/s}^2$  (1分)

$$t_1 = \sqrt{\frac{47}{54}} \text{ s} \quad (1 \text{ 分})$$

物块从 B 运动到 C,

$$\mu(F \sin \theta + mg) + F \cos \theta = ma_2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } a_2 = \frac{94}{15} \text{ m/s}^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$x = \frac{1}{2}a_2 t_2^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2x}{a_2}} = \sqrt{\frac{27}{94}} \text{ s} \quad (1 \text{ 分})$$

因此运动的总时间为  $t = t_1 + t_2 = (\sqrt{\frac{47}{54}} + \sqrt{\frac{27}{94}}) \text{ s}$  (1分)

25. (20分)【答案】(1)2.5 T (2)2 C (3)  $\frac{8}{9}(5t + 0.2)$

【解析】(1)由  $v-t$  图象可知金属棒匀速运动时  $v = 2 \text{ m/s}$  (1分)

根据受力平衡有  $Mg = F_{\text{安}}$  (2分)

$$E = BLv \quad (1 \text{ 分})$$

$$I = \frac{E}{r + R} \quad (1 \text{ 分})$$

$$F_{安} = BIL \text{ (1 分)}$$

$$\text{求得 } B = 2.5 \text{ T (2 分)}$$

$$(2) \text{ 由法拉第电磁感应定律 } \bar{E} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \text{ (1 分)}$$

$$\Delta\Phi = BLx \text{ (1 分)}$$

$$q = \bar{I} \cdot \Delta t \text{ (1 分)}$$

$$\bar{I} = \frac{\bar{E}}{R+r} \text{ (1 分)}$$

$$q = \frac{BLx}{R+r} = 2 \text{ C (2 分)}$$

(3) 要使运动 1.5 s 通过电阻  $R$  的电荷量与(2)问中的电荷量相同,

$$\text{由 } q = \frac{BLx}{R+r} \text{ 可知, 金属棒在 1.5 s 内运动的位移也为 2 m (1 分)}$$

$$\text{由 } x = \frac{1}{2}at^2 \text{ 求得 } a = \frac{16}{9} \text{ m/s}^2 \text{ (1 分)}$$

$$\text{由牛顿第二定律 } F - \frac{B^2L^2v}{R+r} = ma \text{ (1 分)}$$

$$v = at \text{ (1 分)}$$

$$\text{则 } F = \frac{8}{9}(5t + 0.2) \text{ (2 分)}$$

33. (15 分)【答案】(1) BDE (2) (i) 120 cmHg (ii) 333.3 K

【解析】(1) 温度是分子平均动能的标志, 所以分子的平均动能不可能为零, 选项 A 错误; 液体表面具有收缩的趋势, 即液体表面表现为张力, 是液体表面分子间距离大于液体内部分子间的距离, 液面分子间表现为引力, 故 B 正确; 根据热力学第一定律, 一定量理想气体发生绝热膨胀时, 其内能减小, 选项 C 错误; 导热性能各向同性的固体, 可能是多晶体或非晶体, 所以 D 项正确; 随着分子间距增大, 分子间引力和斥力均减小, 分子势能不一定减小, 要看分子间距是否接近平衡距离, 所以 E 项正确。

(2) (i) 初始时, A 内气体的压强为 90 cmHg, 气体的体积为  $80 \text{ cm}^3$

B 中温度升高后, 左管水银面下降 20 cm, 右管水银面上升 20 cm, 则 A 管内气体的体积为  $60 \text{ cm}^3$ , B 管内气体的体积为  $100 \text{ cm}^3$  (1 分)

对 A 管内气体由等温变化规律得  $p_1V_1 = p_2V_2$  (2 分)

解得 A 管内气体的压强  $p_2 = 120 \text{ cmHg}$  (2 分)

(ii) 对 B 内气体, 由(i)知升温后 B 内气体的压强为 80 cmHg, 根据理想气体状态方程  $\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$  (2 分)

$$\text{得 } \frac{90 \times 80}{300} = \frac{80 \times 100}{T}$$

解得  $T = 333.3 \text{ K}$  (3 分)

34. (15 分)【答案】(1) BDE (2) (i)  $\frac{\sqrt{15}}{2}$  (ii)  $\frac{5\sqrt{3}L}{4c}$

【解析】(1) 如果质点所受的力与它偏离平衡位置的位移大小成正比, 且总是指向平衡位置, 质点的运动才是简谐运动, 选项 A 错误; 受迫振动的周期由周期性外力的频率决定, 与单摆的摆长无关, 故 B 正确; 当波长比障碍物的尺寸大或相差不多能产生明显衍射现象, 故 C 错误; 当波源与观察者相对静止时观察者接收到的频率等于波源振动的频率, 当波源与观察者相向运动(相互靠近)时观察者接收到的频率大于波源振动的频率, 当波源与观察者背向运动(相互远离)时观察者接收到的频率小于波源振动的频率, 故 D 正确; 向人体内发射频率已知的超声波被血管中的血流反射后又被仪器接收, 测出反射波的频率编号就能知道血流的速度, 这是多普勒效应的应用, 称为“彩超”, 选项 E 正确。

(2) (i) 由几何关系知, 光线的入射角为  $60^\circ$ , 设折射角为  $r$ ,

$$\text{则由几何关系可知, } \sin r = \frac{\frac{L}{2}}{\sqrt{(\frac{L}{2})^2 + L^2}} = \frac{\sqrt{5}}{5} \text{ (2 分)}$$

$$\text{则折射率 } n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{\sqrt{5}}{5}} = \frac{\sqrt{15}}{2} \text{ (3 分)}$$

$$\text{(ii) 从 } D \text{ 到 } C \text{ 的距离 } s = \sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 + L^2} = \frac{\sqrt{5}}{2}L \text{ (2 分)}$$

$$\text{因此从 } D \text{ 到 } C \text{ 的时间 } t = \frac{s}{v} = \frac{ns}{c} = \frac{5\sqrt{3}L}{4c} \text{ (3 分)}$$

$$35. \text{ (15 分) 【答案】(1) ABE (2) (i) } \sqrt{\frac{1}{4}v_0^2 - \frac{5}{2}\mu gL} \quad \text{(ii) } \frac{1}{8}mv_0^2 - \frac{5}{4}\mu mgL$$

【解析】(1) 氢原子在第 5 能级上可发出的光谱线条数为  $\frac{n(n-1)}{2} = 10$  种, A 项正确; 设发生  $n$  次  $\alpha$  衰变,  $m$  次  $\beta$  衰变, 则有  $234 = 222 + 4n$ ,  $90 = 86 + 2n - m$ , 解得  $n = 3$ ,  $m = 2$ , B 项正确; 氢原子的核外电子由较高能级跃迁到较低能级时, 要释放一定频率的光子, 总能量减小, 电子运行的半径减小, 电子运行时库仑力提供向心力, 由  $\frac{ke^2}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$  得动能  $E_k = \frac{ke^2}{2r}$ , 半径减小, 动能增加, 故电势能减小, C 项错误;  $\beta$  衰变所释放的电子是原子核内一个质子转化成一个中子放出一个电子, D 项错误; 根据光电效应方程  $E_{km} = h\nu - W_0$ , 知 E 项正确。

(2) (i) 根据动能定理, A 与 B 相碰前的速度  $v_1$  满足:

$$-\mu mgL = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 \text{ (1 分)}$$

设碰撞后一瞬间 A、B 共同速度为  $v_2$ , 则

$$mv_1 = 2mv_2 \text{ (1 分)}$$

设一起滑离 F 点时速度为  $v_3$ , 则

$$-2\mu mgL = \frac{1}{2} \times 2mv_3^2 - \frac{1}{2} \times 2mv_2^2 \text{ (2 分)}$$

$$\text{求得 } v_3 = \sqrt{\frac{1}{4}v_0^2 - \frac{5}{2}\mu gL} \text{ (1 分)}$$

(ii) A、B 整体通过弹簧与 C 作用, 有共同速度  $v_4$  时弹簧有最大弹性势能。

$$2mv_3 = 4mv_4 \text{ (1 分)}$$

$$E_{pm} = \frac{1}{2} \times 2mv_3^2 - \frac{1}{2} \times 4mv_4^2 \text{ (2 分)}$$

$$\text{解得 } E_{pm} = \frac{1}{8}mv_0^2 - \frac{5}{4}\mu mgL \text{ (2 分)}$$

## (五)

14. C 【解析】库仑提出了点电荷互相作用的库仑定律, 密立根测定了元电荷的数值, A 错; 法拉第发现电磁感应现象并进行了深入研究, B 错; 伽利略通过实验和推理总结出自由落体运动规律, C 对; 伽利略通过理想斜面实验得出运动不需要力来维持, D 错。

15. C 【解析】根据万有引力充当向心力,  $G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{4\pi^2}{T^2}r$ , 可得  $T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$ , 内、外侧颗粒绕土星运动一周的

$$\text{时间差为 } 2\pi\sqrt{\frac{(nr)^3}{GM}} - 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}} = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}(\sqrt{n^3} - 1), \text{ C 正确。}$$

16. A 【解析】根据平衡条件可知, 蜗牛在竖直平面内受到重力和与重力等大反向的力  $F$ , 选项 A 正确。

17. C 【解析】由题意可知原线圈中接入的交变电流的电压的瞬时值表达式为  $e = 311\sin(100\pi t - \frac{\pi}{2})\text{V}$ , A 错;

滑动变阻器滑片向右滑动时, 副线圈电阻减小, 电压不变, 电流变大, B 错; 增强光照, 光敏电阻阻值变小, 如前所述, 副线圈电流变大, 电压不变, 则副线圈输出功率变大, 原线圈输入功率随之变大, C 对; 若将光敏电阻换做二极管, 则副线圈两端电压不变为 100 V。

18. C 【解析】设斜面倾角为  $\theta$ , 对物体施加水平向右的拉力  $F$  之后, 物块  $m$  对斜面  $M$  的正压力由  $mg\cos\theta$  变为



$mg \cos \theta - F \sin \theta$ , 是变小的, 选项 A 错误; 以物块和斜面作为一个整体为研究对象, 斜面对地面的支持力等于  $(M+m)g$ , 地面对斜面的摩擦力大小为  $F$ , 选项 B 错误, 选项 C 正确; 施加恒力后, 物体与斜面的摩擦力由  $mg \sin \theta$  变为  $mg \sin \theta + F \cos \theta$ , 是变大的, 选项 D 错误。

19. AD 【解析】由电场分布特点可知 A 处释放的电荷将沿电场线运动, 但先减速到零再反向加速, A 对; 由等势面分布可知在出发点到 O 点的过程中, A 电荷电场力做的负功更多, 速度更小, B 错; A 点电势高, 负电荷具有的电势能更小, C 错; 根据电场线的疏密可判断电荷在 A 处所受电场力更大, D 对。

20. BD 【解析】闭合开关后, 通电线圈产生的磁场突然增强, 由楞次定律可判断托盘上的闭合线圈受到向下的作用力, 待电路稳定后托盘上线圈的感应磁场消失, 天平恢复平衡, 故天平左侧应先下降后上升, 最终恢复原状, A 错, B 对; 保持开关闭合, 向左移动滑动变阻器触头, 连入电阻减小, 电流变大, 线圈中产生的磁场增强, 则由楞次定律可判断托盘上的闭合线圈受到向下的作用力, 待电路稳定后托盘上线圈的感应磁场消失, 天平恢复平衡, 故天平左侧应先下降后上升, 最终恢复原状, C 错, D 对。

21. AD 【解析】分析物体减速运动可知,  $0 = v_2 - at$ ,  $a = \mu g$ , 减速运动时间  $t = 1 \text{ s}$ , 此过程中物体位移  $x_1 = \frac{v_2}{2}t = 3 \text{ m}$ , 传送带位移  $x_2 = v_1 t = 8 \text{ m}$ , 摩擦生热  $Q = \mu mg(x_1 + x_2) = 66 \text{ J}$ , A 对; 1 s 末滑块速度向左减速到零, 距离 B 点最近为 1 m, B 错; 根据运动的对称性, 2 s 后物体回到 A 点, C 错;  $0 \sim 1 \text{ s}$  摩擦力对物块做功  $W_1 = -\mu mg x_1 = -18 \text{ J}$ ,  $1 \sim 1.5 \text{ s}$  物体向右加速, 位移  $x_3 = \frac{1}{2}at_2^2 = 0.75 \text{ m}$ , 摩擦力做功  $W_2 = \mu mg x_3 = 4.5 \text{ J}$ , 摩擦力对物体做的总功为  $-13.5 \text{ J}$ , D 对。

22. (7 分) 【答案】(1) AC (2 分) (2) 实验之前要平衡好摩擦力, 先接通电源后释放小车 (2 分) (3)  $0.15 \text{ m/s}^2$  (3 分)

【解析】(1) 实验要求小车质量远大于沙桶和沙的总质量, 故符合条件的为 A、C 两个选项。

(2) 实验之前要平衡好摩擦力, 先接通电源后释放小车。

(3) 由  $\Delta x = aT^2$  可得  $a = 0.15 \text{ m/s}^2$ 。

23. (8 分) 【答案】(1) 答案见图 (3 分)

(2)  $\frac{U}{I} - R_0$  (2 分)  $U$  为电压表示数,  $I$  为电流表示数,  $R_0$  为定值电阻的阻值 (1 分)

(3) 并 (1 分) 3780 (2 分)

【解析】(1) 考虑电压表量程较小, 且变阻器总电阻也较小, 则应在电路干路中串联电阻箱, 变阻器应使用分压法以起到调节电压的作用测量多组数据, 比较电压表与电流计的内阻可知

测量应采用内接法, 电流计旁边应串联定制电阻。

(2) 由欧姆定律可知电流计和定值电阻总电阻  $R = \frac{U}{I}$ , 电流计内阻可表达为  $r = \frac{U}{I} - R_0$  ( $U$  为电压表示数,  $I$  为电流表示数,  $R_0$  为定值电阻的阻值)。

(3)  $r_{\text{内}} = \frac{U_0}{I_0} - r = 3780 \Omega$ 。

24. (12 分) 【答案】(1) 3 s 或 5 s (2) 16 m 或 36 m

【解析】(1) 垂直于轨道方向彩弹运动  $\Delta t = \frac{d}{v} = 1 \text{ s}$  (2 分)

彩弹击中靶心  $v(t + \Delta t) = L + v_0 \Delta t + \frac{1}{2}at^2$  (2 分)

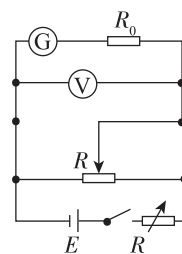
发枪时战车速度  $v_0 = at$  (2 分)

解得  $t_1 = 3 \text{ s}$ ,  $t_2 = 5 \text{ s}$  (2 分)

(2) 击中靶心是战车的位移  $x_1 = \frac{1}{2}a(t_1 + \Delta t)^2$  (1 分)

$x_2 = \frac{1}{2}a(t_2 + \Delta t)^2$  (1 分)

$x_1 = 16 \text{ m}$ ,  $x_2 = 36 \text{ m}$  (2 分)



25. (20 分)【答案】(1)  $\frac{8mv_0^2}{9qd}$  (2)  $\frac{8mv_0}{3qd}$  (3)  $\frac{127\pi d}{240v_0}$

【解析】(1)分析水平发射的粒子,由平抛运动基本规律

$$x=v_0 t \quad (1 \text{ 分})$$

$$y=\frac{1}{2}at^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$a=\frac{qE}{m} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{联立可得 } E=\frac{8mv_0^2}{9qd} \quad (2 \text{ 分})$$

(2)以能够到达的最右侧的位置为  $(1.5d, d)$  粒子为研究对象有

$$v_x=v_0 \quad (1 \text{ 分})$$

$$v_y=at \quad (1 \text{ 分})$$

$$a=\frac{qE}{m} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{联立可得 } v_y=\frac{4}{3}v_0 \quad (1 \text{ 分})$$

$$v=\sqrt{v_x^2+v_y^2}=\frac{5}{3}v_0, \text{ 方向与水平成 } 53^\circ, \text{ 斜向右上方} \quad (1 \text{ 分})$$

若该粒子轨迹恰与上边缘相切,则其余粒子均达不到感光板

$$\text{由几何关系可知 } d=R+\frac{3}{5}R \quad (1 \text{ 分})$$

$$R=\frac{mv}{qB} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{联立可得应为 } B=\frac{8mv_0}{3qd} \quad (2 \text{ 分})$$

(3)粒子运动的最长时间  $t_m$  对应最大的圆心角  $\theta_m$ , 经过  $(1.5d, d)$  恰与上边界相切的粒子轨迹对应圆心角最大。

由几何关系可知最大圆心角应为  $\theta_m=254^\circ$  (2 分)

$$\text{粒子运动周期应为 } T=\frac{2\pi m}{qB}=\frac{3\pi d}{4v_0} \quad (2 \text{ 分})$$

$$t_m=\frac{\theta_m}{360}T=\frac{127\pi d}{240v_0} \quad (2 \text{ 分})$$

33. (15 分)【答案】(1) ABE (2) (i) 5 (ii)  $\frac{L}{3}$

【解析】(1)相同条件下,温度越高,颗粒越小,布朗运动越明显,A 正确;荷叶上的露珠呈球形是表面张力的结果,B 正确;热机的效率达不到 100%,C 错误;晶体具有各项异性,多晶体、非晶体具有各向同性,D 错误;水的饱和汽压随温度的升高而变大,E 正确。

$$(2)(i) \text{ 由活塞 } D \text{ 的压强平衡分析知: } \frac{mg}{S}+p_0=p_{B1}, \text{ 则 } p_{B1}=2p_0 \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{活塞 } C \text{ 的两边压强相同, } p_{A1}=2p_0 \quad (1 \text{ 分})$$

对 A 中气体,活塞 C 不动,则气体体积不变,由查理定律知:

$$\frac{p_{A1}}{T}=\frac{p_{A2}}{3T}, \text{ 则 } p_{A1}=6p_0 \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{活塞 } C \text{ 的两边压强相同, } p_{B2}=6p_0 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{由活塞 } D \text{ 的压强平衡分析知: } \frac{m_1 g}{S}+p_0=p_{B2}, \text{ 则 } m_1=5m \quad (2 \text{ 分})$$

(ii) 对 B 内气体,泡在冰水中温度不变,由玻意耳定律知:

$$p_{B1}V_1=p_{B2}V_2 \text{ 即 } p_{B1}LS=p_{B2}L_1S, \text{ 得: } L_1=\frac{L}{3} \quad (2 \text{ 分})$$

34. (15 分)【答案】(1)  $x$  轴负向 (2 分) 20 (3 分) (2)  $\sqrt{\frac{3}{2}}$   $(1 - \frac{\sqrt{2}}{2})l$

【解析】(1) 由振动和波动关系可知  $P$  点振动方向向下, 波向  $x$  轴负向传播,

由图可知波长  $\lambda = 10 \text{ m}$ , 波速  $v = \frac{\lambda}{T} = 20 \text{ m/s}$

(2) 在  $AB$  面  $F$  点发生全反射 (如图),

$$\alpha = 90^\circ - \theta = 45^\circ$$

$$\text{则有: } n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\sin \gamma = \frac{1}{n} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\cos \gamma = \sin \beta \quad (1 \text{ 分})$$

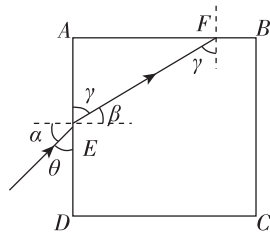
$$\text{联立解得 } n = \sqrt{\frac{3}{2}} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\cos \gamma = \frac{AE}{EF} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{得 } EF = \frac{\sqrt{3}}{2}l \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{所以 } AF = \sqrt{EF^2 - AE^2} = \frac{\sqrt{2}}{2}l \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{所以 } FB = (1 - \frac{\sqrt{2}}{2})l \quad (1 \text{ 分})$$



35. (15 分)【答案】(1) ABE (2) (i)  $\frac{1}{4}mv_0^2$  (ii)  $\frac{2}{3}v_0$

【解析】(1) 由  $\Delta E = h\nu$ , 可知 A 正确; 由于  $E_2 = E_1 + 10.2 \text{ eV} = -13.6 \text{ eV} + 10.2 \text{ eV} = -3.4 \text{ eV}$ , 所以 B 正确; 从  $n=4$  能级跃迁到  $n=1$  能够发出  $N = C_4^2 = 6$  种频率的光子, C 错误; 辐射光子波长小, 则频率高能级差大, 由  $n=2$  能级跃迁到  $n=1$  能级差并不是最大, 故 D 错误; 要使处于基态的氢原子电离需要吸收的能量要大于  $E = E_\infty - E_1 = 13.6 \text{ eV}$ , E 正确。

(2) (i) 由动量守恒定律  $mv_0 = 2mv_1$  (2 分)

$$\text{由能量守恒定律 } \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2} \cdot 2mv_1^2 + E_P \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{则 } E_P = \frac{1}{4}mv_0^2 \quad (1 \text{ 分})$$

(ii) 由动量守恒定律  $2mv_1 = 2mv_2 + mv_3$  (2 分)

$$\text{由能量守恒定律应为 } \frac{1}{2} \cdot 2mv_1^2 = \frac{1}{2} \cdot 2mv_2^2 + \frac{1}{2} \cdot mv_3^2 \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{联立得 } v_3 = \frac{2}{3}v_0 \quad (1 \text{ 分})$$

## (六)

14. D 【解析】电子是一种微观粒子, 而元电荷是物体带电的最小数值, 两者不可混为一谈, 选项 A 错误; 元电荷的数值最早是由美国科学家密立根测得的, 选项 B 错误; 静电力常量最早是由库仑利用扭秤装置测得的, 选项 C 错误; 法拉第提出场的观点, 选项 D 正确。

15. A 【解析】物体匀速运动时, 把斜面体和物体整体作为研究对象, 在水平方向上有  $f = F \cos \theta$ , 方向向右。增大  $F$ , 并不影响物体对斜面体的作用力, 因而地面对斜面体的摩擦力不变。选项 A 正确。

16. C 【解析】根据左手定则可知粒子带负电, 选项 A 错误; 从  $a$  点离开的粒子速率最大, 选项 B 错误; 从  $b$  点离开的粒子运动半径最小, 运动时间最长, 选项 C 正确, 选项 D 错误。

17. C 【解析】物块上升过程有  $-mgh - fh = 0 - \frac{1}{2}mv_1^2$ , 物块下落过程有  $mgh - fh = \frac{1}{2}mv_2^2 - 0$ , 联立解得  $\frac{f}{mg} =$

$$\frac{v_1^2 - v_2^2}{v_1^2 + v_2^2}, \text{选项 C 正确。}$$

18. B 【解析】设理想变压器原线圈和副线圈的匝数分别为  $n_1$ 、 $n_2$ ，原线圈和副线圈中的电流分别为  $I_1$ 、 $I_2$ ，根据理想变压器的原、副线圈的电流和电压关系可得  $I_1 n_1 = I_2 n_2$ ， $\frac{U_0 - I_1 R_1}{n_1} = \frac{I_2 R_2}{n_2}$ ，联立则有  $P = I_2^2 R_2 = -I_1^2 R_1 + I_1 U_0$ ，若使扬声器有最大功率，则  $I_1 = \frac{U_0}{2R_1}$ ， $I_2 = \frac{U_0}{2\sqrt{R_1 R_2}}$ ，选项 D 正确；大电阻  $R_1$  两端电压  $I_1 R_1 = \frac{U_0}{2}$ ，选项 A 正确；理想变压器的原、副线圈的匝数之比为  $\frac{n_1}{n_2} = \frac{I_2}{I_1} = \sqrt{\frac{R_1}{R_2}}$ ，选项 B 错误；交流电源的输出功率为  $I_1^2 U_0 = \frac{U_0^2}{2R_1}$ ，选项 C 正确。

19. ACD 【解析】由于图线的左端点横坐标相同，表明两行星的半径相同，又由于卫星距离行星表面的高度相同，因而卫星做圆周运动的半径相同，根据  $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$  可得  $\frac{r^3}{T^2} = \frac{GM}{4\pi^2}$ ，结合图象可知  $P_1$  的质量比  $P_2$  的大，选项 A 正确；当卫星做圆周运动的半径等于行星的半径时，卫星做圆周运动的速度即为“第一宇宙速度”，由图可知  $P_1$  的“第一宇宙速度”比  $P_2$  的大，选项 B 错误；根据  $a = \frac{v^2}{r}$  可知  $s_1$  的向心加速度比  $s_2$  的大，选项 C 正确；根据  $T = \frac{2\pi r}{v}$  可知  $s_1$  的公转周期比  $s_2$  的小，选项 D 正确。

20. AC 【解析】设电容器 B 中插入金属块前，电容器 A、B 的电荷量均为  $Q$ ，对于带电粒子有  $mg = q \frac{4\pi k Q}{\epsilon S}$ 。插入金属块后，电容器 A、B 的电荷量分别为  $Q_1$ 、 $Q_2$ ，则有  $Q_1 + Q_2 = 2Q$ ， $C_1 = \frac{Q_1}{U} = \frac{\epsilon S}{4\pi k d}$ ， $C_2 = \frac{Q_2}{U} = \frac{\epsilon S}{4\pi k (d - \Delta d)}$ ，联立则有  $Q_1 (1 + \frac{C_2}{C_1}) = 2Q$ ，由于  $C_2$  增大， $C_1$  不变，因而  $Q_1$  减小，粒子将加速向下运动，选项 A 正确；由于  $mg - q \frac{4\pi k Q_1}{\epsilon S} = ma$ ，则  $Q_1 = \frac{1}{2} Q$ ， $Q_2 = \frac{3}{2} Q$ ， $\Delta d = \frac{2}{3} d$ ，选项 B 错误，选项 C 正确；电容器 B 两板的电压始终与电容器 A 两板间的电压相等，由于电容器 A 两板间的电压减小，因而选项 D 错误。

21. BC 【解析】小球 B 沿轨道上滑，轻杆对 B 的弹力与速度夹角始终为  $45^\circ$ ，因而轻杆始终对小球做正功，选项 A 错误；小球 A 初始速度为零，重力的瞬时功率为零，小球 A 到达轨道最低点时，速度为零，重力的瞬时功率为零，因而小球 A 的重力瞬时功率先增大再减小，选项 B 正确；杆处于水平状态时，A、B 两球组成的系统重心最低，两球速度最大，A 球下降的高度  $\Delta h_A = R \cdot \cos 45^\circ$ ，B 球上升的高度  $\Delta h_B = R \cdot (1 - \cos 45^\circ)$ ，由两球角速度相等知两球速度大小相等，设为  $v$ 。由机械能守恒得  $mg \Delta h_A = mg \Delta h_B + \frac{1}{2} \cdot 2mv^2$ ，解得  $v = \sqrt{(\sqrt{2} - 1)gR}$ ，选项 C 正确；小球 A 到达轨道最低点前，小球 A 的合外力并不始终指向圆心，选项 D 错误。

22. (6 分) 【答案】(1) 5.695 mm (5.694 mm ~ 5.697 mm) (2 分) (2) B (2 分) (3) D (2 分)

【解析】(1) 挡光片的宽度为  $5.5 \text{ mm} + 0.195 \text{ mm} = 5.695 \text{ mm}$ 。

(2) 该实验是利用小车所受到的合外力做的功等于小车动能的变化量进行实验的，即  $Fx = \frac{1}{2}mv^2$ ，由此可以看出，实验中钩码的质量不会影响实验的结果，选项 A 错误；在实验中，拉小车的细绳应与长木板平行，以保证拉力的方向与位移的方向在一条直线上，这样可以有效地减小误差，选项 B 正确；该实验不需要平衡摩擦力，因为无论钩码的质量多大，细绳对小车的拉力与摩擦力的合力在每一次实验中都为恒力，均可满足  $Fx = \frac{1}{2}mv^2$  的要求，故选项 C 错误；应先接通电源，等打点计时器工作稳定后再释放小车，选项 D 错误。

(3) 由  $Fx = \frac{1}{2}m(\frac{d}{t})^2$  可知选项 D 正确。

23. (9 分) 【答案】(1) D (1 分) F (1 分) (2) 见解析 (3 分) (3) 1.5 (2 分) 1.0 (2 分)

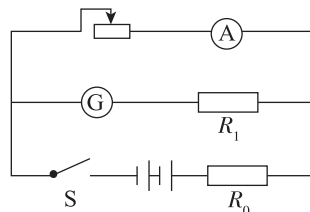
【解析】(1) 由教材上测电源电动势和内阻的原理图可知，滑动变阻器的阻值应与电路中其他部分电阻比较接近，便于控制电路，因而滑动变阻器选用 D，而电流表 G 与定值电阻串联改装为电压表，2 节干电池的电动

势大约为 3 V,因而改装后电压表的量程为 0~3 V,而电流表 G 的量程为 0~3.0 mA,因而需要串联的电阻为 990  $\Omega$ ,选用 F。

(2)根据教材原理图可知,结合本题的实验器材可知电路原理图如下。

(3)根据题意可知  $2E = I_2(R_g + R_1)$

解得  $E = 1.5 \text{ V}$ ,而  $2r + R_0 = \frac{\Delta I_2}{\Delta I_1}(R_g + R_0)$ ,解得  $r = 1.0 \Omega$ 。



24. (12 分)【答案】(1)  $\frac{3mg}{10L}\sqrt{\frac{R}{P}}$  (2)  $\frac{3P}{10mg}$

【解析】(1)设小灯泡的额定电流为  $I_0$ ,有  $P = I_0^2 R$  ① (1 分)

由题意,在金属棒沿着导轨竖直下落的某时刻后,小灯泡保持正常发光,流经 MN 的电流为  $I = 2I_0$  ② (1 分)

下落的速度达到最大值,有

$$mg \sin 37^\circ = BLI \quad \text{③} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{联立①②③式得 } B = \frac{3mg}{10L}\sqrt{\frac{R}{P}} \quad \text{④} \quad (2 \text{ 分})$$

(2)设灯泡正常发光时,导体棒的速率为  $v$ ,由电磁感应定律与欧姆定律得

$$E = BLv \quad \text{⑤} \quad (2 \text{ 分})$$

$$E = RI_0 \quad \text{⑥} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{联立①②④⑤⑥式得 } v = \frac{3P}{10mg} \quad \text{⑦} \quad (2 \text{ 分})$$

25. (20 分)【答案】(1) 30 N (2) 0.01 (3)  $\frac{20}{3} \text{ J}$

【解析】(1)小物块在圆弧轨道上下滑,机械能守恒,则有  $mgR = \frac{1}{2}mv^2$  (1 分)

$$\text{小物块在轨道最低点时有 } F - mg = m\frac{v^2}{R} \quad (1 \text{ 分})$$

根据牛顿第三定律有  $F' = F$  (1 分)

联立解得小物块对轨道最低点时的压力为  $F' = 30 \text{ N}$  (2 分)

(2)小物块滑上小车后,小物块将做减速运动,小车将做加速运动。

对于小物块,由图象可得  $a_1 = 1 \text{ m/s}^2$  (1 分)

由牛顿第二定律有  $\mu_1 mg = ma_1$  (1 分)

对于小车,由图象可得  $a_2 = 0.2 \text{ m/s}^2$  (1 分)

由牛顿第二定律有  $\mu_1 mg - \mu_2 (M + m)g = Ma_2$  (2 分)

联立解得  $\mu_1 = 0.1, \mu_2 = 0.01$  (2 分)

(3)小物块与小车速度相同后一起做减速运动,当两者速度恰相同时,有  $v - a_1 t = a_2 t$  (2 分)

$$\text{小物块的位移为 } x_1 = vt - \frac{1}{2}a_1 t^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{小车的位移为 } x_2 = \frac{1}{2}a_2 t^2 \quad (1 \text{ 分})$$

小物块和小车摩擦产生的热量为  $Q = \mu_1 mg(x_1 - x_2)$  (2 分)

$$\text{联立解得 } Q = \frac{20}{3} \text{ J} \quad (2 \text{ 分})$$

33. (15 分)【答案】(1) CDE (2) 向右移动 0.02 m

【解析】(1)布朗运动的小颗粒是不能用肉眼看到的,选项 A 错误;气体分子间的作用力表现为很弱小的引力,选项 B 错误;分子力表现为斥力时,随分子间距离增大,分子力减小,但分子力做正功,分子势能减小,选项 C 正确;由理想气体的状态方程可知,温度升高,体积减小,压强可能减小,选项 D 正确;内能不可能全部转化为机械能,选项 E 正确。

(2)设水银滴向右移动的距离为  $x \text{ cm}$ ,则对于容器 A 有

$$\frac{p_A V_A}{T_A} = \frac{p_A' (V_A + xS)}{T_A'} \quad (2 \text{ 分})$$

对于容器 B 有  $\frac{p_B V_B}{T_B} = \frac{p_B' (V_B - xS)}{T_B'}$  (2 分)

开始时水银滴保持平衡,则有  $p_A = p_B, V_A = V_B = 174 \text{ cm}^3$  (2 分)

温度升高后水银滴保持平衡,则有  $p_A' = p_B'$  (2 分)

联立则有  $x = 0.02 \text{ m}$  (2 分)

34. (15 分)【答案】(1)加强 (2 分)  $y = 4\cos(\frac{\pi}{2}t)$  (3 分) (2)  $\frac{\pi R^2}{3}$

【解析】(1)实线交点为振动加强点,实线与虚线的交点为振动减弱处,振幅分别为  $A_1 + A_2$  和  $|A_1 - A_2|$ 。对照图示, A、C 振动减弱, B、D 振动加强, D、B 间的波形,再经过  $\frac{T}{4}$  后,两列波波峰同时到该处,故 E 点亦为振动加强的点。从图示时刻开始计时, D 处质点始终振动加强,振幅为  $A = A_1 + A_2 = 4 \text{ cm}$ ,周期为  $T = \frac{\lambda}{v} =$

4 s,因而 D 处质点的振动方程为  $y = 4\cos(\frac{\pi}{2}t)$ 。

(2)作图示光路图, O 点为圆心,一条光线沿直线进入玻璃,在半圆面上的入射点为 B,入射角设为  $\theta_1$ ,折射角设为  $\theta_2$ 。

则  $\sin \theta_1 = \frac{OA}{OB}$ ,得  $\theta_1 = 30^\circ$  (1 分)

因  $OP = \sqrt{3}R$ ,由几何关系知  $BP = R$ ,则折射角  $\theta_2 = 60^\circ$  (1 分)

由折射定律得玻璃的折射率为  $n = \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1}, n = 1.73$  (2 分)

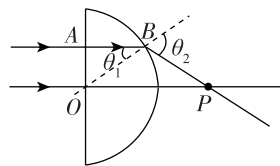
若光线恰在曲面上发生全反射,则有  $\sin C = \frac{1}{n}$  (2 分)

根据几何知识可知,此时从曲面上直接透射出去的光线在圆面上是以 O 点为圆心,半径为 r 的圆,

则  $\sin C = \frac{r}{R}$  (1 分)

因而纸片的最小面积为  $S = \pi r^2$  (1 分)

联立解得  $S = \frac{\pi R^2}{3}$  (2 分)



35. (15 分)【答案】(1)  ${}^{228}_{88}\text{Ra} \rightarrow {}^{224}_{86}\text{Rn} + {}^4_2\text{He}$  (2 分) 0.75 (3 分) (2)  $\frac{16L}{45}$

【解析】(1)根据质量数和电荷数守恒可知衰变方程为  ${}^{228}_{88}\text{Ra} \rightarrow {}^{224}_{86}\text{Rn} + {}^4_2\text{He}$ 。

$m = m_0(\frac{1}{2})^{\frac{t}{T}} = 0.25 \text{ kg}$ ,因而衰变的镭原子核  ${}^{228}_{88}\text{Ra}$  质量为  $1 \text{ kg} - 0.25 \text{ kg} = 0.75 \text{ kg}$ 。

(2)设小球 A、B 质量均为 m。小球 A 由静止到最低点,根据机械能守恒定律有

$$mgL(1 - \cos \theta) = \frac{1}{2}mv_0^2 \text{ (1 分)}$$

小球 A 与 B 发生弹性碰撞时,动量和机械能均守恒,碰后小球 A、B 的速度分别为  $v_1$ 、 $v_2$ ,

$$\text{则有 } mv_0 = mv_1 + \frac{m}{2}v_2 \text{ (2 分)}$$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{m}{2}v_2^2 \text{ (2 分)}$$

$$\text{解得 } v_1 = \frac{v_0}{3}, v_2 = \frac{4v_0}{3} \text{ (1 分)}$$

小球 B 若能到达最高点,则  $\frac{m}{2}g \leq \frac{m}{2} \frac{v^2}{r}$  (1 分)

小球 B 从水平轨道运动到轨道最高点,则有一  $\frac{m}{2}g \cdot 2r = \frac{1}{2} \cdot \frac{m}{2}v^2 - \frac{1}{2} \cdot \frac{m}{2}v_2^2$  (1 分)

联立解得  $r \leq \frac{16L}{45}$  (2 分)