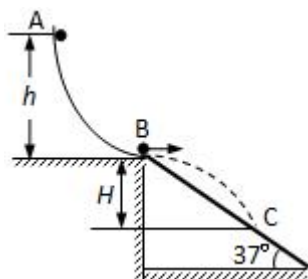


理科综合

全卷共300分，考试时间为150分钟。

二、多项选择题（共8小题；每小题6分，共48分。14—18题单选，19—21多选。）

【题文】14. 如图所示，小球从静止开始沿光滑曲面轨道AB滑下，从B端水平飞出，撞击到一个与地面呈 $\theta = 37^\circ$ 的斜面上，撞击点为C。已知斜面上端与曲面末端B相连。若AB的高度差为 h ，BC间的高度差为 H ，则 h 与 H 的比值等于（不计空气阻力， $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ ）



- A. $\frac{3}{4}$ B. $\frac{4}{3}$ C. $\frac{4}{9}$ D. $\frac{9}{4}$

【知识点】机械能守恒定律；平抛运动。 D2 E3

【答案解析】D 解析： 小球下滑过程中机械能守恒，则有： $\frac{1}{2}mv_B^2 = mgh$

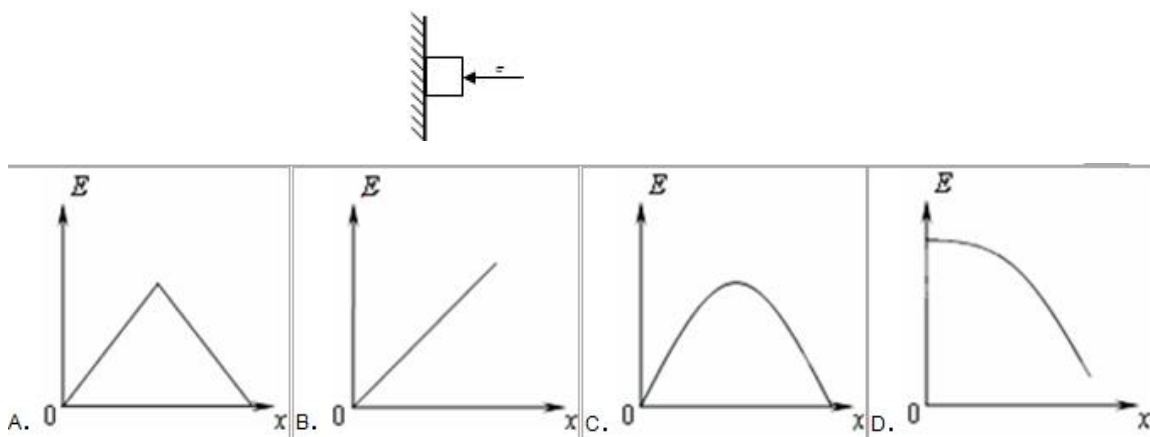
解得： $v_B = \sqrt{2gh}$ 到达 B 点后小球做平抛运动，则有： $H = \frac{1}{2}gt^2$

解得： $t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$ $x = v_B t$ 根据几何关系有： $\tan 37^\circ = \frac{H}{v_B t} = \frac{H}{\sqrt{\frac{2H}{g}} \cdot \sqrt{2gh}} = \frac{3}{4}$ 解得： $\frac{h}{H} = \frac{9}{4}$ 故

选 D

【思路点拨】 小球下滑过程中受重力和支持力，其中支持力不做功，只有重力做功，机械能守恒，根据机械能守恒定律列式求出到达 B 点的速度，到达 B 点后小球做平抛运动，根据平抛运动的基本公式，即可求解。本题关键是将平抛运动沿着水平和竖直方向正交分解，根据位移时间关系公式和速度时间关系列式，同时对沿斜面加速过程运用机械能守恒定律列式后联立求解

【题文】15. 把一个重为 G 的物体，用一个水平的推力 $F = kt$ （ k 为正的常数， t 为时间）压在竖直的足够高的平整的墙上，如图所示，从 $t = 0$ 开始计时，物体从静止开始运动，关于此后物体的动能 E_k 、重力势能 E_p 、机械能 E 随着物体位移 x 变化图像定性来说可能正确的有



【知识点】机械能守恒定律. E3

【答案解析】 D 解析：A、水平的推力 $F=kt$ ，不断变大，物体水平方向受推力和支持力，竖直方向受重力和滑动摩擦力，滑动摩擦力不断变大，故物体先加速下滑后减速下滑，即动能先增加后减小；但合力为 $mg - \mu kt$ ，是变力，故动能与位移间不是线性关系，故 A 错误；B、重力做正功，故重力势能不断减小，故 B 错误；C、D、由于克服滑动摩擦力做功，机械能不断减小，故 C 错误，D 正确；故选 D。

【思路点拨】 由题意可知，随着时间的推移，压力不断增大，导致物体从滑动到静止。则物体所受的摩擦力先是滑动摩擦力后是静摩擦力。而滑动摩擦力的大小与推物体的压力大小成正比，故运动过程中滑动摩擦力不断变大；当滑动摩擦力小于重力时，物体加速运动；当滑动摩擦力大于重力时，物体减速运动，直至静止。本题分析清楚物体的运动规律，当滑动摩擦力小于重力时，物体加速运动；当滑动摩擦力大于重力时，物体减速运动，直至静止。

【题文】 16. 一只叫Diamond的宠物狗和主人游戏，宠物狗沿直线奔跑，依次经过A、B、C三个木桩，B为AC的中点，它从木桩A开始以加速度 a_1 匀加速奔跑，到达木桩B时以加速度 a_2 继续匀加速奔跑，若它经过木桩A、B、C时的速度分别为0、 v_B 、 v_C ，且 $v_B = v_C/2$ ，则加速度 a_1 和 a_2 的大小关系为

- A. $a_1 < a_2$ B. $a_1 = a_2$ C. $a_1 > a_2$ D. 条件不中，无法确定

【知识点】匀变速直线运动的位移与时间的关系. A2

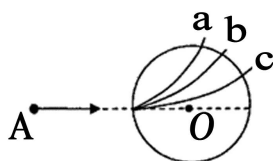
【答案解析】 A 解析：设物体 AB 段和 BC 段位移均为 x ，第一段位移中加速度 a_1 ，第二段加速度 a_2 对 AB 段： $v_B^2 = 2a_1x \cdots \textcircled{1}$ 对 BC 段： $v_C^2 - v_B^2 = 2a_2x \cdots \textcircled{2}$ 由题意有： $v_B = \frac{v_C}{2} \cdots \textcircled{3}$

由以上三式得： $a_2 = \frac{1}{8}a_1$ 因为物体做加速运动 x 位移为正，

解得： $a_2 > a_1$ 。故 A 正确，B、C、D 错误。故选：A。

【思路点拨】 根据匀变速直线运动的速度位移公式求出两段过程中的加速度，通过作差法比较加速度的大小。解决本题的关键掌握匀变速直线运动的速度位移公式，并能灵活运用，也可以通过速度时间图线，结合图线与时间轴围成的面积相等，通过比较斜率比较加速度的大小。

【题文】17. 如图所示，圆形区域内有垂直纸面的匀强磁场，三个质量和电荷量都相同的带电粒子a、b、c，以不同的速率对准圆心O沿着AO方向射入磁场，其运动轨迹如图。若带电粒子只受磁场力的作用，则下列说法正确的是



- A. 它们做圆周运动的周期 $T_a < T_b < T_c$
- B. a粒子在磁场中运动时间最短
- C. 三粒子离开磁场时速度方向仍然相同
- D. c粒子速率最大

【知识点】带电粒子在匀强磁场中的运动. K2

【答案解析】D 解析：A、由于粒子运动的周期 $T = \frac{2\pi m}{Bq}$ 及 $t = \frac{\theta}{2\pi} T$ 可知，三粒子运动的周期

相同，a在磁场中运动的偏转角最大，运动的时间最长。故AB错误；C、曲线运动的速度 的方向沿曲线的切线的方向，所以三粒子离开磁场时速度方向不相同。故C错误；D、粒子在

磁场中做匀速圆周运动时，由洛伦兹力提供向心力，根据 $qvB = m \frac{v^2}{r}$ ，可得： $r = \frac{mv}{Bq}$ ，则可

知三个带电粒子的质量、电荷量相同，在同一个磁场中，当速度越大时、轨道半径越大，则由图知，a粒子速率最小，c粒子速率最大。故D正确。故选：D。

【思路点拨】三个质量和电荷量都相同的带电粒子，以不同的速率垂直进入匀强磁场中，则运动半径的不同，导致运动轨迹也不同。运动轨迹对应的半径越大，粒子的速率也越大。而运动周期它们均一样，运动时间由圆弧对应的圆心角决定。带电粒子在磁场、质量及电量相同情况下，运动的半径与速率成正比，从而根据运动圆弧来确定速率的大小；运动的周期均相同的情况下，可根据圆弧的对应圆心角来确定运动的时间的长短。

【题文】18. 我们的银河系的恒星中大约四分之一是双星. 某双星由质量不等的星体 S_1 和 S_2 构成，两星在相互之间的万有引力作用下绕两者连线上某一定点C做匀速圆周运动. 由天文观察测得其运动周期为 T ， S_1 到C点的距离为 r_1 ， S_1 和 S_2 的距离为 r ，已知万有引力常量为 G . 因此可求出 S_2 的质量为

- A. $\frac{4\pi^2 r^2 (r - r_1)}{GT^2}$
- B. $\frac{4\pi^2 r_1^2}{GT^2}$
- C. $\frac{4\pi^2 r_1^3}{GT^2}$
- D. $\frac{4\pi^2 r^2 r_1}{GT^2}$

【知识点】万有引力定律及其应用；向心力. D4 D5

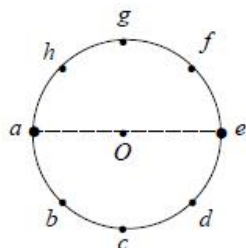
【答案解析】D 解析：设星体 S_1 和 S_2 的质量分别为 m_1 、 m_2 ，星体 S_1 做圆周运动的向心力由

万有引力提供得： $G \frac{m_1 m_2}{r^2} = m_1 \frac{4\pi^2}{T^2} r_1$ 解得 $m_2 = \frac{4\pi^2 r^2 r_1}{GT^2}$ ，故D正确、ABC错误。故选：D。

【思路点拨】这是一个双星的问题， S_1 和 S_2 绕C做匀速圆周运动，它们之间的万有引力提供各自的向心力， S_1 和 S_2 有相同的角速度和周期，结合牛顿第二定律和万有引力定律解决问题。双星的特点是两个星体周期相等，星体间的万有引力提供各自所需的向心力。

【题文】19. 如图所示，真空中以O点为圆心、Oa为半径的圆周上等间距分布a、b、c、d、e、f、g、h八个点，a、e两点放置等量正点电荷，则下列说法正确的是

- A. b、d、f、h四点的电场强度相同
- B. b、d、f、h四点的电势相等
- C. 在c点静止释放一个电子，电子将沿cg连线向O点做匀加速直线运动
- D. 将一电子由b点沿bcd圆弧移到d点，电子的电势能先增大后减小

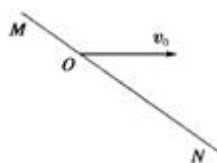


【知识点】电势差与电场强度的关系；电场强度. II

【答案解析】BD 解析：A、根据场强的叠加和对称性，可知两电荷在b、d、f、h点产生的场强大小相等，方向不同，则场强不同，故A错误。B、等量同种电荷间的电场线是排斥状的，且关于ab中点O对称。b、d、f、h是关于AB的中点O对称的四个点，知电势相等。故B正确。C、在c点由静止释放一个电子，电子所受电场力方向竖直向上，在向上运动的过程中电场力大小会发生变化，所以加速度会发生变化，做非匀加速直线运动。故C错误。D、在电子由b点沿bcd圆弧移到d点的过程中，根据电场线的分布，知电场力先做负功，再做正功。所以电势能先增大后减小。故D正确。故选：BD。

【思路点拨】根据场强的叠加判断各点的场强是否相同。根据电场线的分布判断电势的高低。对电子受力分析，判断其合力方向，从而判断它的运动情况。根据电场力做功判断电势能的变化。解决本题的关键知道等量同种电荷之间的电场线分布，以及会通过电场力做功判断电势能的变化。

【题文】20. 如图所示，MN是纸面内的一条直线，其所在空间充满与纸面平行的匀强电场或与纸面垂直的匀强磁场（场区都足够大），现有一重力不计的带电粒子从MN上的O点以水平初速度 v_0 射入场区，下列有关判断正确的是：



- A. 如果粒子回到MN上时速度增大，则该空间存在的一定是电场
- B. 如果粒子回到MN上时速度大小不变，则该空间存在的一定是电场
- C. 若只改变粒子的速度大小发现粒子再回到MN上时与其所成夹角不变，则该空间存在的一定是磁场

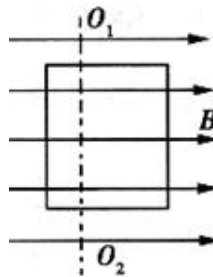
D. 如果只改变粒子的速度大小，发现粒子再回到MN所用的时间不变，则空间存在的一定是磁场

【知识点】带电粒子在混合场中的运动. K3 K4

【答案解析】AD 解析：A、洛伦兹力对带电粒子不做功，不能使粒子速度增大，电场力可使带电粒子做功，动能增大，故A正确；B、C、若带电粒子以与电场线平行的速度 v_0 射入，粒子返回速率不变，故B错误，C也错误；D、由 $T = \frac{2\pi m}{Bq}$ 知，粒子在磁场中运动的时间与速率无关，故D项正确。故选AD。

【思路点拨】洛伦兹力不做功，电场力可以做功；粒子在匀强磁场中做匀速圆周运动，在电场中做类似抛体运动。本题关键是分电场和磁场两种情况进行分析讨论，抓住匀速圆周运动模型和直线运动模型进行分析讨论。

【题文】21. 如图所示，在匀强磁场中匀速转动的矩形线圈（单匝）的周期为T，转轴 O_1O_2 垂直于磁场方向，线圈电阻为 2Ω 。从线圈平面与磁场方向平行时开始计时，线圈转过 60° 时的感应电流为1A。那么



A. 线圈消耗的电功率为4W

B. 线圈中感应电流的有效值为2A

C. 任意时刻线圈中的感应电动势为 $e = 4 \cos \frac{2\pi}{T} t$

D. 任意时刻穿过线圈的磁通量为 $\Phi = \pi \sin \frac{2\pi}{T} t$

【知识点】正弦式电流的最大值和有效值、周期和频率；交流的峰值、有效值以及它们的关系. M1

【答案解析】AC 解析：从垂直中性面开始其瞬时表达式为 $i = I_m \cos \theta$ ，则电流的最大值为

$I_m = \frac{i}{\cos \theta} = \frac{1}{\cos 60^\circ} = 2 \text{ A}$ 感应电动势的最大值为 $E_m = I_m r = 2 \times 2 = 4 \text{ V}$ 任意时刻线圈中的感应电动势为 $e = E_m \cos \frac{2\pi}{T} t = 4 \cos \frac{2\pi}{T} t$

线圈消耗的电功率为 $P = I_m^2 r = \frac{\sqrt{2}}{2} I_m^2 (r) = \frac{\sqrt{2}}{2} 2^2 (2) = 4 \text{ W}$ 任

意时刻穿过线圈的磁通量为 $\Phi = BS \sin \frac{2\pi}{T} t$ 根据公式 $E_m = NBS \omega = N \Phi_m \frac{2\pi}{T}$ 可得

$$\frac{E_m}{N\omega} = \frac{E_m}{N \frac{2\pi}{T}} = \frac{4}{1 \times \frac{2\pi}{T}} = \frac{2T}{\pi} \text{ 故 } \Phi = \frac{2T}{\pi} \sin \frac{2\pi}{T} t \text{ 故选: AC}$$

【思路点拨】绕垂直于磁场方向的转轴在匀强磁场中匀速转动的矩形线圈中产生正弦或余弦式交流电，

由于从垂直中性面开始其瞬时表达式为 $i = I_m \cos \theta$ ，由已知可求 $I_m = \frac{i}{\cos \theta}$ ，根据正弦式交变电流有效值和峰值关系可求电流有效值根据 $P = I^2 R$ 可求电功率根据 $E_m = I_m r$ 可求感应电动势的最大值任意时刻穿过线圈的磁通量为 $\Phi = BS \sin \frac{2\pi}{T} t$ 根据 $E_m = NBS \omega$ 可求本题考察的是有效值计算及有关交变电流的基本知识。

三. 非选择题：包括必考题和选考题两部分。22—32题为必考题，34—40题为选考题。

(一) 必考题 (共11个题，共129分。)

【题文】22. 用金属丝制成的线材 (如钢丝、钢筋) 受到拉力会伸长，17世纪英国物理学家胡克发现：金属丝或金属杆在弹性限度内它伸长的长度与拉力成正比，这就是著名的胡克定律，这一发现为后人对材料的研究奠定了重要基础。现在一根用新材料制成的金属杆，长为5m，横截面积 0.4 cm^2 ，设计要求它受到拉力后的伸长的长度不超过原长的 $1/1000$ ，问最大拉力多大？由于这一拉力很大，杆又较长，直接测量有困难，但可以选用同种材料制成的样品进行测试，通过测试取得数据如下：

长 度	伸长 拉力 截面积	250N	500N	750N	1000N
1m	0.05 cm^2	0.04cm	0.08cm	0.12cm	0.16cm
2m	0.05 cm^2	0.08cm	0.16cm	0.24cm	0.32cm
1m	0.10 cm^2	0.02cm	0.04cm	0.06cm	0.08cm

(1) 测试结果表明线材受拉力作用后伸长与材料的长度成_____比，与材料的横截面积成_____比。

(2) 上述金属杆承受的最大拉力为_____N。

【知识点】探究弹力和弹簧伸长的关系。 B5

【答案解析】 (1) 正，反 (2) 5×10^3 N。 解析： (1) 由表格知：

1、当受到的拉力 F 、横截面积 S 一定时，伸长量 x 与样品长度 L 成正比，①2、当受到的拉力 F 、样品长度 L 一定时，伸长量 x 与横截面积 S 成反比，②3、当样品长度 L 、横截面积 S 一定时，伸长量 x 与受到的拉力 F 成正比，③由 1、2 的结论，线材受拉力作用后伸长与材料的长度成正比，与横截面积成反比。(2) 由①②③三个结论，可以归纳出， x 与 L 、 S 、 F

之间存在一定量的比例关系，设这个比值为 k ，那么有： $x = k \frac{FL}{S}$ ④根据图表提供数据

代入解得： $k \frac{xS}{FL} = \frac{0.04 \times 10^{-2} \times 0.05 \times 10^{-4}}{250 \times 1} m^2 / N = \frac{2}{25} \times 10^{-10} m^2 / N$ 由题意知：待测金

属杆 M 承受最大拉力时，其伸长量为原来的 $\frac{1}{1000}$ ，即 $5 \times 10^{-3} m$ ；此时 $S = 0.4 cm^2 = 4 \times 10^{-5} m^2$ ，

$L = 5 m$ ；代入上面的公式④得：

$$3 \times 10^5 \times \frac{2}{25} \times 10^{-10} \times \frac{F \times 5}{4 \times 10^{-5}} \text{ 解得：}$$

$$F = 5 \times 10^3 N$$

【思路点拨】 由题可知伸长量 x 与样品的长度、横截面积、所受拉力都有关系，涉及的变量较多，因此采用“控制变量法”来确定它们之间的正、反比关系，然后将各种情况进行汇总，再运用比值定义法初步确定这几个量之间的数量关系，然后根据所得公式来判断样品能承受的最大拉力，以及与什么因素有关。本题的难度很大，题中共涉及 4 个变量，在解题过程中，综合应用了控制变量法、归纳法、比值定义法来进行分析、解答，对同学的综合素质要求很高，是一道考查能力的好题。

【题文】23. 如图所示，用伏安法测电源电动势和内阻的实验中，在电路中接一阻值为 2Ω 的电阻 R_0 ，通过改变滑动变阻器，得到几组电表的实验数据：

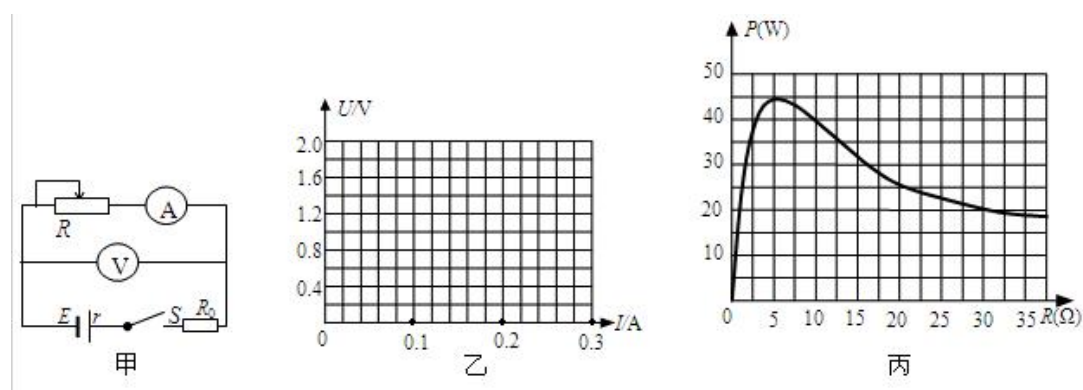
$U (V)$	1.2	1.0	0.8	0.6
$I (A)$	0.10	0.17	0.23	0.30

(1) R_0 的作用是_____；

(2) 用作图法在坐标系内作出 $U-I$ 图线；

(3) 利用图线，测得电动势 $E =$ _____ V，内阻 $r =$ _____ Ω 。

(4) 某同学测另一串联电池组的输出功率 P 随外电阻 R 变化的曲线如图所示。由所得图线可知，被测电池组电动势 $E =$ _____ V，电池组的内阻 $r =$ _____ Ω 。

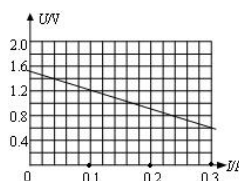


【知识点】测定电源的电动势和内阻。 J7

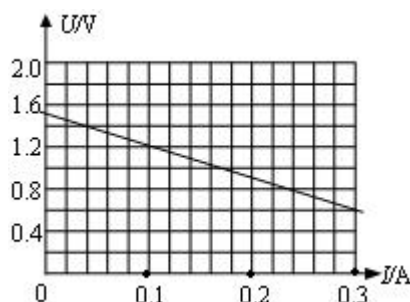
【答案解析】 (1) 保护电源、电表，防止短路。 (2)

1.0 V (4) 30 V 5 Ω

解析： (1) 一节干电池的电流不宜长时间超出 0.6 A，否则会损坏电池；电流表也有量程，



不能超过；(2) 先描点，然后用一条直线连接起来，如果不能通过所有点，使曲线两侧的点大致相同，如图所示；



(3) 电源的 $U-I$ 图象的纵轴截距表示电源的电动势，故 $E=1.5V$ ；

斜率表示内电阻，即 $R+r$ $\frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{1.2V - 0.6V}{0.3A - 0.1A} = 3\Omega$ ，故 $r=3.0-2.0=1.0\Omega$ ；

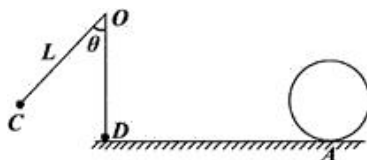
(4) 当内外电阻相等时，电源的输出功率最大，由图象可以看出，当电阻 $R=5\Omega$ 时，电源的输出功率最大，为 $45W$ ，故电源内阻为 5Ω ；再根据 $P = I^2 R$ $\frac{E}{r+R}$ $\frac{E}{5+5}$ $\times 5$ ，解得： $E=30V$ 。

【思路点拨】 (1) 通过电源、电表的电流不宜太大，故需串接定值电阻，以减小最大电流；(2) 先描点，然后用一条直线连接起来，如果不能通过所有点，使曲线两侧的点大致相同；(3) 电源的 $U-I$ 图象的纵轴截距表示电源的电动势；斜率表示内电阻；(4) 当内外电阻相等时，电源的输出功率最大，利用这个结论求解即可。本题关键是要明确保护电阻的作用，电源的 $U-I$ 图象的物理意义，同时明确“当内外电阻相等时，电源的输出功率最大”的结论

【题文】24. 如图所示，让摆球从图中的C位置由静止开始摆下，摆到最低点D处，摆线刚好被拉断，小球在粗糙的水平面上由D点向右做匀减速运动，到达小A孔进入半径 $R=0.3m$ 的竖直放置的光滑圆弧轨道，当摆球进入圆轨道立即关闭A孔。已知摆线长 $L=2m$ ， $\theta=60^\circ$ ，小球质量为 $m=0.5kg$ ，D点与小孔A的水平距离 $s=2m$ ， g 取 $10m/s^2$ 。试求：

(1) 求摆线能承受的最大拉力为多大？

(2) 要使摆球能进入圆轨道并且不脱离轨道，求粗糙水平面摩擦因数 μ 的范围？



【知识点】动能定理的应用；牛顿第二定律；机械能守恒定律。 C2 E2 E3 E6

【答案解析】 (1) $10N$ ；(2) $0.35 \leq \mu \leq 0.5$ 或者 $\mu \leq 0.125$ 。 解析： (1) 当摆球由C到D

运动机械能守恒： $mg(L-L\cos\theta) = \frac{1}{2}mv_D^2$

$$\text{由牛顿第二定律可得: } F_{\text{m}} - mg = m \frac{v_D^2}{L}$$

$$\text{可得: } F_{\text{m}} = 2mg = 10\text{N}$$

(2) 小球不脱圆轨道分两种情况: ①要保证小球能达到A孔, 设小球到达A孔的速度恰好为零, 由动能定理可得: $-\mu_1 mgs = 0 - \frac{1}{2}mv_D^2$ 可得: $\mu_1 = 0.5$

若进入A孔的速度较小, 那么将会在圆心以下做等幅摆动, 不脱离轨道. 其临界情况为到达圆心等高处速度为零,

$$\text{由机械能守恒可得: } \frac{1}{2}mv_A^2 = mgR$$

$$\text{由动能定理可得: } -\mu_2 mgs = \frac{1}{2}mv_A^2 - \frac{1}{2}mv_D^2 \quad \text{可求得: } \mu_2 = 0.35$$

②若小球能过圆轨道的最高点则不会脱离轨道, 在圆周的最高点由牛顿第二定律可得:

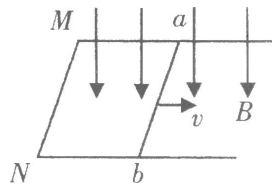
$$mg = m \frac{v^2}{R}$$

$$\text{由动能定理可得: } -\mu_3 mgs - 2mgR = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_D^2 \quad \text{解得: } \mu_3 = 0.125$$

综上所以摩擦因数 μ 的范围为: $0.35 \leq \mu \leq 0.5$ 或者 $\mu \leq 0.125$

【思路点拨】(1) 摆球摆到D点时, 摆线的拉力最大, 根据机械能守恒定律求出摆球摆到D点时速度, 由牛顿第二定律求出摆线的最大拉力. (2) 要使摆球能进入圆轨道, 并且不脱离轨道, 有两种情况: 一种在圆心以下做等幅摆动; 另一种能通过圆轨道做完整的圆周运动. 小球要刚好运动到A点, 对小球从D到A的过程, 运用动能定理求出动摩擦因数 μ 的最大值; 若小球进入A孔的速度较小, 并且不脱离轨道, 那么将会在圆心以下做等幅摆动, 不脱离轨道, 其临界情况为到达圆心等高处速度为零, 根据机械能守恒和动能定理求出动摩擦因数. 要使摆球能进入圆轨道, 恰好到达轨道的最高点, 就刚好不脱离轨道, 在最高点时, 由重力提供向心力, 由牛顿第二定律求出此时小球的速度, 对从D到轨道最高点的过程, 运用动能定理求解动摩擦因数的最小值, 即可得到 μ 的范围. 本题关键是不能漏解, 要知道摆球能进入圆轨道不脱离轨道, 有两种情况, 再根据牛顿第二定律、机械能守恒和动能定理结合进行求解.

【题文】25. 如图所示, 足够长的两光滑导轨水平放置, 两条导轨相距为d, 左端MN用阻值不计的导线相连, 金属棒ab可在导轨上滑动, 导轨单位长度的电阻为 r_0 , 金属棒ab的电阻不计. 整个装置处于竖直向下的均匀磁场中, 磁场的磁感应强度随时间均匀增加, $B = kt$, 其中k为常数. 金属棒ab在水平外力的作用下, 以速度v沿导轨向右做匀速运动, $t=0$ 时, 金属棒ab与MN相距非常近. 求:



(1) 当 $t=t_0$ 时，水平外力的大小 F ；

(2) 同学们在求 $t=t_0$ 时刻闭合回路消耗的功率时，有两种不同的求法：

方法一： $P=F \cdot v$

方法二： $BI d=F$

$$I=\frac{F}{Bd} \quad P=I^2 R=\frac{F^2 R}{B^2 d^2} \text{ (其中 } R \text{ 为回路总电阻)}$$

这两种方法哪一种正确？请你做出判断，并简述理由。

【知识点】导体切割磁感线时的感应电动势；闭合电路的欧姆定律。 J2 L2 L5

【答案解析】(1) $\frac{k^2 d^2 t_0}{r_0}$ (2) 方法一错，方法二对； ⑨

方法一认为闭合回路所消耗的能量全部来自于外力所做的功，而实际上磁场的变化也对闭合回路提供能量。方法二算出的 I 是电路的总电流，求出的是闭合回路消耗的总功率。

解析：(1) 回路中的磁场变化和导体切割磁感线都产生感应电动势

据题意，有 $B=kt$ ，则得 $\frac{\Delta B}{\Delta t}=k$

回路中产生的总的感应电动势为

$$E = \frac{\Delta B}{\Delta t} S + Bdv \quad \text{①} \quad \frac{\Delta B}{\Delta t} S = kdv t_0 \quad \text{②}$$

$$I = \frac{E_{\text{总}}}{R} \quad \text{③}$$

联立求解得： $E_{\text{总}}=2kdv t_0$ ④

$$R=2r_0 v t_0 \quad \text{⑤}$$

$$\text{解得：} I = \frac{kd}{r_0} \quad \text{⑥}$$

所以， $F=BI d$ ⑦

$$\text{即 } F = \frac{k^2 d^2 t_0}{r_0} \quad \text{⑧}$$

(2) 方法一错，方法二对； ⑨

方法一认为闭合回路所消耗的能量全部来自于外力所做的功，而实际上磁场的变化也对闭合回路提供能量。方法二算出的 I 是电路的总电流，求出的是闭合回路消耗的总功率。

【思路点拨】(1) 回路中既有动生电动势，又有感生电动势，分别由 $E=BLv$ 和法拉第电磁感应定律结合求出总的感应电动势，由欧姆定律求电路中的电流，因为棒 ab 匀速运动，外力 F 与安培力平衡，由公式 $F=BIL$ 求出安培力，即可求得外力。

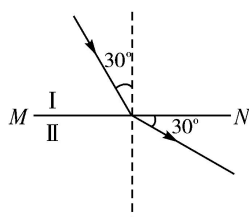
(2) 方法一错，方法二对；方法一认为闭合回路所消耗的能量全部来自于外力所做的功，而实际上磁场的变化也对闭合回路提供能量。本题中动生电动势和感生电动势同时产生，要注意判断它们方向关系，其他是常规思路。

(二) 选考题：(共45分。请考生从给出的各科中任选一题做答，如果多做，则每学科按所做的第一题计分。并要求考生填涂选考标记，不涂者计零分。)

【题文】34.[物理——选修3-4] (15分)

(1) (6分) 如图所示，一单色光由介质 I 射入介质 II，在界面 MN 上发生偏折。下列说法正确的是()

- A. 该光在介质 I 中传播的速度大
- B. 该光在介质 II 中传播的速度大
- C. 该光在介质 I 中和介质 II 中传播的速度之比为 $\sqrt{3}$
- D. 该光在介质 II 中和介质 I 中传播的速度之比为 $\sqrt{3}$



【知识点】光的折射定律. N1

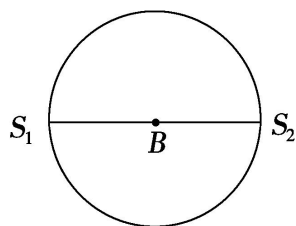
【答案解析】BD 解析：由图知光在介质 II 中的折射角较大，则介质 II 为光疏介质，光在

介质 II 中传播的速度大；介质 I 相对介质 II 的折射率为 $n = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = \sqrt{3}$ 则该光在介质 II 中和介质 I 中传播的速度之比为 $\sqrt{3}$ 故选：BD.

【思路点拨】由折射定律求出折射率，根据 $v = \frac{c}{n}$ 求出传播速度。光由光疏介质射向光密介质，会偏近法线，反之则偏离法线。

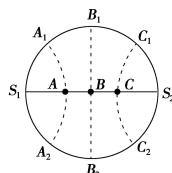
(2) (9分) 如图所示，在同一均匀介质中有 S_1 和 S_2 两个波源，这两个波源的频率、振动方向均相同，且振动的步调完全一致， S_1 与 S_2 之间相距为 4 m，若 S_1 、 S_2 振动频率均为 5 Hz，两列波的波速均为 10 m/s，B 点为 S_1 和 S_2 连线的中点，今以 B 点为圆心，以 $R=BS_1$ 为半径画圆。

- (1) 该波的波长为多少？
- (2) 在 S_1 、 S_2 连线上振动加强的点有几个，它们距 S_1 的距离为多少？
- (3) 在该圆周上 (S_1 和 S_2 两波源除外) 共有几个振动加强的点？



【知识点】横波的图象；波长、频率和波速的关系. G2 G4

【答案解析】(1) 2m; (2) 1m, 2m, 3m; (3) 6 解析:



(1) 波长 $\lambda = vT = \frac{10}{5} = 2 \text{ m}$,

(2) S_1 、 S_2 之间恰好有 2 个波长，由对称性可直接判断 B 点为加强点，A、B、C 三点分别为 S_1 、 S_2 连线的等分点，由图形可知， $AS_2 - AS_1 = \lambda$ ， $CS_1 - CS_2 = \lambda$ ，故 A 与 C 两点也为加强点，故在 S_1 、 S_2 连线上有 3 个加强点分别为： $AS_1 = \frac{\lambda}{2} = 1 \text{ m}$ ， $BS_1 = \lambda = 2 \text{ m}$ ， $CS_1 = \frac{3}{2} \lambda = 3 \text{ m}$ 。

(3) A、B、C 三点为振动加强的点，过 A、B、C 三点作三条加强线（表示三个加强区域）交于圆周上 A_1 、 A_2 、 B_1 、 B_2 、 C_1 、 C_2 六个点，显然这六个点也为加强点，故圆周上共有六个加强点。

【思路点拨】根据波长、波速即频率的关系求解波长，两列频率相同的简谐波在某点相遇时，若它们的波程差是波长的整数倍，则振动是加强区；若它们的波程差是半波长的整数倍，则振动是减弱区。解决本题的关键知道波峰和波峰叠加，波谷与波谷叠加振动加强，波峰与波谷叠加，振动减弱。以及知道振动加强区和振动减弱区的分布。

【题文】35. [物理——选修3-5] (15分)

(1) (6分) 以下是有关近代物理内容的若干叙述，其中正确的是_____。

- A. 原子核发生一次 β 衰变，该原子外层就失去一个电子
- B. 按照玻尔理论，氢原子核外电子从半径较小的轨道跃迁到半径较大的轨道时，电子的动能减小，但原子的能量增大
- C. 太阳辐射的能量主要来自太阳内部的裂变反应
- D. 比结合能越大，原子核中核子结合得越牢固，原子核越稳定。
- E. 一束光照射到某种金属上不能发生光电效应，可能是因为这束光的光强太小

【知识点】原子核衰变及半衰期、衰变速度；氢原子的能级公式和跃迁；轻核的聚变. 01 02

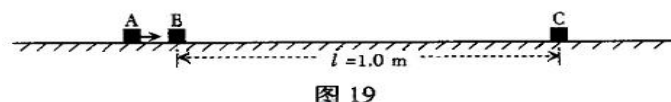
【答案解析】BD 解析：A、 β 衰变的实质是原子核内的一个中子转变为一个质子和一个电子，电子释放出来，故 A 错误。B、按照玻尔理论，氢原子核外电子从半径较小的轨道跃

迁到半径较大的轨道时，原子的能量增大，根据 $k \frac{e^2}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$ 知，电子的动能减小，故 B 正

确。C、太阳辐射的能量主要来自太阳内部的聚变反应。故C错误。D、比结合能越大，原子核中核子结合得越牢固，原子核越稳定，故D正确。E、能否发生光电效应与入射光的强度无关，与入射光的频率有关。故E错误。故选：BD。

【思路点拨】 β 衰变的电子不是来自核外电子，是原子核中的中子转变为质子产生的；根据库仑引力提供向心力，结合轨道半径的变化判断电子动能的变化；太阳辐射的能量来自太阳内部的聚变反应；比结合能越大，原子核越稳定；发生光电效应的条件是入射光的频率大于金属的极限频率，与入射光的强度无关。本题考查了衰变、能级、结合能、光电效应等基础知识点，关键要熟悉教材，牢记这些基础知识点。

(2) (9分) 如图所示，水平地面上静止放置着物块B和C，相距 $l=1.0\text{m}$ 。物块A以速度 $v_0=10\text{m/s}$ 沿水平方向与B正碰。碰撞后A和B牢固地粘在一起向右运动，并再与C发生正碰，碰后瞬间C的速度 $v=2.0\text{m/s}$ 。已知A和B的质量均为 m ，C的质量为A质量的 k 倍，物块与地面的动摩擦因数 $\mu=0.45$ 。(设碰撞时间很短， g 取 10m/s^2)



(1) 计算与C碰撞前瞬间AB的速度；

(2) 根据AB与C的碰撞过程分析 k 的取值范围，并讨论与C碰撞后AB的可能运动方向。

【知识点】动量守恒定律；动能定理的应用。E2 F2

【答案解析】(1) 4m/s (2) 当 $2 \leq k < 4$ 时，AB的运动方向与C相同 当 $k = 4$ 时，AB的速度为0 当 $4 < k \leq 6$ 时，AB的运动方向与C相反解析：(1) 设AB碰撞后的速度为 v_1 ，AB碰撞过程由

动量守恒定律得 $mv_0 = 2mv_1$

设与C碰撞前瞬间AB的速度为 v_2 ，由动能定理得 $-\mu mgl = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$

联立以上各式解得 $v_2 = 4\text{m/s}$

(2) 若AB与C发生完全非弹性碰撞，由动量守恒定律得 $2mv_2 = (2+k)mv$

代入数据解得 $k = 2$ 此时AB的运动方向与C相同

若AB与C发生弹性碰撞，由动量守恒和能量守恒得

$$\begin{aligned} 2mv_2 &= 2mv_3 + kmv \\ \frac{1}{2} \cdot 2mv_2^2 &= \frac{1}{2} \cdot 2mv_3^2 + \frac{1}{2} \cdot kmv^2 \end{aligned}$$

$$v_3 = \frac{2-k}{2+k}v_2$$

$$v = \frac{4}{2+k}v_2$$

联立以上两式解得

代入数据解得 $k = 6$ 此时AB的运动方向与C相反

若AB与C发生碰撞后AB的速度为0，由动量守恒定律得

$$2mv_2 = kmv$$

代入数据解得 $k = 4$

综上所述得 当 $2 \leq k < 4$ 时，AB的运动方向与C相同

当 $k = 4$ 时，AB的速度为0

当 $4 < k \leq 6$ 时，AB 的运动方向与 C 相反

【思路点拨】该题要分清过程，过程 I 为 AB 碰撞过程，该过程为完全非弹性碰撞过程；过程 II 为 AB 粘在一块克服地面摩擦运动 1m 的过程，这一过程可由动能定理计算，也可由匀变速直线运动的知识计算，过程 III 为可能是完全非弹性碰撞，也可能是弹性碰撞，也可能是完全弹性碰撞；根据不同的碰撞，AB、C 系统损失的能量也不一样，所以 AB 球的方向可能与 C 同向、也可能为零、也可能与 C 反向。要分三种情况讨论。该题第一问较为简单，第二问稍难。只要注意到碰撞过程中能量个关系和动量守恒，这样就不会无从下手了