目录

重要结论 …… 1
知识清单 …… 6
物理学史 …… 9
教材回归 …… 11
错题重练 …… 12
高分练习 …… 13
新情境题 …… 75

重要结论

1. 初速为零的匀变速直线运动的比例关系

2. 逐差法求解加速度

3. 动态平衡问题的求解方法

4. 板块问题中共速后板块是否相对运动的讨论

5. 三种类型的关联速度问题

6. 平抛运动的两条推论

7. 竖直面内圆周运动 (最高点或任意点) 的临界速度

8. 地球内部、表面、外部重力加速度的求解

9. 动碰动弹性碰撞的结论

10. 人船问题的求解

11. 连续流体和非连续连体冲击力的求解

12. 接近速度等于分离速度的证明

13. 等量点电荷产生的电场的场强和电势分布规律

14. 不同带电粒子从静止经过同一匀强电场加速后，再经过同一匀强电场偏转射出时的位移偏移量和速度偏转角总是相同的

15. $\frac{U}{I}$ 与 $\frac{\Delta U}{\Delta I}$ 的求解

16. 电源的等效

17. 非线性元件工作点的确定

18. 中值电阻的概念

19. 配速法

20. 区分电流的平均值和有效值

21. 理想变压器中的等效电阻和等效电源

1. 中时速和中位速公式
2. 竖直上抛的对称性
3. 辨析刹车问题和可往返的匀变速运动
4. 晾衣架模型
5. 自锁的条件
6. 等时圆模型
7. 连接体问题中内力公式
8. 小船过河中最短时间和最短航程的求解
9. 平抛运动任意相等时间内速度改变量的特点
10. 区分轻绳模型和轻杆模型
11. 竖直面内圆周运动(重力场或等效场中)最高点最低点的拉力差
12. 区分圆锥摆和单摆
13. 匀质球壳内质点受万有引力为零
14. 天体的密度 $\rho=\frac{3\pi}{GT^2}$ 的证明
15. 双星问题的求解
16. 卫星的变轨问题
17. 天体中相距最近或最远问题
18. 区分汽车的两种启动方式
19. 区分 $W=Fx$ 和 $Q=fx$ 中的 x
20. 物体沿固定斜面下滑时克服摩擦力做功的表达式
21. 区分摩擦力做功与因摩擦而产生的热量
22. 区分碰撞和爆炸的特点
23. 简谐运动的对称性
24. 证明物体做简谐运动的思路
25. 单摆周期公式的证明
26. $\Delta x=\frac{l}{d}\lambda$ 各量的含义及公式的证明
27. 三个自由点电荷平衡
28. 匀强电场中涉及电势的推论
29. 电容器动态分析的两种情形
30. 电流微观式的推导
31. 串反并同的条件
32. 区分纯电阻电路和非纯电阻电路
33. 电源输出功率最大值的推导
34. 电桥平衡时的特点
35. 内外接法的选择方法
36. 分压限流的选择方法
37. 测量电阻的方法
38. 区分有效长度:$E=Blv$ 和 $F=BIl$
39. 同向电流相吸,异向电流相斥
40. 根据 $F=BIl$ 推到 $f=qvB$
41. 速偏角 = 圆心角 = 2 倍弦切角的证明
42. 粒子进出直线、圆形边界磁场对称性的证明
43. 磁聚焦的证明
44. $F_A=\frac{B^2L^2v}{R}$ 的条件和证明

45. $q=n\frac{\Delta\phi}{R}$ 的条件和证明

46. $Q=W_{克安}$ 的条件和证明

47. $I_{人}=\frac{B^2L^2x}{R}$ 的条件和证明

48. $I_{人}=\frac{B^2L^2\Delta x}{R}$ 的条件和证明

49. 区分感生电动势和动生电动势

50. 旋转切割电动势的求解

51. 区分 $I_{有}=\frac{I}{\sqrt{2}}$ 和 $I_{有}=\frac{I}{2}$

52. 多组副线圈的变压器的参数关系

53. $W=p\Delta V$ 的证明

54. $\Delta U=Q+W$ 的符号法则

55. 区分：比结合能图像和平均质量图像

56. 图像：$a-x$ 图像、E_p-x 图像、E_k-x 图像、$E_{机}-x$ 图像、$E-x$ 图像、$\phi-x$ 图像、$a-v$ 图像

近代物理

一、光电效应方程

1. 光子能量：$E=h\nu=h\frac{c}{\lambda}$

2. 爱因斯坦光电效应方程：$E=h\nu-W_0$

3. 求截止频率：$\nu_c=\frac{W_0}{h}$

4. 求遏止电压：$eU_c=E_k=h-W_0$　　$U_c=\frac{h\nu-W_0}{e}$

二、对光电效应的理解

1. 能否发生光电效应，不取决于光的强度而取决于光的频率。

2. 光电效应中的“光”不仅指可见光，还包括不可见光。

3. 逸出功的大小由金属本身决定，与入射光无关。

三、光电效应中的图像

1. $I-U$

2. $E_k-\nu$

3. $U_c-\nu$

四、氢原子的能级和轨道半径

1. 能级公式：$E_n=\frac{1}{n^2}E_1(n=1,2,3,\cdots)$，其中 $E_1=-13.6\ \text{eV}$（了解即可）

2. 半径公式：$r_n=n^2r_1,(n=1,2,3,\cdots)$，其中基态半径 $r_1=0.53\times10^{-10}\text{m}$（了解即可）

3. 氢原子的能级跃迁

(1) 发生跃迁时，放出（吸收）光子：$h\nu=E_n-E_m(m<n)$。对应光的波长 $\lambda=\frac{c}{\nu}$。

(2) 处于 n 能级的氢原子跃迁到基态发出光谱线条数的两种情况：

①一个氢原子跃迁发出光谱线条数最多为 $(n-1)$。

②一群氢原子跃迁发出的光谱线条数：$N=C_n^2=\frac{n(n-1)}{2}$。

五、跃迁和电离

1. 定态间的跃迁——满足能级差

(1) 受激跃迁：从低能级 (m) 跃迁高能级 (n) → 吸收能量。 $h\nu=E_n-E_m$

(2) 自发跃迁：从高能级 (n) 跃迁低能级 (m) → 放出能量。 $h\nu=E_n-E_m$

2. 电离

电离态：$n=\infty,E=0$

激发态 → 电离态：$E>(0-E_n)=|E_n|$。

若吸收的能量足够大，克服电离能后，获得自由电子的动能不为零。

特别提醒：发生受激跃迁时，需满足①光照（吸收光子）：光子的能量必须恰等于能级差 ΔE；②粒子碰撞：只要入射粒子能量大于或等于能级差即可，$E_{外}\geqslant\Delta E$；③吸收大于电离能的光子，原子被电离。

六、原子核、核反应和核能

1. 原子核的衰变及半衰期

(1) 衰变规律及实质

衰变类型	α 衰变	β 衰变
衰变方程		
衰变实质	2个质子和2个中子结合成一个 α 粒子射出	中子转化为质子和电子
衰变规律	电荷数守恒、质量数守恒	

(2) 半衰期的公式：

$N_{余}=N_{原}\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{\tau}}$　　$m_{余}=m_{原}\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{\tau}}$

2．四种常见核反应

类型		可控性	核反应方程典例	
衰变	α衰变	自发		
	β衰变	自发		
人工转变		人工控制	(卢瑟福发现质子)	
			(查德威克发现中子)	
				约里奥－居里夫妇发现放射性同位素
重核裂变		较容易控制		实际应用：原子弹、核电站、核动力航母等
轻核聚变		很难控制		实际应用：氢弹

3．核反应和核能的计算

(1) 利用质能方程计算核能

①根据核反应方程，计算出核反应前与核反应后的质量亏损 Δm。

②根据爱因斯坦质能方程 $\Delta E=\Delta mc^2$ 计算核能。质能方程 $\Delta E=\Delta mc^2$ 中 Δm 的单位用“kg”，c 的“m/s”，则 E 的单位为“J”。

$\Delta E=\Delta mc^2$ 中，若 Δm 的单位用“u”，则可直接利用 $\Delta E=(\Delta m\times 931.5)$MeV 计算 ΔE，此时 ΔE 的“MeV”，即 $1u=1.660\,5\times10^{-27}$ kg，相当于931.5MeV，这个结论可在计算中直接应用。

(2) 利用比结合能计算核能

原子核的结合能＝核子的比结合能×核子数。

核反应中反应前系统内所有原子核的总结合能与反应后生成的所有新核的总结合能之差，就是该核释放(或吸收)的核能。

光学

一、光的波动性

1. 发生干涉的条件：两光源频率相等，振动方向相同，相位差恒定。同相位时，出现明暗条纹的条件：$\Delta r = k\lambda(k=0,1,2,\cdots)$ 为明条纹；$\Delta r = \left(k+\frac{1}{2}\right)\lambda(k=0,1,2,\cdots)$ 为暗条纹。

2. 光发生明显衍射的条件：$d \leqslant \lambda$。

二、电磁波

1. 各种电磁波的特性

(1)同一种电磁波在不同介质中传播时，频率不变，波速、波长发生改变。

(2)电磁波在真空中的传播速度为 c，在介质中的传播速度为 $v=\frac{c}{n}$(n 为介质对电磁波的折射率)。

(3)不同电磁波在同一介质中传播时，传播速度不同，频率越高，波速越小，频率越低，波速越大。

2. 按电磁波谱的排列顺序，波长越长，频率越低，衍射能力越强，穿透能力越弱；波长越短，频率越高，衍射能力越弱，穿透能力越强。

3. 明确各种频率的电磁波的用途：无线电波用于通信和广播，红外线用于加热和遥感技术，紫外线用于杀菌消毒，X射线用于医学上的X光片，γ射线用于检查金属部件的缺陷等。

热学

一、估算问题

1. 油膜法估算分子直径：$d=\frac{V}{S}$(V为纯油酸的体积，S为单分子油膜的面积)。

2. 分子总数：$N=nN_A=\frac{m}{M}N_A=\frac{V}{V_{mol}}N_A$

3. 两种模型：球体模型 $V=\frac{4}{3}\pi R^3$(适用于估算液体、固体分子的直径)和立方体模型 $V=a^3$(适用于估算气体分子的间距)。

二、液体和气体

1. 液晶的性质

2. 液体表面张力

3. 饱和汽压

4. 空气的湿度

三、气体分子运动速率分布和气体压强

1. 分子运动速率分布图像

2. 分布规律

3. 气体压强的微观解释

四、热力学定律

专题 物理学史及物理学思想方法

【物理学史归纳总结】

物理学史在高考中主要考查点有：一是考查物理知识，如物理学家的重要发现、所做的重要实验等；是考查物理过程和思想，如对物理学发展过程所采用的科学方法的认识，物理发明或发现中体现的物想。

(一) 力学部分

代表人物	国籍	物理观点与成就	备注
亚里士多德	古希腊	(1) 力是维持物体运动的原因 (2) 物体下落的快慢跟它的轻重有关，重的物体下落得快	
托勒密	古希腊	所有天体都围绕地球运转 – “地心说”	
哥白尼	波兰	所有天体都围绕太阳运转 – “日心说”	
伽利略	意大利	(1) 运动不需要力来维持 (2) 利用逻辑推理知：重物和轻物下落的快慢是一样的 (3) 提出了理想斜面模型，开创了实验与推理相结合的思维模式 (4) 发现了摆的等时性，为计量时间奠定基础	推翻了亚里士多德 被誉为“现代物理学
开普勒	德国	发现了行星运动三定律	
牛顿	英国	(1) 力不是维持物体运动状态的原因，是改变物体运动状态的原因 (2) 建立了牛顿运动三定律 (3) 发现了万有引力定律	完成经典力学大统一
卡文迪什	英国	利用扭秤测出引力常量	

(二) 电磁学部分

代表人物	国籍	物理观点与成就	备注
富兰克林	美国	(1) 命名了自然界正、负两种电荷 (2) 研究雷电，发明了避雷针	
库仑	法国	利用扭秤研究真空中静止点电荷间的作用力，提出了库仑定律	使电学研究从定性阶 入定量阶段
奥斯特	丹麦	发现了电流的磁效应	开创了电磁现象的研
安培	法国	(1) 电流的磁场方向 – 安培定则 (2) 提出了“分子电流假说” (3) 研究磁场对电流的作用 – 安培力	
欧姆	德国	提出欧姆定律	
法拉第	英国	(1) 发现了电磁感应现象并进行了广泛的研究 (2) 发明了圆盘发电机 – 第一台发电机 (3) 提出场的概念，引人电场线、磁感线描述电场、磁场	解决了磁生电的问题
亨利	美国	发现自感现象	
楞次	俄国	总结出感应电流的方向规律 – 楞次定律	
焦耳	英国	(1) 发现电流的热效应 – 焦耳定律 (2) 测定了热功当量	
洛伦兹	荷兰	磁场对运动电荷的作用 – 洛伦兹力	
阿斯顿	英国	发明了质谱仪	
劳伦斯	美国	发明了回旋加速器	

(三) 热、光、近代物理部分

代表人物	国籍	物理观点与成就	备注
布朗	英国	发现了布朗运动	
开尔文	英国	(1) 表述了热力学第二定律 (2) 建立了热力学温标 (3) 发现了热力学第三定律	
斯涅耳	荷兰	发现了光的折射定律	
托马斯·杨	英国	巧妙地获取到相干光源，观察到光的双缝干涉	
泊松	法国	计算出了圆板衍射 – 泊松亮斑	支持了光的波动学说
麦克斯韦	英国	(1) 预言电磁波的存在 (2) 提出电磁场理论 (3) 指出光是一种电磁波	
伦琴	德国	1895 年发现了 X 射线，1901 年被授予首次诺贝尔物理学奖	为开创医疗影像技术铺平了道路
赫兹	德国	(1) 通过实验验证了电磁波的存在 (2) 测定了电磁波的速度等于光速 (3) 发现了光电效应	
普朗克	德国	认为电磁波的发射或吸收都是不连续的	
爱因斯坦	美国 瑞士	(1) 建立了光子说，解释了光电效应 (2) 建立了相对论	
康普顿	美国	发现了康普顿效应	
德布罗意	法国	提出实物粒子也具有波动性	
汤姆孙	英国	研究阴极射线，测定了粒子比荷，发现了电子	揭示原子不是最小微粒
密立根	美国	利用油滴实验，测定电子的电荷量	$e = 1.6 \times 10^{-19}$C
卢瑟福	英国	(1)α 粒子散射实验 (2) 提出原子的核式结构 (3) 发现了质子，预言中子的存在，指出原子核由质子和中子构成	质子的发现是原子核的第一次人工转变
巴耳末	瑞士	提出巴耳末公式	
玻尔	丹麦	提出原子结构的量子化模型	
贝克勒尔	法国	发现了天然放射现象	
玛丽·居里 皮埃尔·居里	法国	发现了放射性元素：钋和镭	
查德威克	英国	发现了中子	
安德森	美国	发现了正电子	
哈恩	德国	发现了铀核裂变	核能利用的途径

【物理思想方法总结】

(1) 理想模型法
(2) 控制变量法
(3) 比值定义法
(4) 极限思维法
(5) 微元法
(6) 理想实验法
(7) 放大法
(8) 等效替代法
(9) 类比法

拓展学习

必修一：P23;P43

必修二：P12;P33;P53;P81

必修三：P39;P41;P47;P55;P60;P87;P107;

选修一：P39

选修二：P54;P99

选修三：P29;P62;P103;P113;P121;

做一做

必修一：P47

必修二：

必修三：P4

选修一：P33;P39;P93

选修二：P36;P40;

选修三：

科学漫步

必修一：P48;P63;P92

必修二：P46;P64

必修三：P48

选修一：P8;P26;P53;P100;P106

选修二：P10;P59;

选修三：P21;P40;P90;

思考与讨论

必修一：P102;

必修二：P18;P51;P67;P81

必修三：P34

选修一：P75

选修二：P8;P9;P35;P93;P98

选修三：P51;P75;

课题研究

必修一：P108

必修二：P102

必修三：P130

选修一：P110

选修二：P109

选修三：P132

课后习题

必修一：P36T1;P51T4;P53T6;P76T1;P77T7;P110T4;P106T9T2;P107T7

必修二：P13T1;P20T7;P20T2;P26T4;P40T3T4T5;P42T3T4T6;P58T1;P71T3T4;P72T5T6;P94T6;P99T5;P100T3T4;P101T6T7

必修三：P5T3;P17T7;P22T3;P23T4T6;P24T4T5;P34T6;P37T2;P43T4;P49T2T3T4;P51T3T4;P61T5;P74T5;P75T5;P77T4;P99T4;P100T7;P101T3;P102T5;P113T3;P118T4T6;P123T4;P129T2T4T5

选修一：P10T6;P19T2;P23T4;P27T1T3T4;P29T4T8;P34T1;P43T2;P47T2;P54T1T4;P55T4T5T1;P55T3T6;P65T6;P73T2T3;P78T4T5T7;P84T4;P94T4;P97T3;P101T1;P107T2;P108T3;P109T3T4T5

选修二：P6T3T4;P19T1;P20T7;P28T4;P32T2;P42T3;P43T2T4T5;P44T1T3;P45T6;P51T4;P60T5;P65T5;P66T6;P67T4;P73T1T2T4;P77T4;P80T3T4;P86T1;P87T4T5;P100T3;P105T1T2;P107T3;P108T4T5

选修三：P6T3;P9T3;P17T4T2;P25T4;P30T3T4;P35T3;P41T6;P42T2;P43T1T3;P44T7;P49T3;P53T2;P58T3;P64T6T1;P65T5;P77T4T5;P83T3;P91T3;P97T2;P98T1;P99T3T6;P107T2;P114T2T5;P118T4;P125T5;P131T2T4;P131T2T4

步步高错题重练

一章

.4 例 8;P21 例 4;P332T9

二章

37 例 4;P42 例 5;P338T11T12;P340T11;P343T2

三章

49 例 6;P63 例 6;P66 例 5;P353T11;P361T4

四章

77 例 10;P85 例 5;P366T10;P370T9

五章

101 例 11;P103 例 4;P376T12;P380T7

六章

121 例 8;P123 例 3;P125 例 7;P132 例 5;P381T6;P389T9

七章

136 例 7;P141 例 1;P150 例 3;P403T13;P404T6

八章

157 例 11;P172 例 7;P174 例 3;P413T11;P412T5

九章

201 例 1;P208 例 7;P431T9T10

十章

215 例 3;P221 例 2;P223 例 5;P227 例 1;P229 例 4

十一章

247 例 4;P251 例 4;P469T8;P473T11;P476T8

十二章

255 例 5;P261 例 7;P480T9T12

十三章

482T9T11;P484T6;P485T11;P486T13

十四章

279 例 2;P281 例 6;P489T11;P491T9T12

十五章

497T7;P498T11;P501T3;P502T6;P503T7

十六章

510T8T9;P511T4T6;P512T10

高分训练 (1)

限时：30 分钟

一、选择题：本题共 7 小题，每小题 4 分，共 28 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. “快中子增殖反应堆”是一种利用快中子进行核裂变链式反应的反应堆，简称“快堆”。中国实验快堆工程 (CEFR) 已经成功并网发电，这标志着国家“863”计划重大项目目标的全面实现。中国实验快堆采用钚 ($^{239}_{94}Pu$) 作燃料，在堆心燃料钚的外围再生区里放置不易发生裂变的铀 ($^{238}_{92}U$)；钚 −239 裂变释放出的快中子，被再生区内的铀 −238 吸收，铀 −238 转变为成铀 −239，铀 −239 极不稳定，经过衰变，进一步转变为易裂变的钚 −239，从而实现核燃料的“增殖”。关于中国实验快堆，下列说法正确的是 (　　)

A. 铀 −239 转变为钚 −239，经过了 3 次 β 衰变

B. 铀 −239 发生衰变的实质是原子核内的中子转化为一个质子和一个电子

C. 铀 −239 发生衰变过程中，电荷数守恒，质量也守恒

D. 钚 ($^{239}_{94}Pu$) 裂变生成为两个中等质量的核，钚核的比结合能大于生成的两个核的比结合能

2. 如图所示为某窑炉的温控原理示意图。质量为 M 的窑炉开口向下挂在一根轻杆上，用质量为 m、横截面积为 S 的活塞封闭一定质量的理想气体在炉内。活塞下面连接一根弹簧，弹簧下端连接质量为 m_0 的物体，物体与地面间有一压力传感器。当炉内温度为 T_0 时，压力传感器的示数等于 m_0g，对炉内停止加热，当炉内温度降为 T 时，压力传感器的示数等于 0，加热设备就会立即重新启动。不计一切摩擦，活塞处密封性良好。则在炉内温度从 T_0 变为 T 的过程中，下列说法正确的是 (　　)



A. 气体的体积增大，每个分子对器壁的撞击力均减小

B. 气体的压强减小，单位体积的分子数增多

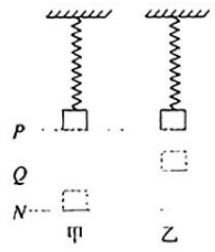
C. 气体的温度降低，吸收热量

D. 外界对气体做功，封闭气体的内能增大

3. 设地球同步卫星的轨道半径为 R，我国“天宫”空间站的轨道半径为 r。航天员王亚平在“天宫”空间站授课时说，在空间站上一天可以观察到 16 次日出，由此可以推算出 $\frac{R^3}{r^3}$ 等于 (　　)

A. 1.5　　B. 2.25　　C. 16　　D. 256

4. 在一轻弹簧下挂一重物，将它从位置 P 处放开，它将迅速下降，直至位置 N 后再返回 (如甲图所示)。若我们用手托着该重物使它缓缓下降，最终它在达到位置 Q 后就不再运动了 (如乙图所示)。记弹簧的弹性势能为 E_{p1}、物体和地球的重力势能为 E_{p2}、物体的动能为 E_k，弹簧始终处于弹性限度内，关于两次实验，下列说法正确的是 (　　)



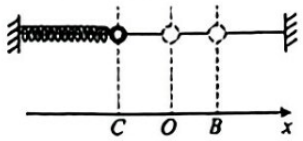
A. 甲图里重物从 Q 到 N 的过程中，$E_{p1}+E_{p2}$ 持续减小

B. 乙图里重物从 P 到 Q 的过程中，$E_{p1}+E_{p2}$ 持续增大

C. 甲图里重物从 P 到 N 的过程中，$E_{p1}+E_{p2}+E_k$ 保持不变

D. 乙图里重物从 P 到 Q 的过程中，$E_{p1}+E_{p2}+E_k$ 保持不变

5. 如图所示，弹簧振子的平衡位置为 O 点，在 B、C 两点之间做简谐运动。B、C 相距 40cm，从小球经过 O 点向 B 方向运动开始计时，经 0.75s 首次到达 C 点，取向右为正方向。下列说法正确的是 (　　)



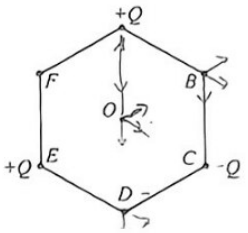
A. 小球振动的周期为 1.0s

B. 小球振动的振幅为 0.4m

C. 小球的位移 − 时间关系为 $x=0.2\sin\left(2\pi t+\frac{\pi}{2}\right)$m

D. 5s 末小球位移为 −0.2m

6. 如图所示为边长为 L 的正六边形，在 A、C、E 点分别固定放置电荷量为 $+Q$、$-Q$、$+Q$ 的点电荷，已知静电力常量为 k，关于三个点电荷形成的电场，下列说法正确的是（　　）



A. O 点电场强度大小为 $2k\frac{Q}{L^2}$，方向垂直 BC 向右

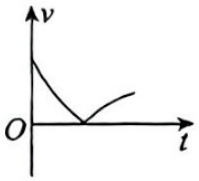
B. B 点和 D 点的电场强度大小相等，方向相同

C. 将一个带负电小球从 F 点移到 B 点，小球的电势能增加

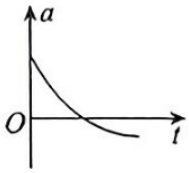
D. B 点和 D 点的电势相等，比 F 点电势低，比 O 点电势高

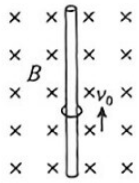
7. 如图所示，空间有范围足够大的匀强磁场，一个带正电的小圆环套在一根竖直固定且足够长的绝缘细杆上。现使圆环以一定的初速度向上运动，经一段时间后圆环回到起始位置，已知杆与环间的动摩擦因数保持不变，圆环所带电荷量保持不变，空气阻力不计，对于圆环从开始运动到回到起始位置的过程，下面关于圆环的速度 v、加速度 a 随时间 t 变化的图像、重力势能 E_p、机械能 E 随圆环离开出发点的高度 h 变化的图像，可能正确的是（　　）

A.

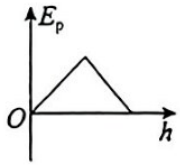


B.

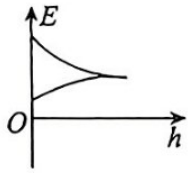




C.

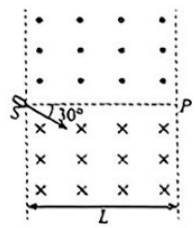


D.



二、选择题：本题共 4 小题，每小题 5 分，共 20 分。在每小题给出的四个选项中，有多项符合题目要求。全部选对的得 5 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。

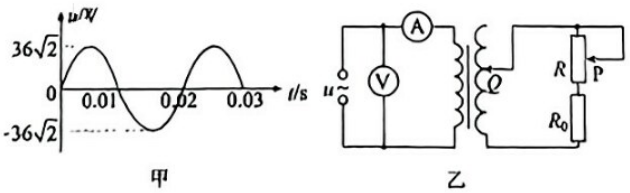
8. 在如图所示的平面内，分界线 SP 将宽度为 L 的矩形区域分成两部分，一部分充满方向垂直于纸面向外的匀强磁场，另一部分充满方向垂直于纸面向里的匀强磁场，磁感应强度大小均为 B，SP 与磁场左右边界垂直。离子源从 S 处射入速度大小不同的正离子，离子入射方向与磁场方向垂直且与 SP 成 30° 角。已知离子比荷为 k，不计重力。若离子从 P 点射出，设出射方向与入射方向的夹角为 θ，则离子的入射速度和对应 θ 角的可能组合为（　　）



A. $\frac{1}{3}kBL$，0°　　B. $\frac{1}{2}kBL$，0°

C. kBL，60°　　D. $2kBL$，60°

9. 交流发电机输出电压随时间的变化图像如图甲所示，发电机输出端与理想变压器原线圈相连，变压器与用电器电路如图乙所示。已知电流表、电压表均为理想电表，通过滑动触头 Q 可以调节副线圈的匝数，则下列说法正确的是（　　）



甲　　乙

A. 发电机的转速为 100r/s

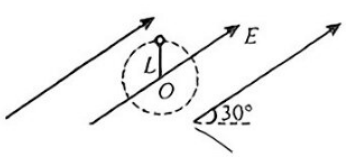
B. 在 $t = 0.005$s 时，电压表的示数为 36V

C. 仅将滑动变阻器的滑动触头 P 向下滑动，定值电阻 R_0 的功率减小

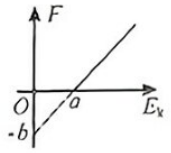
D. 仅将滑动触头 Q 向上滑动，电流表的示数变大

10. 如图甲所示，空间竖直平面内存在方向斜向右上方、与水平方向成 30° 角的匀强电场，用绝缘轻绳拴着一个带负电小球在竖直面内绕 O 点做完整的圆周运动。已知小球速度越大，轻绳绷得越紧。在小球运动过程中经过动能最小位置时，轻绳上拉力 F 与小球的动能 E_k 关系如图乙所示。假设小球运动轨迹圆与

电场线在同一竖直面内，小球受到的电场力与重力大小相等，不计小球大小，重力加速度为g。则下列所求物理量正确的是（　　）



甲

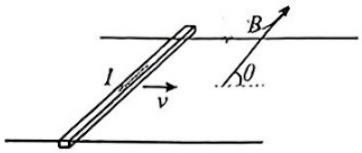


乙

A. 轻绳的长度为$\frac{2a}{b}$　　B. 轻绳的长度为$\frac{a}{2b}$

C. 小球的质量为$\frac{\sqrt{3}b}{3g}$　　D. 小球的质量为$\frac{\sqrt{3}b}{2g}$

11. 如图所示，两平行导轨在同一水平面内。一导体棒垂直放在导轨上，棒与导轨间的动摩擦因数恒定。整个装置置于匀强磁场中，磁感应强度大小恒定，方向与金属棒垂直、与水平向右方向的夹角θ可调。导体棒沿导轨向右运动，现给导体棒通以图示方向的恒定电流，适当调整磁场方向，可以使导体棒沿导轨做匀加速运动或匀减速运动。已知导体棒加速时，加速度的最大值为$\frac{\sqrt{3}}{3}g$；减速时，加速度的最大值为$\sqrt{3}g$，其中g为重力加速度大小。下列说法正确的是（　　）



A. 棒与导轨间的动摩擦因数为$\frac{\sqrt{3}}{6}$

B. 棒与导轨间的动摩擦因数为$\frac{\sqrt{3}}{3}$

C. 加速阶段加速度大小最大时，磁场方向斜向下，$\theta=60°$

D. 减速阶段加速度大小最大时，磁场方向斜向上，$\theta=150°$

高分训练(2)

限时：15分钟

非选择题：本题共5小题，共52分。

2.(6分)某同学设计了一个用拉力传感器验证机械能守恒定律的实验。一根轻绳一端连接固定的拉力传感器，另一端连接小钢球，如图甲所示。拉起小钢球至某一位置由静止释放，使小钢球在竖直平面内摆动，记录钢球摆动过程中拉力传感器示数的最大值 T_{max} 和最小值 T_{min}。改变小钢球的初始释放位置，重复上述过程。根据测量数据在直角坐标系中绘制的 $T_{max}-T_{min}$ 图像是一条直线，如图乙所示。

(1) 若小钢球摆动过程中机械能守恒。则图乙中直线斜率的理论值为 _____。

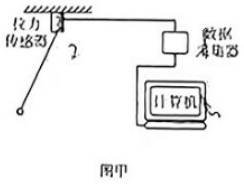
(2) 由图乙得：直线的斜率为 _____，小钢球的重力为 _____ N。(结果均保留2位有效数字)

(3) 该实验系统误差的主要来源是 _____(单选，填正确答案标号)。

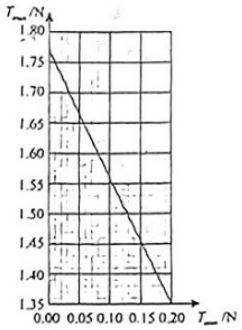
A. 小钢球摆动角度偏大

B. 小钢球初始释放位置不同

C. 小钢球摆动过程中有空气阻力



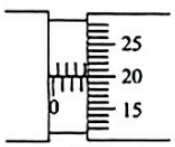
图甲



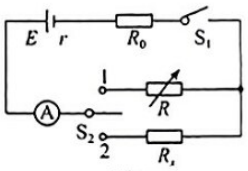
图乙

3.(9分)某探究小组学习了多用电表的工作原理和使用方法后，为测量一种新型材料制成的圆柱形电阻的电阻率，进行了如下实验探究。

(1) 该小组用螺旋测微器测量该圆柱形电阻的直径 D，示数如图甲所示，其读数为 _____ mm。再用游标卡尺测得其长度 L。



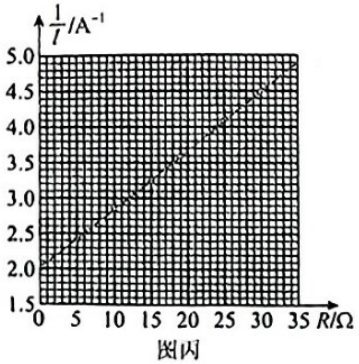
图甲



图乙

(2) 该小组用如图乙所示的电路测量该圆柱形电阻 R 的阻值。图中电流表量程为0.6A、内阻为1.0Ω，定值电阻 R_0 的阻值为20.0Ω，电阻箱 R 的最大阻值为999.9Ω。首先将 S_2 置于位置1，闭合 S_1，多次改变电阻箱 R 的阻值，记下电流表的对应读数 I，实验数据见下表。

R/Ω	I/A	$\frac{1}{I}/A^{-1}$
5.0	0.414	2.42
10.0	0.352	2.84
15.0	0.308	3.25
20.0	0.272	3.68
25.0	0.244	4.10
30.0	0.222	4.50



图丙

根据表中数据，在图丙中绘制出 $\frac{1}{I}-R$ 图像。再将 S_2 置于位置2，此时电流表读数为0.400A。根据图丙中的图像可得 $R_x=$ _____Ω(结果保留2位有效数字)。最后可由表达式 $\rho=$ _____ 得到该材料的电阻率(用 D、L、R_x 表示)。

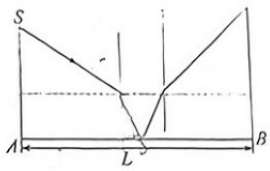
(3) 该小组根据图乙的电路和图丙的 $\frac{1}{I}-R$ 图像，还可以求得电源电动势 $E=$ _____V，内阻 $r=$ _____Ω。(结果均保留2位有效数字)

(4) 持续使用后，电源电动势降低、内阻变大。若该小组再次将此圆柱形电阻连入此装置，测得电路的电流，仍根据原来描绘的图丙的图像得到该电阻的测量值会 _____(选填“偏大”、“偏小”或“不变”)。

高分训练(3)

限时：30分钟

14. (9分)如图所示，长方体容器底部涂有镜面反光漆，盛水后置于水平桌面上，竖直光屏固定在容器的右侧面，容器底面边长AB为$L=0.9\text{m}$，在A点正上方高度$H=0.5\text{m}$处有一激光源S，从S发出的一束激光以入射角$i=53°$射入水中，经镜面反光漆反射后再从水中射出，打在光屏上的P点(图中未画出)。已知水深$h=0.2\text{m}$，水的折射率$n=\frac{4}{3}$，$\sin53°=0.8$，$\cos53°=0.6$，不计容器壁厚度，求P、B间的距离。

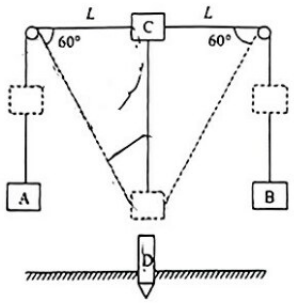


15. (12分)打桩机是基建常用工具。某种简易打桩机模型如图所示，重物A、B和C通过不可伸长的轻质长绳跨过两个光滑的等高小定滑轮连接，C与滑轮等高(图中实线位置)时，C到两定滑轮的距离均为L。重物A和B的质量均为m，系统可以在如图虚线位置保持静止，此时连接C的绳与水平方向的夹角为60°。某次打桩时，用外力将C拉到图中实线位置，然后由静止释放。设C的下落速度为$\sqrt{\frac{3gL}{5}}$时，与正下方质量为$2m$的静止桩D正碰，碰撞时间极短，碰撞后C的速度为零，D竖直向下运动$\frac{L}{10}$距离后静止(不考虑C、D再次相碰)。A、B、C、D均可视为质点。

(1) 求C的质量；

(2) 若D在运动过程中受到的阻力F可视为恒力，求F的大小；

(3) 撤掉桩D，将C再次拉到图中实线位置，然后由静止释放，求A、B、C的总动能最大时C的动能。



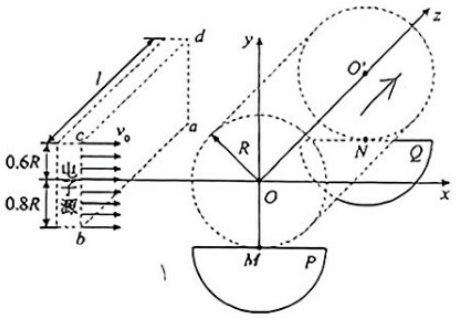
16. (16分)如图所示，以圆柱底面中心O点为坐标原点建立空间直角坐标系$O-xyz$，另一底面中心O'点坐标为$(0,0,l)$，圆柱底面半径为R。在圆柱区域内存在沿z轴正方向的匀强磁场。在磁场区域左侧有一矩形区域abcd，其中bc边在xOy平面内，ab边与z轴平行，矩形区域的尺寸和位置已在图中标出，区域内均匀分布一电子源，沿x轴正方向持续不断地发射出速率均为v_0的电子，单位时间内发射的电子个数为N，从bc边射出的电子经过磁场偏转后均从M点射出，从ad边射出的电子经过磁场偏转后均从N点射出。在圆柱两底面的正下方有两块半径为R的半圆形平行金属收集板P和Q，圆心分别位于M点和N点。已知电子质量为m，元电荷为e，两板之间的电压$U_{PQ}=-\dfrac{8mv_0^2l^2}{eR^2}$，忽略电子重力、电子间相互作用和电子收集后对电压$U_{PQ}$的影响。求：

(1) 磁感应强度B的大小；

(2) 从c点射出的电子打到金属板上时的位置坐标；

(3) Q极板收集到电子区域的面积；

(4) 若$U_{PQ}<0$且大小可调，求Q板收集到的电子数n与U_{PQ}的关系。

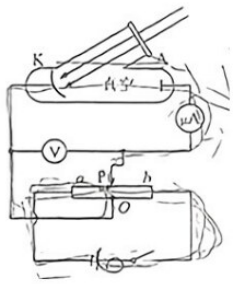


高分训练(4)

限时：30分钟

一、选择题：本题共7小题，每小题4分，共28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. 如图所示为研究光电效应的实验装置，用频率为ν的光照射电极K，从电极K逸出的光电子可向各个方向运动。某同学进行了如下操作：(1)用频率为ν_1的光照射光电管，此时微安表中有电流。调节滑动变阻器，使微安表示数恰好变为0，记下此时电压表的示数U_1。(2)用频率为ν_2的光照射光电管，重复(1)中的步骤，记下电压表的示数U_2。已知电子的电荷量为e。下列说法正确的是（　　）



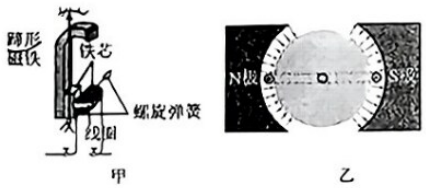
A. 为了使微安表的示数为零，实验中滑动变阻器的滑片P应该向b端移动

B. 根据题中数据可以得到普朗克常量为$h=\dfrac{e(U_1-U_2)}{\nu_1-\nu_2}$

C. 若仅降低(1)中的光照强度，则微安表最初读数减小，遏止电压会变小

D. 滑动变阻器的滑片位于b端时，流过微安表的电流方向是从上往下

2. 磁电式电流表的构造如图甲所示，在蹄形磁铁的两极间有一个可以绕轴转动的线圈，转轴上装有螺旋弹簧和指针。蹄形磁铁和铁芯间的磁场均匀辐向分布，如图乙所示。当电流通过线圈时，线圈在安培力的作用下转动，螺旋弹簧被扭动，线圈停止转动时满足$NBIS=k\theta$，式中N为线圈的匝数，S为线圈的面积，I为通过线圈的电流，B为磁感应强度，θ为线圈(指针)偏角，k是与螺旋弹簧有关的常量。不考虑电磁感应现象，由题中的信息可知（　　）



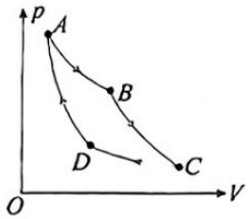
A. 线圈中间的铁芯内也是有磁场的，且也呈现辐向分布

B. 若线圈中通以如图乙所示的电流时，线圈将沿逆时针方向转动

C. 线圈(指针)偏角θ与通过线圈的电流I成正比

D. 电流表的灵敏度定义为$\dfrac{\Delta\theta}{\Delta I}$，更换$k$值更大的螺旋弹簧，可以增大电流表的灵敏度

3. 如图所示，一定质量的理想气体从状态A依次经过状态B、C和D后再回到状态A，其中A→B和C→D为等温过程，B→C和D→A为绝热过程，上述循环过程叫做热机的“卡诺循环”。则（　　）



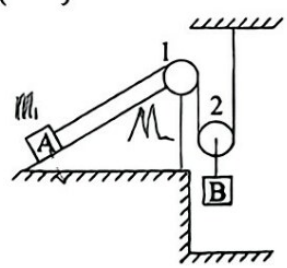
A. B→C过程气体分子的数密度增大

B. B→C过程气体的温度不变

C. A→C过程气体对外做功大于C→A过程外界对气体做功

D. C→D过程放出的热量等于A→B过程吸收的热量

4. 如图所示，质量为M、倾角$\alpha=30°$的表面粗糙的斜劈放在粗糙水平面上，质量为m_1的物体A放在斜劈的斜面上，轻质细线一端固定在物体A上，另一端绕过光滑的轻质滑轮1、2固定在天花板上，滑轮下悬挂着质量为m_2的物体B。已知滑轮2两侧的细线始终在竖直方向上平行，物体A与滑轮1之间的细线与斜劈斜面平行，斜劈一直保持静止状态，重力加速度为g。下列说法错误的是（　　）



A. 若系统处于静止状态，则地面对斜劈的摩擦力一定为零

B. 若系统处于静止状态，则地面对斜劈的支持力可能小于m_1g+Mg

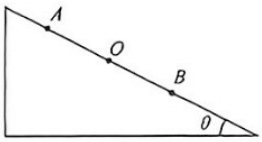
C. 若物体B匀速下降，则地面对斜劈的摩擦力一定为零

D. 若物体B匀速下降，则地面对斜劈的支持力等于$m_1g+Mg+\dfrac{1}{2}m_2g$

5. 甲、乙两位同学分别站在地球的南极和赤道上，用大小相等的初速度将一个小球竖直向上抛出，小球落回手中的时间之比为 k，不计空气阻力。若已知地球密度为 ρ，引力常量为 G，则乙同学随地球自转的角速度大小为（　　）

A. $2\sqrt{\frac{(1-k)\pi G\rho}{3}}$　　B. $\sqrt{\frac{(1-k)\pi G\rho}{2}}$　　C. $2\sqrt{\frac{k\pi G\rho}{3}}$　　D. $\sqrt{\frac{k\pi G\rho}{2}}$

6. 如图所示，光滑斜面倾角 $\theta=30°$，斜面O点静置一个质量为1 kg的物体，从某时刻开始，沿斜面向上的恒力 F 作用在物体上，使物体沿斜面向上滑动，经过一段时间到达A点，突然撤去外力，又经过相同时间物体返回到斜面B点，且物体具有180 J的动能，已知AO＝OB，重力加速度 g 取 10m/s^2，以下说法正确的是（　　）



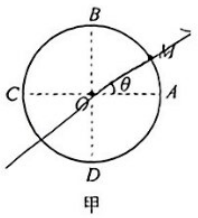
A. 恒力 F 大小为75 N

B. 撤去外力 F 时物体的动能为40 J

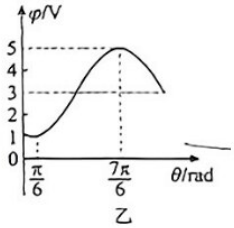
C. 恒力 F 对物体所做的功为100 J

D. 下滑过程中，物体由A点到O点所用时间与由O点到B点所用时间之比为 $1:(\sqrt{2}-1)$

7. 如图甲所示，一圆心为O的圆形区域处在平行于纸面的匀强电场中，其半径 $R=0.1\text{m}$。M为圆弧上一点，若半径OM沿逆时针方向转动，θ 为OM从OA位置开始旋转的角度，M点的电势 φ 随 θ 变化的关系如图乙所示。下列说法正确的是（　　）



甲



乙

A. 匀强电场的电场强度大小为10 V/m

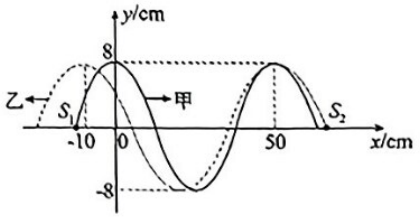
B. 匀强电场的电场强度方向为垂直于AC连线向上

C. 将一质子由B点沿圆弧逆时针移至D点，电势能增加2 eV

D. 将一电子由A点沿圆弧逆时针移至C点，电场力先做正功后做负功

二、选择题：本题共4小题，每小题5分，共20分。在每小题给出的四个选项中，有多项符合题目要求。全部选对的得5分，选对但不全的得3分，有选错的得0分。

8. 如图，x 轴上 S_1、S_2 为波源，先后起振分别沿 x 轴正向和负向激发甲、乙两列简谐横波，经过一段时间后甲乙两列简谐波各自传播了 $\frac{3}{2}$ 个波长，此时的波形曲线如图所示，两波在该介质中的传播速度均为 $v=25\text{cm/s}$。下列说法正确的是（　　）



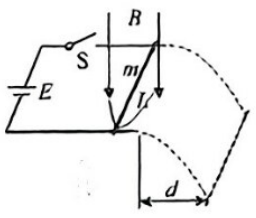
A. 乙波的周期为2.4s

B. 甲波单独传播时，若遇到尺寸为20cm的障碍物不能发生明显的衍射现象

C. 平衡位置在 $x=50\text{cm}$ 处的质点振动始终加强

D. 从图示时刻起（不包含该时刻），再经过 $t=1\text{s}$ 第一次出现介质质点偏离平衡位置的位移为16cm

9. 如图，距地面 h 高处水平放置间距为 L 的两条光滑平行金属导轨，导轨左端接有电动势为 E 的电源，质量为 m 的金属杆静置于导轨上，与导轨垂直且电接触良好，空间有竖直向下的磁感应强度为 B 的匀强磁场．现将开关S闭合，一段时间后金属杆从导轨右端水平飞出，测得其平射程为 d，下列说法正确的是（　　）



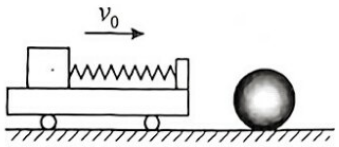
A. 金属杆离开导轨后到落地前感应电动势保持不变

B. 金属杆离开导轨前做匀加速直线运动

C. 电源消耗的电能为 $\frac{mdE}{BL}\sqrt{\frac{g}{2h}}$

D. 从闭合开关到金属杆刚要落地时，金属杆受到的冲量为 $m\sqrt{4gh+\frac{gd^2}{2h}}$

10. 如图所示，水平面上有一质量 $m=3\text{kg}$ 的小车，其右端固定一水平轻质弹簧，弹簧左端连接一质量 $m_0=2\text{kg}$ 的小物块，小物块与小车一起以 $v_0=4\text{m/s}$ 的速度向右运动，与静止在水平面上质量 $M=1\text{kg}$ 的小球发生弹性碰撞，碰撞时间极短，弹簧始终在弹性限度内，忽略一切摩擦阻力。则下列说法中正确的是（　　）



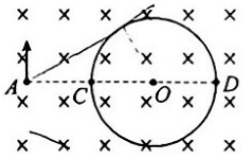
A. 小车与小球碰撞后小球的速度大小为 6m/s

B. 当弹簧被压缩到最短时小车的速度大小为 2.4m/s

C. 从碰后瞬间到弹簧被压缩至最短的过程中，弹簧弹力对小物块的冲量大小为 $2\text{N}\cdot\text{s}$

D. 若从碰后瞬间到弹簧被压缩至最短用时 2s，则小车在这 2s 内的位移 x 与弹簧最大形变量 l 的关系式为 $x=\dfrac{28-2l}{5}(\text{m})$

11. 如图所示，匀强磁场的方向垂直纸面向里，磁感应强度大小为 B，点 A、C、O、D 处于一条水平线上，且 $AC=CO=OD=r$。在 A 处有一个粒子源，竖直向上同时射出速率不同的同种带电粒子，粒子经过以 O 为圆心、r 为半径的圆周上各点。已知粒子质量为 m，电荷量的绝对值为 q，不计粒子重力和粒子间相互作用力，则（　　）



A. 粒子带负电荷

B. 到达 C 和到达 D 处的粒子的速率比 1∶4

C. 粒子到达圆周所需的最短时间为 $\dfrac{\pi m}{3qB}$

D. 最先到达圆周的粒子的速度大小为 $\dfrac{qBr}{m}$

高分训练(5)

限时：15分钟

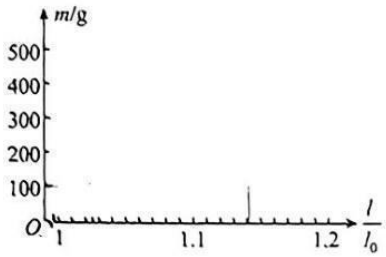
三、非选择题：本题共5小题，共52分。

12.(6分)某同学利用如下实验方案探究弹簧弹力与弹簧伸长量之间的关系：将一弹簧竖直放置，上端固定在铁架台上，依次逐个在弹簧下端挂上100 g的钩码，通过测量及计算得出钩码质量与弹簧长度之间的关系。($g=10\text{m/s}^2$)

(1)实验中得到的数据如表所示，测量弹簧原长$l_0=20.0\text{cm}$。

钩码质量m(g)	100	200	300	400	500
弹簧长度与弹簧原长的比值$\left(\frac{l}{l_0}\right)$	1.025	1.055	1.080	1.100	1.130

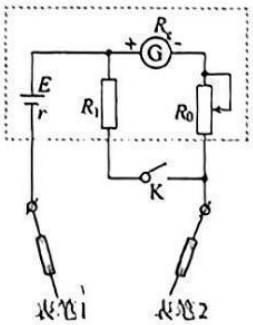
(2)按照表格中的数据，在坐标图中作出$m-\frac{l}{l_0}$图像。



(3)根据图像算出弹簧的劲度系数为 _____(保留一位小数)，理论上图像与横轴交点的横坐标为 _____。

(4)本实验中，为了准确测量k值，测量l_0时应将弹簧 _____(填"竖直放置"或"水平放置")。

13.(9分)如图所示为某同学组装的双量程欧姆表电路，欧姆表的低倍率量程为"×1"，高倍率量程为"×10"，使用过程中只需控制开关K的打开或闭合，结合调零电阻R_0的调整，就能实现双倍率使用。所用器材如下：



A.干电池(电动势$E=1.5\text{V}$，内阻$r=0.5\Omega$)　　B.电流计G(满偏电流$I_g=100\text{mA}$，内阻$R_g=7.5\Omega$)

C.定值电阻$R_1=16\frac{1}{9}\Omega$　　D.可调电阻R_0

E.开关一个，红、黑表笔，导线若干

电路组装好之后，这位同学把原来表盘上的"50 mA"改为了"15 Ω"。

(1)欧姆表的表笔分为红黑两种颜色，电路图中的 _____(填"表笔1"或"表笔2")应该是红色表笔。

(2)请根据电路图判断，电路中开关K _____(填"打开"或"闭合")时对应欧姆表的低倍率。

(3)使用"×10"挡位时，要保证两表笔短接时表针满偏，滑动变阻器R_0接入电路的阻值为 _____Ω；使用"×1"挡位时，要保证两表笔短接时表针满偏，滑动变阻器R_0接入电路的阻值为 _____Ω。

(4)使用"×1"挡位时，这只欧姆表刻度盘上5Ω对应电流计G上通过的电流为 _____mA。

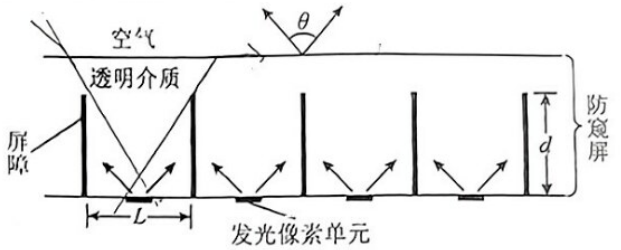
高分训练(6)

限时：30分钟

14. (9分)如图，某种防窥屏由透明介质和对光完全吸收的屏障构成，其中屏障垂直于屏幕平行排列，可实现对像素单元可视角度θ的控制(可视角度θ定义为某像素单元发出的光在图示平面内折射到空气后最大折射角的2倍)。透明介质的折射率$n=2$，屏障间隙$L=0.8\text{mm}$。发光像素单元紧贴屏下，位于相邻两屏障的正中间．不考虑光的衍射。

(1) 若把发光像素单元视为点光源，要求可视角度θ控制为60°，求屏障的高度d；

(2) 若屏障高度$d=1.0\text{mm}$，且发光像素单元的宽度不能忽略，求像素单元宽度x最小为多少时，其可视角度θ刚好被扩为180°(只要看到像素单元的任意一点，即视为能看到该像素单元)。

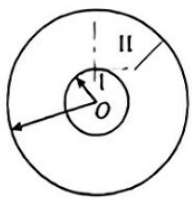


15. (12分)近年煤炭价格上涨，火力发电受到影响，有的地区出现了拉闸限电，再一次提醒人们要开发新能源，受控热核反应就是其中的一种。其原理主要是将发生热核反应的高能粒子束缚在磁场中，其中一种设计原理如图所示。有一环形区域，其截面内外圆半径分别为r、$(\sqrt{2}+1)r$磁场方向均垂直于纸面，粒子在O点发生热核反应。圆形磁场区域Ⅰ的磁感应强度大小为B_0。现有一电荷量为g，质量为m的粒子由O点以速度v射出，其恰好不能射出圆形磁场区域Ⅰ，不计粒子的重力，不计任何阻力。

(1) 若粒子由O点射出的速度为$\frac{2\sqrt{3}}{3}v$，求粒子第一次在磁场区域Ⅰ运动的时间；

(2) 要使束缚效果好，圆形磁场区域Ⅰ、环形区域Ⅱ的磁感应强度方向相同。若环形区域Ⅱ的磁感应强度为$\frac{3}{4}B_0$，为使粒子不能射出环形区域，求粒子速度的最大值v_m(结果保留根号)；

(3) 若圆形区域Ⅰ无磁场，环形区域Ⅱ的磁感应强度为B，一粒子由O点以某一速度射出进入环形区域Ⅱ恰好不能从该区域射出，求该离子再次以相同的速度回到O点所用的时间。

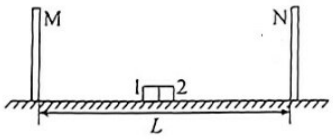


16. (16分)如图所示，在水平地面的两边有相距为L的两块固定挡板M、N，在两块挡板间的中点处并排放着两个质量分别为m_1、m_2的小滑块1和2(可看成质点)，它们与地面间动摩擦因数分别是$\mu_1=0.2$和$\mu_2=0.1$，$L=4\text{m}$。现让小滑块1向左，小滑块2向右以大小相等的初速度v_0同时开始运动，小滑块与挡板碰撞不损失机械能，滑块之间发生的碰撞为弹性碰撞，碰撞时间极短，均可忽略。(重力加速度g取10m/s^2)

(1) 若小滑块1、2刚好不发生相碰，求小滑块1所走的路程是多少？

(2) 若小滑块1、2恰在小滑块1第一次停止时发生碰撞，则它们第一次碰前运动了多长时间？出发时v_0的值为多大？

(3) 若小滑块1、2出发时的速度大小取(2)问中的v_0值，$m_2>m_1$，且小滑块1、2仅能发生一次碰撞，求$\frac{m_2}{m_1}$应满足的条件。



高分训练(7)

限时：30分钟

一、选择题：本题共7小题，每小题4分，共28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. 图1为电影《流浪地球2》中的太空电梯，又称为“斯科拉门德快速电梯”，是一种可以在地球表面和太空间来回运输人员和物资的巨型结构。图2为其简易图，固定在空间站和地球间的刚性“绳索”与空间站一起和地球保持相对静止，电梯可沿“绳索”升降，则（　　）



图1

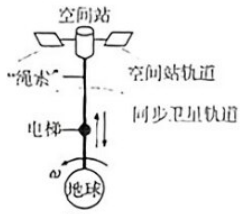


图2

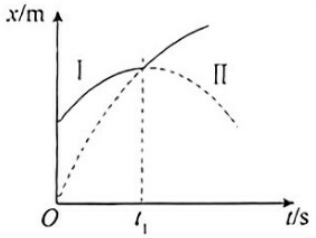
A. 空间站绕地球运行的向心力小于地球对它的万有引力

B. 空间站绕地球运行的向心力等于地球对它的万有引力

C. 若连接空间站处的“绳索”断裂，空间站将落回地面

D. 若连接空间站处的“绳索”断裂，空间站做离心运动

2. 质量相等的a、b两小球(视为质点)在同一竖直线的不同高度以不同的初速度同时竖直上抛，在a球到达最高点时两球发生正碰且碰撞时间极短。图中实线和虚线分别表示a、b两小球位置随时间变化的曲线，图线Ⅰ前半部分、Ⅱ后半部分关于t_1时刻对称。则下列说法正确的是（　　）



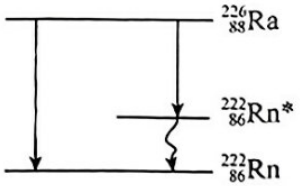
A. $t=0$时刻，a球的速率大于b球的速率

B. 碰撞前后瞬间，b球的动量不变

C. a球先落回地面

D. 碰撞后a球的机械能大于b球的机械能

3. 如图所示是原子核$^{226}_{88}Ra$发生α衰变的能级图，$^{226}_{88}Ra$经α衰变直接变至$^{222}_{86}Rn$基态，或者衰变至一个激发态$^{222}_{86}Rn^*$，然后通过释放一个光子衰变至$^{222}_{86}Rn$基态。若$^{226}_{88}Ra$发生α衰变前是静止的，则（　　）



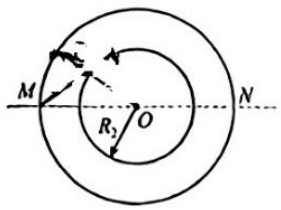
A. α衰变过程中系统动量不守恒

B. α粒子的动能小于原子核$^{222}_{86}Rn$的动能

C. $^{226}_{88}Ra$的质量大于$^{222}_{86}Rn$与α粒子质量之和

D. 激发态$^{222}_{86}Rn^*$释放光子至$^{222}_{86}Rn$基态的衰变是β衰变

如图所示，横截面为圆环的柱形容器由折射率为n的玻璃制成，其外径为R_1，内径为R_2，MN为一条直径。有两束光线，其中光线A在纸平面内传播(从M点射向容器，经一次折射后，恰好与容器内壁相切，另一束光线B平行于MN射向容器，经过一次折射后，恰好在容器内壁发生全反射，则下列说法正确的是（　　）



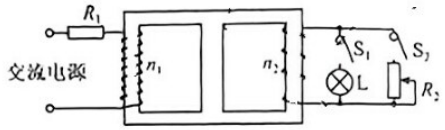
A. 光线A入射后恰好在界面发生全反射

B. 光线B射入柱形容器后第一次折射到界面的时间为$\frac{2n\sqrt{R_1^2-R_2^2}}{c}$

C. 光线A的入射角大于光线B的入射角

D. 光线B到MN的距离等于$\frac{R_2}{n}$

如图为一理想变压器，铁芯为“ ”形状，原线圈与副线圈的匝数比 $n_1:n_2=2:1$，通过副线圈的磁感线条数是通过原线圈磁感线条数的50%，原线圈中接有阻值为 R 的电阻 R_1，副线圈中的灯泡额定电压为 U，额定电流为 I，滑动变阻器 R_2 的阻值范围为 $0\sim R$。当仅闭合 S_1 时，小灯泡恰能正常发光，假设小灯泡的电阻不变，电源输出电压的有效值恒定。下列说法正确的是（　　）



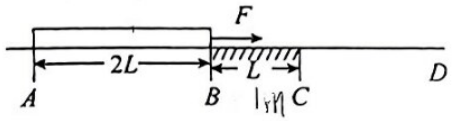
A. 若仅闭合 S_1，原线圈两端的电压值为 $2U$

B. 若仅闭合 S_1，原线圈中的电流为 $\frac{I}{4}$

C. 若仅闭合 S_2，当滑动变阻器的阻值为 $\frac{R}{2}$ 时，变压器的输出功率最大

D. 当 S_1、S_2 都闭合，滑动变阻器的阻值逐渐增大时，小灯泡两端的电压逐渐减小

如图所示的水平轨道AD足够长，只有BC部分是粗糙的，其长度为 $L=1\text{m}$，其余部分是光滑的，质量为1kg，长度为 $2L$ 的粗细相同的匀质软绳静止在B点的左侧(绳的右端在B点)，软绳与粗糙部分的动摩擦因数为 $\mu=0.8$，现用 $F=2\text{N}$ 的水平向右的恒力作用在软绳上，软绳始终保持伸直状态且长度不变，重力加速度为 $g=10\text{m/s}^2$，最大静摩擦力等于滑动摩擦力，则在软绳运动的过程中，下列说法正确的是（　　）



A. 软绳先做匀加速后做匀减速运动　　B. 软绳的左端能经过B点

C. 软绳的最大动能为0.5J　　D. 软绳克服摩擦力做功4.0J

如图所示，ABC为边长为 L 的等边三角形，电荷量为 $+q$ 的点电荷固定在A点，先将一电荷量也为 $+q$ 的点电荷 Q_1 从无穷远处(电势为0)移到C点，此过程中电场力做功为 $-W$，再将 Q_1 从C点沿CB移到B点并固定，最后将一电荷量为 $+2q$ 的点电荷 Q_2 从无穷远处移到C点，已知静电力常量为 k．下列说法正确的有（　　）

A. Q_1 移入之前，C点的电势为 $-\frac{W}{q}$

B. Q_1 从C点移到B点的过程中，电势能先减小后增大

C. Q_2 从无穷远处移到C点的过程中，克服电场力做功为 $4W$

D. Q_2 在C点所受电场力大小为 $\frac{\sqrt{3}kq^2}{L^2}$

B　　C

选择题：本题共4小题，每小题5分，共20分。在每小题给出的四个选项中，有多项符合题目要求。全选对的得5分，选对但不全的得3分，有选错的得0分。

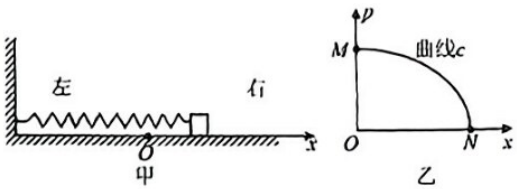
动量 p 随位移 x 变化的图像称作相轨，它在理论物理、近代数学分析的发展中扮演了重要的角色。如图甲所示，光滑水平面上有一弹簧振子。现以弹簧原长时物块的位置为坐标原点O，取向右为正方向，建立Ox坐标系。当物块偏离O点的位移为 x 时，弹簧振子的弹性势能为 $\frac{1}{2}kx^2$，其中 k 为弹簧的劲度系数。当弹簧振子的机械能为 E 时，该弹簧振子的部分 $p-x$ 图像如图乙中曲线c所示，M和N分别为曲线c与 p 轴和 x 轴的交点。下列说法正确的是（　　）

A. 曲线c是抛物线的一部分

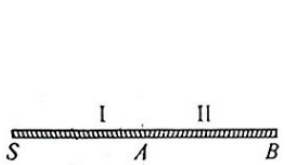
B. 曲线c对应物块从右侧最远处向O点运动的过程

C. 该弹簧振子的振幅为 $\sqrt{\frac{2E}{k}}$

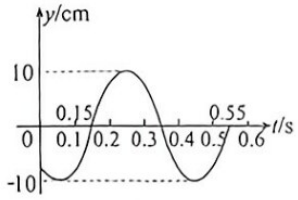
D. 当物块运动到振幅一半处时，其动量大小为其动量最大值的 $\frac{\sqrt{3}}{2}$



9. 如图甲所示，两种不同材料制成的弹性细绳在A处连接，SA＝0.7m，AB＝1m。一列振幅为10cm的简谐横波沿细绳向右传播，S为波源，该波在Ⅰ和Ⅱ两种介质中传播速度之比为1:2。某时刻开始计时，波源的振动图象如图乙所示，$t=0.55$s时，A刚好处于波峰，且S、A之间还有一个波峰。已知$\sin37°=0.6$，该波在介质Ⅱ中传播时的振幅为$A_0(A_0\neq 10\text{cm})$，下列说法正确的是（　　）



甲

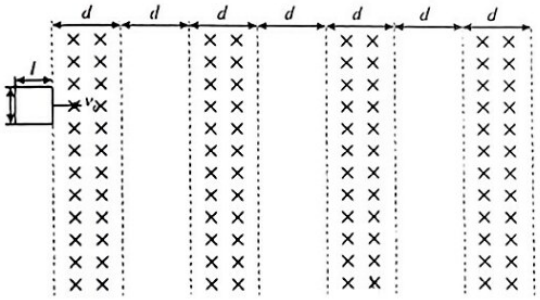


乙

A. 0时刻波源相对平衡位置的位移为-5cm　　B. 该波在介质Ⅰ中波长为0.4m

C. 该波在介质Ⅰ中的传播速度为1m/s　　D. $t=1$s时B相对平衡位置的位移为$\frac{3}{5}A_0$

10. 如图所示，空间等距分布垂直纸面向里的匀强磁场，竖直方向磁场区域足够长，磁感应强度大小$B=2$T，每一条形磁场区域宽度及相邻条形磁场区域间距均为$d=1$m。现有一个边长$l=0.5$m、质量$m=0.2$kg、电阻$R=2\Omega$的单匝正方形线框，以$v_0=6$m/s的初速度从左侧磁场边缘水平进入磁场，以下说法正确的是（　　）



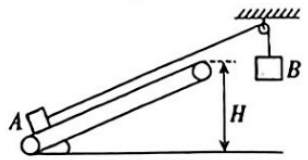
A. 线框进入第一个磁场区域过程中，通过线框的电荷量$q=0.25$C

B. 线框刚进入第一个磁场区域时，安培力大小为$F=12$N

C. 线框从开始进入磁场到竖直下落的过程中产生的焦耳热$Q=3.6$J

D. 线框从开始进入磁场到竖直下落的过程中能穿过2个完整磁场区域

11. 如图所示，某工厂需要利用质量为300kg的物体B通过轻质绳及光滑定滑轮协助传送带将质量为200kg的物体A从传送带底端（与地面等高）由静止开始传送到距离地面H高处，已知传送带倾角为30°，与货物接触面间动摩擦因数为$\frac{\sqrt{3}}{6}$，传送带以5m/s的速度顺时针转动，物体B最初距离地面6.5m且落地后不反弹．某时刻将A释放，最终A刚好到达顶端，g取10m/s^2。则（　　）



A. 释放后瞬间物体A的加速度大小为$a_1=12.5$m/s^2

B. $H=6.55$m

C. 此过程中物体A会有2次与传送带达到共速

D. 整个过程由于摩擦而产生的热量为$\frac{11650}{3}$J

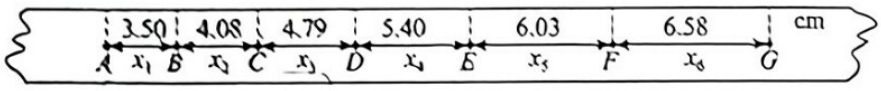
高分训练(8)

限时：15分钟

三、非选择题：本题共5小题，共52分。

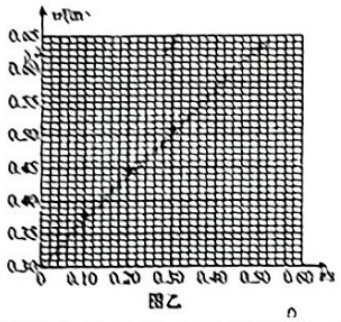
12.(6分)在"探究加速度与力、质量的关系"实验中。

①某组同学在某次实验中使用频率为50Hz的打点计时器，获得的一条纸带如图甲所示，其中相邻两个计数点之间还有4个点没有画出，根据纸带可以求得打点计时器在打下E点时小车的速度为 _____ m/s。(结果保留2位小数)。

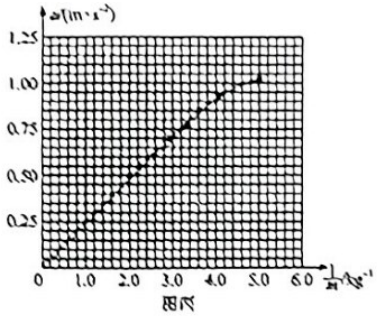


图甲

②将E点的瞬时速度补充到图乙中，用合适的图像将这些点拟合，作出$v-t$图像。根据图像，求得小车的加速度大小为 _____ m/s^2(结果保留2位小数)。



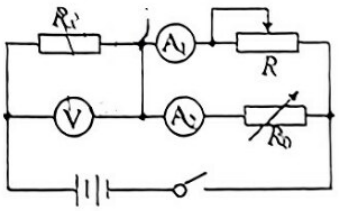
图乙

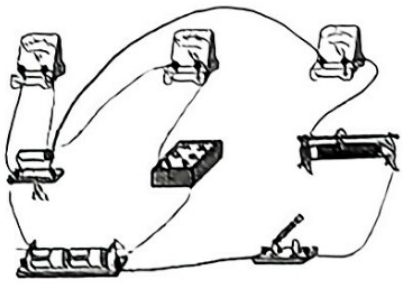


图丙

③某组同学通过控制槽码和挂钩的总质量不变，改变小车和砝码的总质量m，来探究加速度a与质量m的关系。已知小车质量为200g，每个砝码质量为50g(共6个)，通过实验作出如图丙所示的$a-\frac{1}{m}$图像。那么该组同学选用的槽码和挂钩的总质量应为 _____(选填"10g"、"25g"或"50g")。

13.(9分)利用如图所示电路测未知电阻R_x的阻值和干电池的电动势、内电阻。





提供的实验器材如下：

A.待测电阻R_x，阻值约6Ω；

B.两节干电池(串联使用)；

C.电压表：量程0~3.0V，内阻约1.5kΩ；

D.电压表：量程0~15.0V，内阻约7.5kΩ；

E.电流表：量程0~0.6A，内阻约1.0Ω；

F.电流表：量程0~1.0mA，内阻100Ω；

G.电阻箱：0~9999.9Ω；

H.滑动变阻器：0~20Ω；

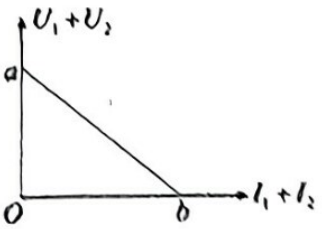
I.开关、导线若干。回答下列问题：

(1)用笔画线代替导线连接实物图。

(2)电路图中电流表A_2与电阻箱R_0串联后改装成量程为"0~3.0V"的电压表，则电路图中的电压表V选 _____，电流表A_1、A_2分别选 _____、_____(填器材前面的字母)。

(3)电压表的示数用U_1表示，改装电压表的示数用U_2表示，某次实验中$U_1=U_2$，则待测电阻R_x的测量值 _____(填"小于""等于"或"大于")真实值。

(4)满足(3)条件，电流表A_1示数用I_1表示，电流表A_2示数用I_2表示。作图像如图所示，图中a、b为已知量，则干电池的电动势$E=$ _____，内电阻$r=$ _____。



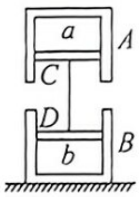
高分训练(9)

限时：30分钟

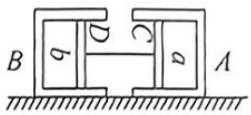
14 (10分)如图甲所示装置，导热良好的两个薄壁汽缸A、B通过活塞C、D分别封闭了两部分同种理想气体a、b，活塞通过不计质量的细杆相连，竖直静置在水平面上。两个汽缸的质量均为$M=2\text{kg}$，活塞C的质量$m_C=1\text{kg}$，活塞D的质量$m_D=0.5\text{kg}$，两个活塞的横截面积均为$S=10\text{cm}^2$，气体a和b对应的体积恰好相等。已知外界大气压强为$p_0=1.0\times10^5\text{Pa}$，环境温度不变，重力加速度$g$取$10\text{m/s}^2$，不计所有摩擦。

(1)求气体a、b的压强p_a和p_b；

(2)如图乙，将装置放置于光滑水平地面上，两活塞均不脱离汽缸，求稳定后气体a、b的体积之比。



甲



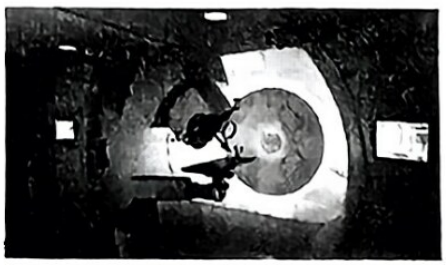
乙

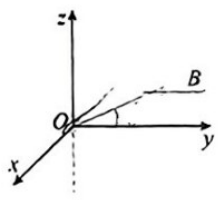
15.(12分)如图甲是医用肿瘤化疗装置，其原理如图乙所示，利用在O点沿y轴正方向射出的高能质子束对肿瘤病灶精准打击从而杀死癌细胞。实际中，质子束的运动方向并不是严格沿y轴而是与y轴有一个很小的偏角，呈发散状。为此加一个方向沿y轴正向，磁感应强度大小为B的匀强磁场，使得质子参与两种运动，沿y轴方向的直线运动和垂直y轴的平面内的圆周运动。为研究方便，用垂直y轴足够大的显示屏表示病人，癌细胞位于屏上，从O点射出的质子速度为v，质量为m，电荷量为q，所有质子与y轴正方向偏差角均为θ，不考虑质子重力和空气阻力。

(1)y轴方向的直线运动速度大小是否变化，请简述理由；

(2)当显示屏离O点距离为多大时，所有的质子会重新会聚于一点？

(3)移动显示屏，屏上出现一亮环，当屏到O点的距离为$L=\dfrac{\pi mv\cos\theta}{2qB}$时，亮环半径多大？在移动显示屏过程中，最大亮环的面积是多少？


甲



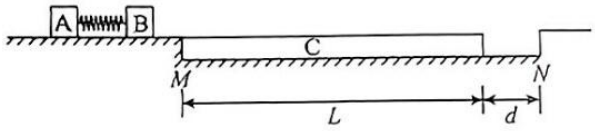
乙

15. (16分)如图所示，表面光滑的水平面中间存在水平光滑凹槽MN。质量为$m_C=4kg$、长度$L=0.60m$的木板C放置在凹槽内，其上表面恰好与水平面平齐。开始时木板C静置在凹槽左端M处，其右端与凹槽右端N距离为d。水平面左侧有质量分别为$m_A=2kg$与$m_B=1kg$的物块A、B。二者之间锁定一压缩轻弹簧，其弹性势能为$E=3J$。弹簧解除锁定后，将A、B两物块弹开，物块B滑上木板C，当B刚滑到C右端时，C恰好第一次碰到N点。已知物块与木板间的动摩擦因数$\mu=0.2$，重力加速度g取$10m/s^2$，求：

(1)物块B刚滑上木板C时的速度大小v_B；

(2)初始时木板C右端距N点的距离d；

(3)若C的质量减为m_C'，则在C第k次碰撞N点时，木块B恰好滑到C右端，且此时$v_B>v_C$。已知C不与M碰撞，与N的碰撞为弹性碰撞，求$\frac{m_C}{m_C'}$与k的关系。

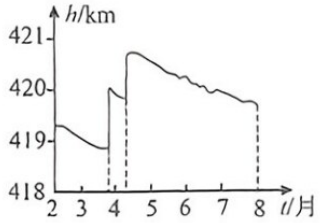


高分训练(10)

限时：30分钟

一、选择题：本题共7小题，每小题4分，共28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. 空间站在地球外层的稀薄大气中绕行时，因受气体阻力的影响，轨道高度会逐渐降低，空间站可通过发动机对轨道进行修正。如图所示为某空间站在某年2月初到8月初期间离地高度随时间变化的曲线。下列说法正确的是（　　）



A. 空间站绕地球运行速度约为10.0km/s

B. 2月份空间站的动能减小，机械能减小

C. 若要增加空间站高度，应开启发动机，向运动方向喷气

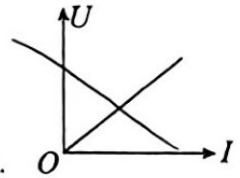
D. 3月份发动机对轨道进行过修正

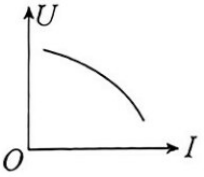
2. 已知氘核的比结合能为1.1MeV，氦核的比结合能为7.1MeV，则两个氘核结合成一个氦核时（　　）

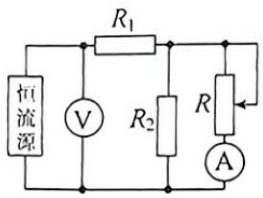
A. 这个核反应方程为$_1^2H+_1^2H\rightarrow_2^4He$　　B. 这个核反应为α衰变

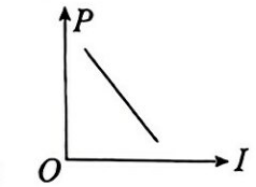
C. 释放出4.9MeV的能量　　D. 吸收6.0MeV的能量

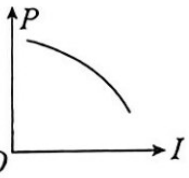
3. 节能的LED灯越来越普及，而驱动LED灯需要恒流源。如图所示，电源为恒流电源(能提供恒定的电流)，R_1、R_2为定值电阻，电流表和电压表均为理想电表。移动滑动变阻器R的滑片，下列电压表示数U、电源的输出功率P随电流表示数I变化的关系图线可能正确的是（　　）

A.


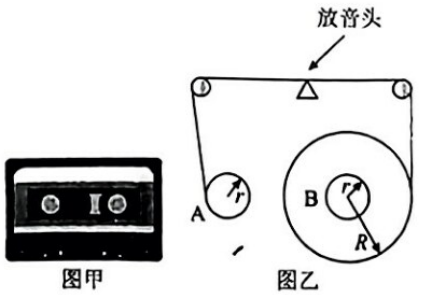
B.




C.


D.


4. 图甲为老师从家里带来一卷磁带录音机的磁带盒，可简化为图乙所示的传动模型，A、B为缠绕磁带的两个轮子，两轮的半径均为r，在放音结束时磁带全部绕到了B轮上，磁带的外缘半径$R=3r$。老师现在进行倒带，使磁带全部绕到A轮上。倒带时A轮是主动轮，其角速度是恒定的，B轮是从动轮。倒带结束后老师再以正常速度放音(当磁带从放音头匀速经过时，磁带上的磁信息被读取)，直到磁带全部播放完。已知该磁带的厚度均匀，放音时不会卡带。则下列说法正确的是（　　）



图甲　　图乙

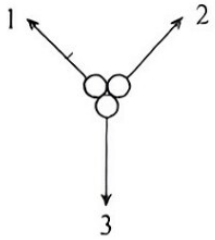
A. 倒带结束前一瞬间A、B两轮的角速度之比为3∶1

B. 倒带过程中A轮的磁带边缘的线速度减小

C. 倒带结束后以正常速度放音时，磁带边缘的线速度减小

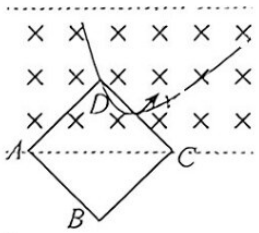
D. 倒带结束后老师以正常速度放音时，他发觉磁带A轮的外缘半径由最初的$R=3r$减小到$2r$历时20分钟，于是他推断磁带的外缘半径由$2r$减小到r的时间为12分钟

5. 一粒水银珠竖直地掉在光滑的水平玻璃板上，分成三粒小水银珠1、2、3，以相等的速率在玻璃板上沿三个方向运动，如图所示。小水银珠1与2、2与3、3与1的运动方向之间的夹角分别为90°、135°、135°。小水银珠1、2、3的质量之比为（　　）



A. 1:1:1　　B. 2:3:3　　C. $1:1:\sqrt{2}$　　D. $1:\sqrt{2}:\sqrt{2}$

6. 如图所示，光滑水平面上存在有界匀强磁场，磁感应强度为B，质量为m边长为a的正方形线框ABCD斜向穿进磁场，当AC刚进入磁场时速度为v，方向与磁场边界成45°。若线框的总电阻为R，则（　　）



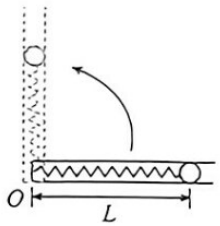
A. AC刚进入磁场时，DA两端电势差等于DC两端电势差

B. AC刚进入磁场时，线框中感应电流为$\dfrac{\sqrt{2}Bav}{R}$

C. AC刚进入磁场时，线框所受安培力为$\dfrac{2B^2a^2v}{R}$

D. 在以后穿过磁场的过程中，线框的速度不可能减小到零

7. 如图所示，原长$L=40\text{cm}$的轻质弹簧放置在光滑的直槽内，弹簧的一端固定在槽的O端，另一端连接一小球，该装置可从水平位置开始绕O点缓慢地转到竖直位置，弹簧的形变始终在其弹性限度内。在转动过程中，发现小球离原水平面的高度不断增大，则该装置转到竖直位置时小球离开原水平面的高度不可能为（　　）

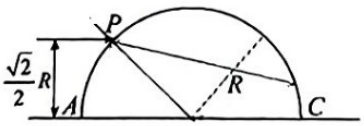


A. 10cm　　B. 20cm

C. 25cm　　D. 30cm

二、选择题：本题共4小题，每小题5分，共20分。在每小题给出的四个选项中，有多项符合题目要求。全部选对的得5分，选对但不全的得3分，有选错的得0分。

8. 半径为R的均质透明半圆柱体的横截面示意图如图所示。一绿色细光束平行于直径AC从P点射向半圆柱体，进入半圆柱体后，经PC面反射，到达AC面。P点到直径AC的距离为$\dfrac{\sqrt{2}}{2}R$，透明半圆柱体对绿光的折射率为$\sqrt{2}$，仅考虑第一次到达AC面的光线。则下列说法正确的是（　　）



A. 绿光束在AC面上一定发生全反射

B. 绿光束在AC面上一定不会发生全反射

C. 若入射光束为红色光束，则到达AC面的光一定不会发生全反射

D. 若入射光束为红色光束，则到达AC面的光一定发生全反射

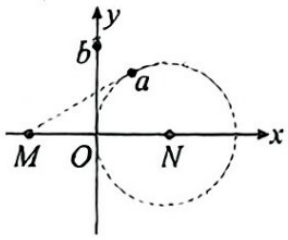
9. 在平面直角坐标系xOy中，M、N为x轴上的两点，坐标分别为$(-L,0)$，$(L,0)$，以N点为圆心、L为半径做一虚线圆，过M点向圆周做切线，切点为a，y轴上的b点坐标为$(0,\sqrt{2}L)$，如图所示。将电荷量为$+3Q$、$+Q$的两个点电荷分别固定在M、N两点，静电力常量为k。下列说法正确的是（　　）

A. 坐标为$((2-\sqrt{3})L,0)$的点的电场强度为零

B. a点电场强度大小为$\dfrac{\sqrt{2}kQ}{L^2}$

C. 带电粒子沿图中虚线圆移动时，电势能保持不变

D. a点的电势比b点的电势高



10. 水平地面上有一足够长且足够宽的固定斜面，倾角为37°，小明站在斜面底端向斜面上投掷可视作质点的小石块。若石块出手时的初速度方向与水平方向成45°，出手高度为站立点正上方1.8m，重力加速度$g=10\text{m/s}^2$。下列说法正确的是（　　）

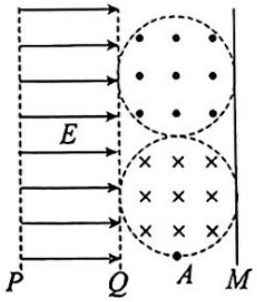
A. 若石块的飞行轨迹所在平面与斜面底边垂直，石块在斜面上的落点恰好与出手点等高，则石块出手时的初速度为$2\sqrt{6}\text{m/s}$

B. 若石块的飞行轨迹所在平面与斜面底边垂直，石块在斜面上的落点恰好与出手点等高，则石块出手时的初速度为$2\sqrt{3}\text{m/s}$

C. 若石块的初速度大小一定，当石块的飞行轨迹所在平面与斜面底边垂直时，石块飞行时间最短

D. 若投出石块的最大初速度为8m/s，则石块在斜面上与出手点等高的所有落点所组成的线段长度不会超过12m

11. 如图所示，在PQ之间有水平向右的匀强电场，在QM之间的两个半径为R的圆形内(不包含边界)存在方向相反的圆形磁场，两个圆形磁场相切且与边界Q也相切，磁感应强度均为B，在两个圆形磁场右边并与圆形磁场相切有一个足够大的挡板。在下边圆形磁场的最低点A处有一个粒子源可以在平面内向磁场内各个方向发射速率为$\frac{qBR}{m}$，电量为$+q$，质量为m的粒子，PQ之间的距离为$2R$，电场强度为$\frac{qB^2R}{2m}$，不计粒子的重力和粒子间的相互作用力，粒子不发生碰撞，下列说法正确的是（　　）



A. 粒子速度减到零时刚好运动到电场左边界P

B. 粒子水平向左进入匀强电场

C. 粒子在下边的圆形磁场中运动的时间均为$\frac{\pi m}{qB}$

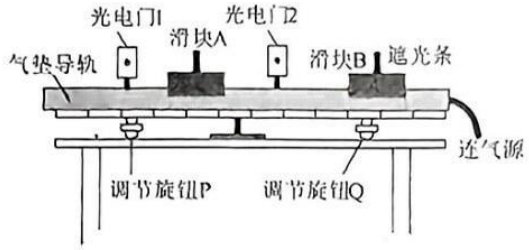
D. 粒子无法都垂直打在挡板上

高分训练(11)

限时：15分钟

三、非选择题：本题共5小题，共52分。

2. (6分)如图所示是验证动量守恒定律、动量定理的实验装置，气垫导轨上安装了1、2两个光电门，两滑块上均固定一相同的竖直遮光条。



(1) 实验前，接通气源后，在导轨上轻放一个滑块，给滑块一初速度，使它从导轨左端向右运动，发现 _____ 说明导轨已调平。

(2) 测出滑块A和遮光条的总质量为m_A，滑块B和遮光条的总质量为m_B，遮光条的宽度用d表示。将滑块A静置于两光电门之间，将滑块B静置于光电门2右侧，推动B，使其获得水平向左的速度，经过光电门2并与A发生碰撞且被弹回，再次经过光电门2. 光电门2先后记录的挡光时间为Δt_1、Δt_2，光电门1记录的挡光时间为Δt_3，若两滑块碰撞过程动量守恒，则必须满足的关系式为 _____

(3) 若滑块A、B之间的碰撞为弹性碰撞，则关系式成立 _____

A. $\Delta t_1+\Delta t_2=\Delta t_3$　　B. $\Delta t_2-\Delta t_1=\Delta t_3$

C. $\frac{1}{\Delta t_1}+\frac{1}{\Delta t_2}=\frac{1}{\Delta t_3}$　　D. $\frac{1}{\Delta t_1}-\frac{1}{\Delta t_2}=\frac{1}{\Delta t_3}$

(4) 现将装置改为用细线连接滑块A和挂钩(挂着槽码，质量为m，$m\ll m_A$)，拿走滑块B，打开气泵，将滑块A轻放到光电门2的右侧，并用手托住槽码，调节滑轮高度，让细线与导轨平行；松开托住槽码的手，数字计时器记录下遮光条通过光电门1、2的时间分别为t_1、t_2以及这两次开始遮光的时间Δt；分别计算出实验中的冲量$I=mg\Delta t$和动量的变化量$\Delta p=m_A\Delta v$，为了探究动量定理，应探究关系式 _____ 是否成立。

(5) 为减小实验误差，以下操作可行的是 _____。

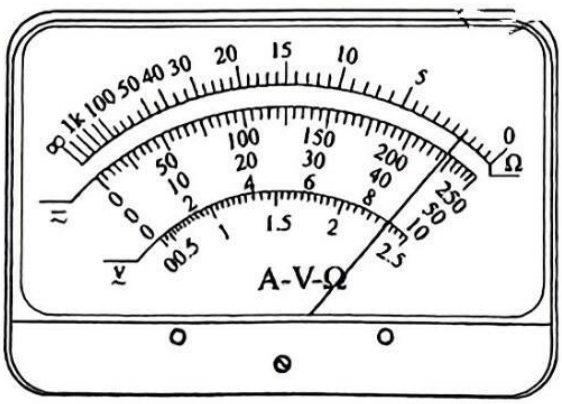
A. 选用质量更大的槽码

B. 计算动量的变化量时，应这样计算：$\Delta p=(m_A+m)\Delta v$

C. 用拉力传感器测出细线的拉力，用其示数与Δt的乘积作为冲量I

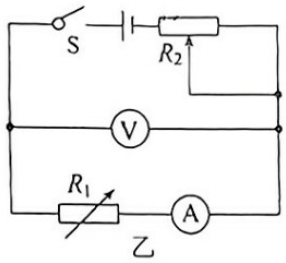
3. (9分)实验室有一只50分格没有刻度值的电流表，一兴趣小组想用它来测量两节干电池的电动势和内电阻。能够使用的器材还有：电压表V(量程为0－3V，内阻R_V约为3kΩ)、电阻箱R_1(调节范围0~999Ω)、滑动变阻器R_2(最大阻值200Ω)、电键及导线若干。

(1) 该小组先用欧姆表粗测电流表的内电阻：用“×10”档测量时，欧姆表的黑表笔应该接电流表的 _____ (填“正”或“负”)极。测量时指针如图甲所示，则应该换 _____ 挡再次测量。



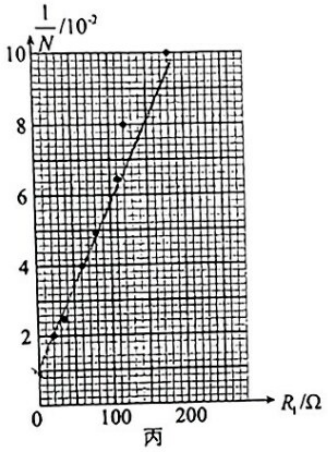
甲

(2) 该小组设计了更精确的测量方案如图乙。将开关S闭合，多次改变R_1、R_2并保持电压表示数恒为$U=2.00\text{V}$，记录R_1和电流表偏转的格数N。再根据记录的多组数据在$\frac{1}{N}-R_1$坐标系中描出一系列的点(如图丙)，在丙图中连线求出电流表的内阻$R_A=$_____Ω(保留两位有效数字)。

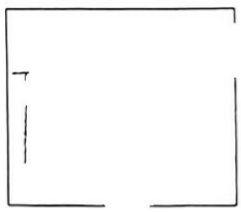


乙

(3) 用题给器材设计尽可能减小系统误差、实验操作和数据处理简单的测量电池电动势和内阻的实验方案，将实验原理图画在丁图方框中_____。



丙


丁

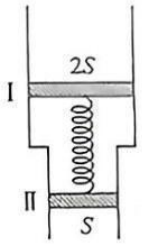
高分训练(12)

限时：30分钟

1分)如图，一竖直放置的汽缸由两个粗细不同的圆柱形筒组成，汽缸中活塞Ⅰ和活塞Ⅱ之间封闭有一定量的理想气体，两活塞用一轻质弹簧连接，汽缸连接处有小卡销，活塞Ⅱ不能通过连接处。活塞Ⅰ、Ⅱ的质量分别为$2m$、m，面积分别为$2S$、S，弹簧原长为l。初始时系统处于平衡状态，此时弹簧的伸长量为$1l$，活塞Ⅰ、Ⅱ到汽缸连接处的距离相等，两活塞间气体的温度为T_0。已知活塞外大气压强为p_0，忽略活塞与缸壁间的摩擦，汽缸无漏气，不计弹簧的体积。(重力加速度常量g)

1)求弹簧的劲度系数；

2)缓慢加热两活塞间的气体，求当活塞Ⅱ刚运动到汽缸连接处时，活塞间气体的压强和温度。



(12分)如图1所示，质量均为$m=1\text{kg}$且可视为质点的两个相同小物块a、b停靠在竖直墙壁处，a、b之间由细线连接并夹着一根压缩的轻弹簧。虚线AB左侧粗糙水平地面与物块间的动摩擦因数处处相同，大小$\mu=0.1$；虚线AB右侧粗糙水平地面对物块的摩擦力与物块速率成正比，满足$f=kv$(k为未知常数)。$t=0$时刻，水平向右的恒力F作用在b上；t_1时刻，b运动到虚线AB处，速度大小$v_1=0.5\text{m/s}$，此时a、b间细线突然断开，作用在b上的力F此后在$t_1\sim t_3$时间内满足$F=(2v-2)\text{N}$；t_3时刻撤去力F。图2为b的速度v_b随时间t变化的图像，最终a、b都停在虚线AB处并且恰好不发生碰撞。弹簧与a、b均未栓接，弹簧恢复原长后立即与a、b分离，若a与墙壁碰撞时没有机械能损失，弹簧长度、弹簧释放弹性势能的时间及空气阻力均忽略不计，重力加速度g取10m/s^2，求：

(1)$t=0$时刻弹簧的弹性势能大小；

(2)$0\sim t_1$时间内，恒力F的大小；

(3)t_3的大小。

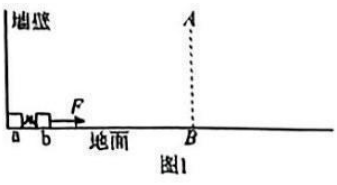


图1

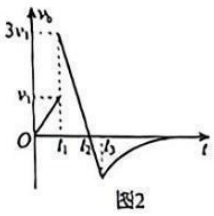


图2

16. (16分)如图甲所示，倾角$\theta=37°$、足够长的斜面固定在水平面上，斜面上水平边界MN的下方有垂直斜面向上的匀强磁场区域，磁感应强度大小为$B=1T$。初始时，一质量$m=0.2kg$、边长$L=0.2m$、电阻$R=0.04\Omega$的单匝正方形导体框abcd静止在斜面上的磁场区域内，ab边与磁场边界MN平行且距MN的距离为L。导体框先后两次在平行斜面向上的拉力F作用下，从初始位置由静止开始沿斜面向上运动，导体框离开磁场时撤去拉力，运动过程中导体框的ab边始终与边界MN平行。已知导体框与斜面间的动摩擦因数$\mu=0.75$，重力加速度大小g取$10m/s^2$，$\sin37°=0.6$，$\cos37°=0.8$。先后两次拉动情景如下：

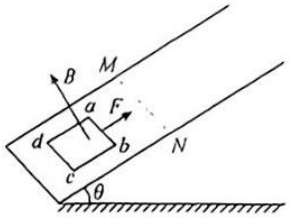
第一次拉力F为恒力，导体框的ab边运动至磁场边界MN时，导体框恰好做匀速运动；

第二次拉力F为变力，导体框的速度v与沿斜面向上运动的距离x满足正比关系，$v-x$关系图像如图乙所示。

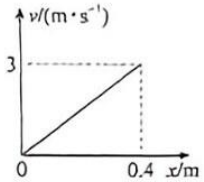
(1)求第一次拉力F的大小。

(2)求第二次拉力F的大小与导体框沿斜面向上运动的距离x满足的关系式。

(3)若在斜面磁场区域的上方离边界MN的距离为d处安装一弹性挡板，第二次导体框沿斜面向上离开磁场后与挡板碰撞，导体框与挡板碰撞后瞬间导体框速度大小不变而方向反向。碰撞后导体框再次到达磁场区域但最终没能全部进入磁场区域，求d应满足的条件。(结果保留三位有效数字)



甲

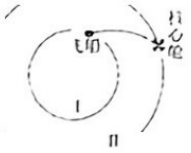


乙

限时：30分钟

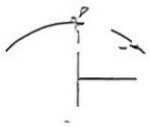
一、选择题：本题共7小题，每小题4分，共28分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

1. 北京时间2022年11月30日，“神舟十五号”载人飞船与“天和”核心舱成功对接，6名宇航员“胜利会师”。如图所示，对接前，飞船沿圆轨道*I*运行，核心舱在距地面约400km高度的轨道II运行。飞船从*I*加速到达II轨道与核心舱完成对接，对接后共同沿轨道II运行。下面说法正确的是（　　）



A. 对接前，飞船与地心的连线和核心舱与地心的连线在相同时间内扫过的面积相同
B. 对接后航天员处于完全失重状态
C. 对接后飞船的运行速度等于7.9km/s
D. 飞船对接前机械能大于对接后机械能

2. 固定于竖直平面内的光滑大圆环上套有一个小环，小环从大圆环顶端P点由静止开始自由下滑，在下滑过程中，小环的速率正比于（　　）

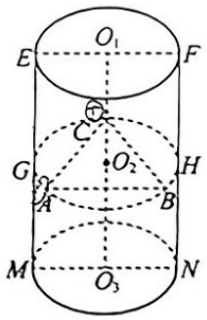


A. 它滑过的弧长　　B. 它下降的高度
C. 它到P点的距离　　D. 它与P点的连线扫过的面积

3. 一点光源以113W的功率向周围所有方向均匀地辐射波长约为6×10^{-7}m的光，在离点光源距离为*R*处每秒垂直通过每平方米的光子数为3×10^{14}个。普朗克常量为$h=6.63\times10^{-34}$J×s。*R*约为（　　）

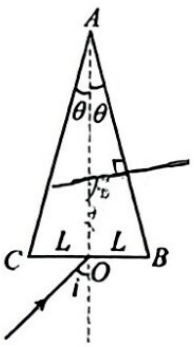
A. 1×10^{2}m　　B. 3×10^{2}m　　C. 6×10^{2}m　　D. 9×10^{2}m

4. 半径为*R*的竖直圆柱体空间如图所示，O_1、O_2、O_3分别为上、中、下横截面的圆心，EG＝GM＝2*R*，EF、MN分别为圆O_1、O_2的直径，EF、AB、MN平行，中间圆O_2上有一等边三角形ABC，ABC三点在圆上且均固定有电量为+*Q*的点电荷，下列说法正确的是（　　）



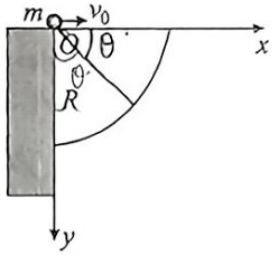
A. 底面圆上M、N两点电场强度相同
B. 从O_1到O_3沿虚线电势先减小后增大
C. 电子从F移动到N点，电场力做功为零
D. 电子由静止从O_1运动到O_3过程中，加速度可能先增大后减小

5. 如图所示三角形ABC为某透明介质的横截面，O为BC边的中点，位于截面所在平面内的一束光线自O以角*i*入射，第一次到达AB边恰好发生全反射。已知$\theta=15°$，该介质的折射率为$\sqrt{2}$，则入射角*i*为（　　）



A. 30°　　B. 45°　　C. 60°　　D. 75°

6. 如图所示，一平台固定在竖直平面内，以平台右边缘O点为原点，沿平台右侧竖直向下为y轴正方向，沿水平向右为x轴正方向建立直角坐标系xOy。在该坐标系中，以坐标原点O为圆心，半径为R的四分之一圆弧轨道竖直固定在平台的右侧。质量为m的小球从坐标原点O以初速度v_0(大小未知)沿x轴正方向平抛。重力加速度大小为g，不计空气阻力。小球从O点抛出后到落到圆弧轨道上的过程中，下列说法正确的是（　　）



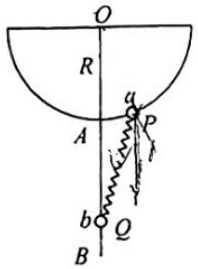
A. 当初速度v_0的大小为适当的值时，小球可能垂直落到圆弧轨道上

B. 初速度v_0越大，小球在空中运动的时间越长

C. 初速度$v_0=\sqrt{\sqrt{3}gR}$时，小球落到圆弧轨道上的动量最小

D. 小球落到圆弧轨道上的最小动能为$\frac{\sqrt{3}}{2}mgR$

7. 如图，在竖直平面内固定一光滑的半圆环，圆心为O、半径为R，OA为半圆环的竖直半径，AB为与OA在同一直线上的光滑固定杆，半圆环上套有一小球a，杆AB上套有另一小球b。两小球之间连接一轻弹簧，初始时小球a在距圆环A点右侧不远处的P点，小球b固定于杆AB上的Q点，两小球间距离为R。现用外力使小球b沿杆AB缓慢向上移动一段距离，但未到达A点。在移动过程中弹簧始终在弹性限度内且在一条直线上，两小球均可视为质点，则下列说法正确的是（　　）



A. 初始时弹簧弹力大于半圆环对小球a的弹力

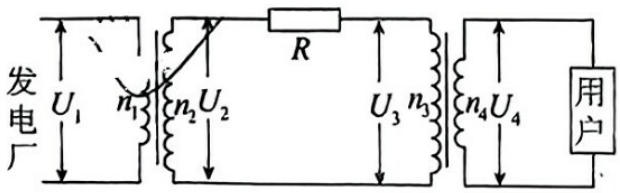
B. 初始时弹簧弹力大于小球a的重力

C. 小球b沿杆缓慢向上移动过程中，环对小球a的支持力先增大后减小

D. 小球b沿杆缓慢向上移动过程中，弹簧弹力增大

二、选择题：本题共4小题，每小题5分，共20分。在每小题给出的四个选项中，有多项符合题目要求。全部选对的得5分，选对但不全的得3分，有选错的得0分。

8. 某远距离输电线路图如图所示，升压变压器原、副线圈的匝数分别为n_1、n_2，电压分别为U_1、U_2，输电线总电阻为R，降压变压器原、副线圈的匝数分别为n_3、n_4，电压分别为U_3、U_4，变压器为理想变压器。现进行输电线路改造，改造后输电线电阻R变小，发电厂电压U_1、升压变压器匝数比$\frac{n_1}{n_2}$、用户电压U_4以及发电厂总功率保持不变，下列说法正确的是（　　）



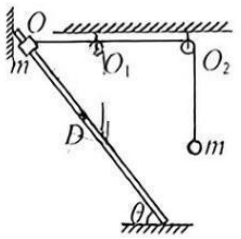
A. 改造后输电电压U_2减小

B. 改造后降压变压器原线圈两端电压U_3增大

C. 改造后降压变压器的匝数比$\frac{n_3}{n_4}$减小

D. 改造后降压变压器输出功率变大

9. 如图所示，一轻绳绕过无摩擦的两个轻质小定滑轮 O_1、O_2，一端和质量为 m 的小球连接，另一端与套在光滑固定直杆上质量也为 m 的小物块连接，直杆与两定滑轮在同一竖直面内，与水平面的夹角 $\theta=60°$，直杆上 O 点与两定滑轮均在同一高度，O 点到定滑轮 O_1 的距离为 L，直杆上 D 点到 O 点的距离也为 L，重力加速度为 g，直杆足够长，小球运动过程中不会与其他物体相碰。现将小物块从 O 点由静止释放，下列说法正确的是（　　）



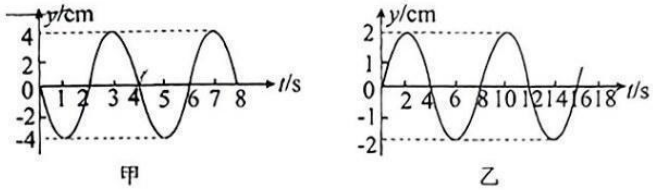
A. 小物块刚释放时，轻绳中的张力大小为 mg

B. 小球运动到最低点时，小物块加速度的大小为 $\frac{\sqrt{3}}{2}g$

C. 小物块下滑至 D 点时，小物块与小球的速度大小之比为 2:1

D. 小物块下滑至 D 点时，小物块的速度大小为 $\frac{\sqrt{20\sqrt{3}gL}}{5}$

10. 图甲、乙分别是甲、乙两个单摆在同一位置处做简谐运动的图像，则下列说法中正确的是（　　）



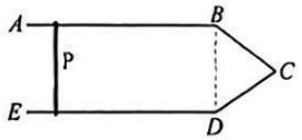
A. 甲、乙两单摆的振幅之比为 2∶1

B. $t=2$ s 时，甲单摆的重力势能最小，乙单摆的动能为零

C. 甲、乙两单摆的摆长之比为 4∶1

D. 甲、乙两单摆的摆球在最低点时向心加速度大小一定相等

11. 如图所示，光滑水平面上有一质量为 m 的“火箭型”光滑金属导轨，导轨由 AB、BC、CD、DE 组成，其中 AB 与 DE 平行且足够长，BC 与 CD 长度相等，已知 AB 与 DE 的间距为 L，BD 垂直于 DE，质量为 m、电阻为 R 的金属棒 P 静止在导轨上，且与导轨垂直并接触良好。整个装置置于磁感应强度为 B 的匀强磁场内，匀强磁场与水平面垂直(图中未画出)。若其余电阻不计，下列说法正确的是（　　）



A. 若用水平向右的恒力 F 作用在导轨 C 点，稳定后整个回路的磁通量的变化率为零

B. 若给金属棒 P 一水平向右的初速度 v_0，金属棒上产生的焦耳热最多为 $\frac{mv_0^2}{4}$

C. 若给导轨一水平向右的初速度 v_0，整个过程流过金属棒 P 的电荷量为 $\frac{mv_0}{2BL}$

D. 若先将导轨固定，再给金属棒 P 一水平向右的初速度 v_0，则金属棒 P 的速度与位移成线性关系

高分训练(15)

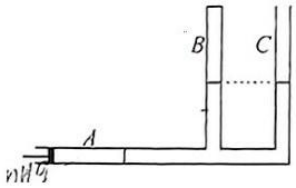
限时：30分钟

14. (9分)如图所示，U型玻璃细管竖直放置，底部与足够长的水平细管相连通，各部分细管内径相同。水平细管内用小活塞封有长为10cm的气体A，U型管左管上端封有长为10cm的气体B。右管上端开口并与大气相通，此时U型玻璃管左、右两侧水银面恰好相平，水银面距U型玻璃管底部为15cm。已知外界大气压强为75cmHg，忽略环境温度变化。

(1)A气体的压强是多少？

(2)将活塞缓慢向左拉，使气体B的长度变为11cm，重新平衡后气体B和A的压强各是多少？

(3)活塞向左拉动的距离是多少？

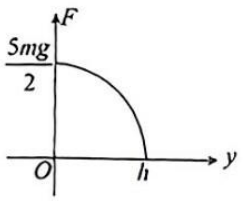


15. (12分)跳水运动员从离于水面$H=20\text{m}$的跳台自由落下。假设运动员的质量$m=60\text{kg}$，其体形可等效为一长度$L=1.0\text{m}$、横截面积$S=0.1\text{m}^2$的长方体，忽略空气阻力。运动员入水后，水的等效阻力F作用于长方体的下端面，F的大小随入水深度y变化的函数曲线如图所示。该曲线可近似看作圆周的一部分，该圆的圆心位于O点。圆与y轴相交于$y=h$处，与F轴相交于$\frac{5mg}{2}$处。(已知水的密度$\rho=1.0\times10^3\text{kg/m}^3$)试计算：

(1)运动员刚入水时的速度大小；

(2)运动员在进入水池过程中克服浮力做的功；

(3)为确保运动员安全，水池中水的深度h至少为多少？(结果保留两位有效数字)

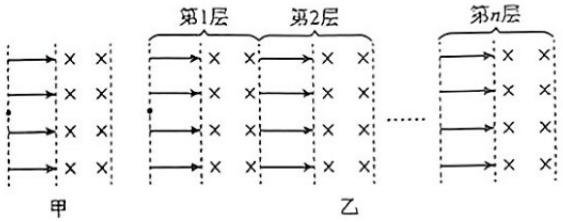


16. (16分)如图甲所示，真空中存在匀强电场和匀强磁场，电场、磁场的边界互相平行且与电场方向垂直，一质量为m、电荷量为q的带正电的粒子(不计重力)在电场左侧边界某处由静止释放，进入电场和磁场区域。已知电场和磁场的宽度均为d，长度足够长，电场强度大小为E，方向水平向右，磁感应强度大小为$\sqrt{\frac{mE}{2qd}}$，方向垂直纸面向里。

(1) 求粒子在图甲磁场中运动的轨道半径r及运动时间t；

(2) 图乙为图甲的多级组合，粒子从第1层电场左侧边界某处由静止释放，若能从第n层磁场右边界飞出，求粒子在第n层磁场中运动的轨道半径r；

(3) 改变图乙中电场强度与磁感应强度的大小关系，粒子仍从第1层电场左侧边界某处由静止释放，已知粒子从第6层磁场右侧边界穿出时，速度的方向与水平方向的夹角为30°。若保证粒子不能从第n层磁场右边界穿出，n至少为多少。



限时：30分钟

一、选择题：本题共7小题，每小题4分，共28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. 在聚变反应中，一个氘核(^2_1H)和一个氚核(^3_1H)结合为一个氦核(^4_2He)，并放出一个中子，同时释放大约17.6MeV的能量。太阳辐射的总功率约为4×10^{26}W，其辐射的能量也来自聚变反应。下列说法正确的是（　　）

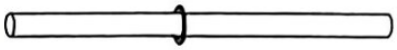
A. 太阳因为辐射能量每秒亏损的质量约为17.6MeV/c^2

B. ^4_2He的比结合能比^2_1H、^3_1H的比结合能都要大

C. 要使轻核发生聚变，高温可以使它们克服库仑力和核力而聚变

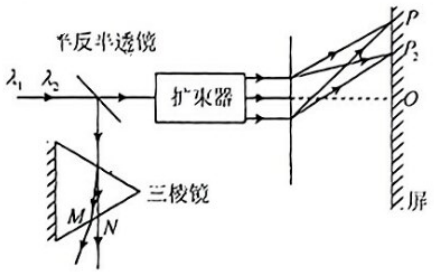
D. 聚变反应又叫热核反应，核聚变可以放出巨大能量，现有的核电站都是采用核聚变

2. 如图所示，特殊材料制成的水平直杆上套有一小圆环，杆足够长。小圆环沿杆运动时所受阻力与速度成正比。当环的初速度为v时，最大位移为x_1，当环的初速度为$2v$时，最大位移为x_2，则$x_1:x_2$为（　　）



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

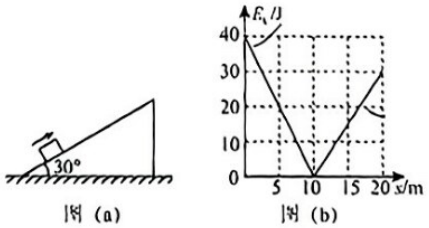
3. 如图所示，由波长为λ_1和λ_2的单色光组成的一束复色光，经半反半透镜后分成透射光和反射光。透射光经扩束器后垂直照射到双缝上并在屏上形成干涉条纹。O是两单色光中央亮条纹的中心位置，P_1和P_2分别是波长为λ_1和λ_2的光形成的距离O点最近的亮条纹中心位置。反射光入射到三棱镜一侧面上，从另一侧面M和N位置出射，则（　　）



A. $\lambda_1<\lambda_2$，M是波长为λ_1的光出射位置　　B. $\lambda_1<\lambda_2$，N是波长为λ_1的光出射位置

C. $\lambda_1>\lambda_2$，M是波长为λ_1的光出射位置　　D. $\lambda_1>\lambda_2$，N是波长为λ_1的光出射位置

4. 如图(a)所示，一物块以一定初速度沿倾角为30°的固定斜面上滑，运动过程中摩擦力大小f恒定，物块动能E_k与运动路程s的关系如图(b)所示。重力加速度大小取10 m/s²，物块质量m和所受摩擦力大小f分别为（　　）



图(a)　　图(b)

A. $m=0.7$ kg，$f=0.5$N　　B. $m=0.7$ kg，$f=1.0$N

C. $m=0.8$kg，$f=0.5$N　　D. $m=0.8$ kg，$f=1.0$N

5. 如图所示，某人用水管冲洗竖直墙面，水龙头的流量(单位时间流出水的体积)可视为一定，水管的入水口与水龙头相连接，水从出水口水平出射，水打到墙面后不反弹顺墙面流下。若用手挤压出水口，使出水口的横截面积变为原来的一半，则被水流冲击部分的墙面所受压强约为原先的多少倍（　　）

A. 1　　B. 2

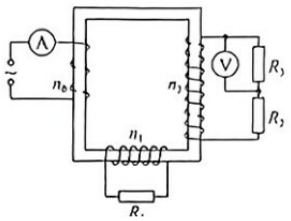
C. 4　　D. 8



6. “黑洞”是近代引力理论所预言的一种特殊天体，探寻“黑洞”的方案之一是观测双星系统的运动规律。天文学家观测河外星系大麦哲伦云时，发现了 LMCX－3 双星系统，它由可见星 A 和不可见的暗星 B 构成。不考虑其它天体的影响，A、B 围绕两者连线上的 O 点做匀速圆周运动，它们之间的距离保持不变，若将可见星 A 所受暗星 B 的引力等效为位于 O 点处质量为 m' 的星体对它的引力，设 A 和 B 的质量分别为 m_1、m_2，则（　　）

A. $m'=\dfrac{m_1^2}{m_1+m_2}$　　B. $m'=\dfrac{m_2^2}{m_1+m_2}$　　C. $m'=\dfrac{m_1^3}{(m_1+m_2)^2}$　　D. $m'=\dfrac{m_2^3}{(m_1+m_2)^2}$

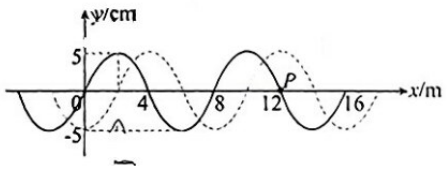
7. 如图所示，理想变压器的原、副线圈匝数分别为 $n_0=100$、$n_1=200$ 和 $n_2=300$，两个副线圈分别接有电阻 $R_1=5\Omega$、$R_2=10\Omega$ 和 $R_3=5\Omega$。当原线圈中接入正弦交流电源时，理想电压表的示数为 $U=5\text{V}$。不计线圈电阻，理想电流表的读数为（　　）

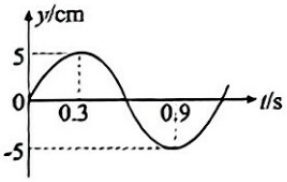


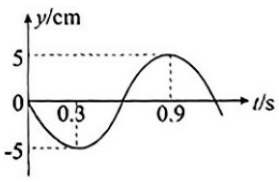
A. 3A　　B. $3\sqrt{2}$A　　C. 7A　　D. $7\sqrt{2}$A

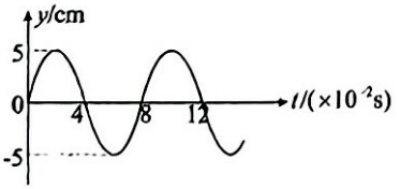
二、选择题：本题共 4 小题，每小题 5 分，共 20 分。在每小题给出的四个选项中，有多项符合题目要求。全部选对的得 5 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。

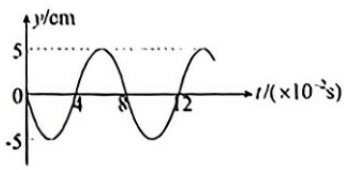
8. 如图所示，一列简谐横波在 $t=0$ 时刻的波形如图中实线所示，$t=0.3\text{s}$ 时刻的波形如图中虚线所示，则下列图像中可能为质点 P 振动图像的是（



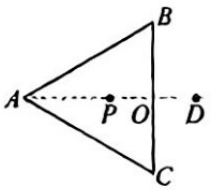
A.


B.


C.


D.


9. 如图所示，三个等长绝缘细棒构成正三角形 ABC，棒上带有等量负电荷且电荷分布均匀。P 为正三角形 ABC 中心，O 为 BC 边中点，P、D 关于 O 点对称，选取无穷远处电势为 0，P 点电势为 φ_1，D 点电势为 φ_2，则下列说法正确的是（　　）



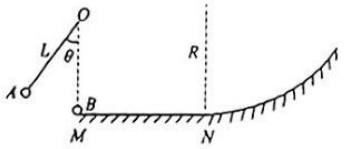
A. P 点电势 φ_1 大于 D 点电势 φ_2

B. 撤去 BC 棒，P、D 两点电势差不变

C. 撤去 AB 棒，则 D 点电势变为 $\dfrac{\varphi_2}{2}-\dfrac{\varphi_1}{6}$

D. 撤去 AB 棒，则 D 点电势变为 $\dfrac{\varphi_2}{2}+\dfrac{\varphi_1}{6}$

10. 如图所示，质量为$m_1=0.1$kg的小球A通过长为$L=1$m的轻绳悬挂于O点，某时刻将小球向左拉离一段距离使轻绳伸直且与竖直方向的夹角$\theta=37°$，然后由静止释放，小球在悬点O正下方M处与质量为$m_2=0.7$kg的小球B发生弹性正碰。碰后B球沿光滑水平轨道MN向右运动并从N点滑上半径为$R=4$m的竖直光滑圆弧轨道(圆弧轨道在N点处与水平轨道相切)。两球均可视为质点且碰撞时间极短，不计一切阻力。已知$\cos37°=0.8$，$\cos5°=0.996$。下列说法正确的是（　　）



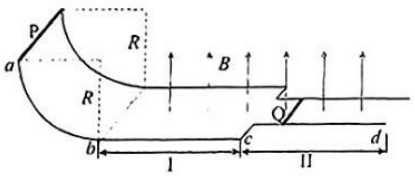
A. 碰后瞬间小球B的速度大小为0.5 m/s

B. 小球A从碰后瞬间到第一次到达最高点所用时间为$\frac{\sqrt{10}}{20}\pi$s

C. 小球B从N点进入圆弧轨道到返回N点的过程所受合外力的冲量为0

D. 小球B从N点进入圆弧轨道到返回N点的过程所用时间为$\frac{\sqrt{10}}{5}\pi$s

11. 如图，光滑平行轨道abcd的曲面部分是半径为R的四分之一圆弧，水平部分位于竖直向上、大小为B的匀强磁场中，导轨Ⅰ部分两导轨间距为L，导轨Ⅱ部分两导轨间距为$\frac{L}{2}$，将质量均为m的金属棒P和Q分别置于轨道上的ab段和cd段，且与轨道垂直。P、Q棒电阻均为r，导轨电阻不计。Q棒静止，让P棒从圆弧最高点静止释放，当P棒在导轨Ⅰ部分运动时，Q棒已达到稳定运动状态。下列说法正确的是（　　）



A. P棒到达轨道最低点瞬间对轨道压力的大小为$2mg$

B. Q棒第一次稳定运动时速度大小为$\frac{\sqrt{2gR}}{2}$

C. Q棒从开始运动到第一次速度达到稳定，该过程通过P棒的电荷量为$\frac{4m\sqrt{2gR}}{5BL}$

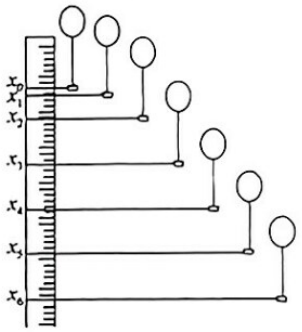
D. 从P棒进入导轨Ⅱ运动到再次稳定过程中，P、Q棒中产生的总热量为$\frac{1}{50}mgR$

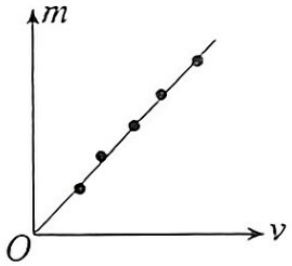
高分训练 (17)

限时：15 分钟

三、非选择题：本题共 5 小题，共 52 分。

12. (6 分)已知物体受到流体的阻力与其速度有关，物体运动速度越大，阻力也越大。某兴趣小组希望通过研究气球运动得到气球受空气阻力 f 与其运动速度 v 的定量关系。他们将重物悬挂于气球下方，并用天平称得总质量为 m。一名同学在刻度尺的上方释放气球，另一名同学用手机在刻度尺前拍摄视频，并得到分帧照片。下面图片为照片错开相等距离叠加而成。已知相邻两帧照片之间的时间间隔为 T，气球体积 V，空气密度 ρ，重力加速度为 g，请回答一下问题：





(1) 气球做哪种运动 _____；

(2) 为尽量精确得出 f 与 v 的关系，需要选择哪段过程进行研究 _____(用刻度尺上相应位置表示)；此时气球受空气阻力大小 $f=$ _____，运动速度大小 $v=$ _____；

(3) 下图为该兴趣小组换用不同的重物重复多次实验得出的关系图像，由此可知气球受空气阻力大小 f 与其运动速度大小 v 的关系是 _____。

13. (9 分)某同学要把一个量程为 300μA，内阻约为 100Ω 的直流电流计 G，改装成量程范围是 0~3V 的直流电压表.

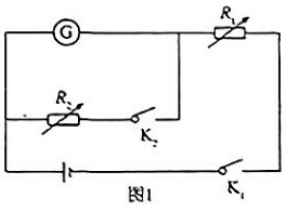


图1

(1) 按如图 1 所示电路，用半偏法测定电流计 G 的内电阻 R_g。电源电动势为 6V，内阻不计。在以下器材中，可变电阻 R_1 应选用 _____；可变电阻 R_2 应选用 _____。(选填器材前的字母)

A. 电阻箱 (0~999.9Ω)　　B. 滑动变阻器 (0~200Ω)

C. 电位器 (一种可变电阻，与滑动变阻器相当，0~47kΩ)

(2) 该同学在开关断开情况下，检查电路连接无误.

a. 后续的实验操作步骤依次是 _____，最后记录 R_2 的阻值并整理好器材。(请按合理的实验顺序，选填下列步骤前的字母)

A. 将 R_1 的阻值调至最大

B. 闭合 K_2 调节 R_2 的阻值，使电流表指针偏转到满刻度的一半

C. 闭合 K_1 调节 R_1 的阻值，使电流表指针偏转到满刻度

b. 若实验记录 R_2 的阻值为 112.0Ω，则可测得电流计 G 的内阻 $R_g=$ _____Ω。

(3) 测得电流计 G 的内阻后，要将其改装成量程为 3V 的电压表，应将其 _____ 联(选填“串”或“并”)一个电阻 R_3，$R_3=$ _____Ω。

(4) 按照上述方法将电流计 G 与电阻 R_3 改装成一电压表后，用此改装电压表分度值更小的标准电压表 V_0 进行校准。

a. 请你完成方框图 2 中的校准电路图；

b、利用校准电路，该同学将量程中的各个刻度都校准一遍，可得到30组 U_x(改装电压表读数)、ΔU_x(改装电压表读数 U_x 与标准表读数 U 的差值，即 $\Delta U_x = U_x - U$)．以 U_x 为横坐标，ΔU_x 为纵坐标，将相邻两点用直线连接，做出呈折线状的曲线，如图3所示，这条曲线我们称为校准曲线．当使用这块表测量时，就可以根据校准曲线对各数据点进行校准，从而获得更高的精度．若改装电压表测量结果为2.50V时，电压更精确的值应为 _____ V．

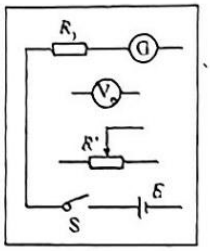


图2

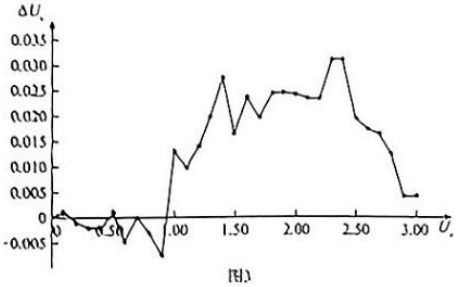


图3

(5)在校准电压表时，该同学利用了“并联电路各支路两端电压总相等”的电路特点．实际上，在恒定电流电路内，各处的电荷分布是稳定的，稳定分布的电荷产生了一种恒定电场，这种恒定电场与静电场的性质基本相同，这成为我们认识电路问题的基础．请判断“并联电路各支路两端电压总相等”这一电路特点，是下列选项中哪一个说法的对应表现 _____．(填写选项前的字母)

A. 电荷在电场中受到力的作用
B. 匀强电场电场强度处处相等
C. 电场力做功与路径无关
D. 沿电场线方向电势逐渐降低

高分训练(18)

限时：30分钟

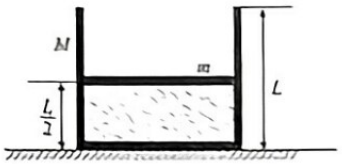
14.(9分)如图所示，环境的热力学温度为T_0，环境气体压强为p_0，导热良好的汽缸直立在水平地面上，汽缸的质量$M=\frac{p_0S}{3g}$，高度为L。用活塞把一定质量的气体封闭在汽缸内，活塞可沿汽缸壁无摩擦地移动，活塞的质量为$m=\frac{p_0S}{6g}$，横截面积为S，气体可看作理想气体，质量可忽略不计。平衡时，活塞处于距汽缸底$\frac{L}{2}$处。重力加速度为g。

(1)若由于环境温度缓慢升高，活塞缓慢向上移动，温度升至某一值时，活塞向上移动了$0.25L$。已知密封气体的内能U与热力学温度T的关系为$U=kT$(k为大于零的常数)，求此过程中：

①活塞缓慢向上移动距离$0.25L$时气体的温度；

②密封气体从外界吸收的热量；

(2)若用力F缓慢向上拉动活塞，直至汽缸刚要离开地面，求汽缸刚要离开地面时，活塞距汽缸底的距离。

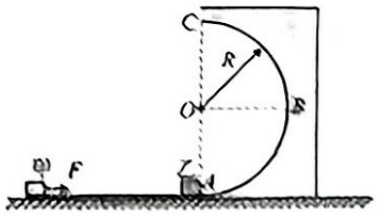


15.(12分)如图所示，一圆心为O、半径$R=0.2$m、质量$M=0.2$kg的光滑半圆形轨道竖直放在足够大的光滑水平面上并锁定，其下端A点与静置于水平面上长$L=1.8$m、质量$m=0.2$kg的薄板右端相切且紧靠。质量$m_1=0.5$kg的物块甲静置于薄板的左端，物块乙静置于薄板的右端。甲在大小$F=2.25$N、方向水平向右的恒定拉力作用下由静止开始运动，当甲到达薄板的右端时撤去拉力，甲与乙发生弹性正碰(碰撞时间极短)，碰撞后乙沿半圆形轨道通过最高点C，随后立即取走乙；甲沿半圆形轨道运动到与O点等高的B点时的速度为零。已知甲与薄板间的动摩擦因数$\mu_1=0.2$，乙与薄板间的动摩擦因数$\mu_2=0.1$，取重力加速度大小$g=10$m/s^2，最大静摩擦力均与相应的滑动摩擦力相等，甲、乙均视为质点。

(1)求甲与乙碰撞前瞬间甲的速度大小v_0；

(2)求乙的质量m_2以及乙通过C点时对半圆形轨道的弹力大小N；

(3)若将半圆形轨道解锁，在乙的左侧涂上黏性物质(甲、乙碰撞后黏在一起)，在甲、乙碰撞前瞬间撤去拉力，其他情况不变，求甲最终与薄板左端间的距离x以及甲的最终速度大小。



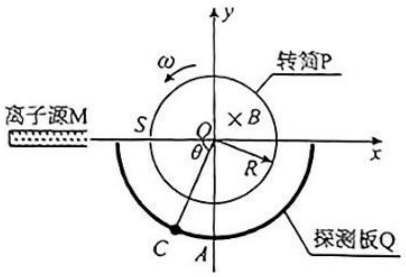
16. (10分)离子速度分析器截面图如图所示。半径为R的空心转筒P，可绕过O点、垂直xOy平面(纸面)的中心轴逆时针匀速转动(角速度大小可调)，其上有一小孔S。整个转筒内部存在方向垂直纸面向里的匀强磁场。转筒下方有一与其共轴的半圆柱面探测板Q，板Q与y轴交于A点。离子源M能沿着x轴射出质量为m、电荷量为$-q(q>0)$、速度大小不同的离子，其中速度大小为v_0的离子进入转筒，经磁场偏转后恰好沿y轴负方向离开磁场。落在接地的筒壁或探测板上的离子被吸收且失去所带电荷，不计离子的重力和离子间的相互作用。

(1)①求磁感应强度B的大小；

②若速度大小为v_0的离子能打在板Q的A处，求转筒P角速度ω的大小；

(2)较长时间后，转筒P每转一周有N个离子打在板Q的C处，OC与x轴负方向的夹角为θ，求转筒转动一周的时间内，C处受到平均冲力F的大小；

(3)若转筒P的角速度小于$\frac{6v_0}{R}$，且A处探测到离子，求板Q上能探测到离子的其他θ'的值(θ'为探测点位置和O点连线与x轴负方向的夹角)。

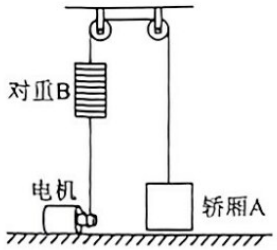


高分训练(19)

限时：30分钟

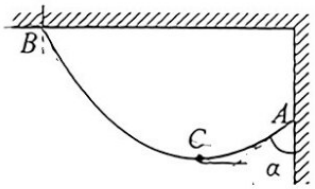
一、选择题：本题共7小题，每小题4分，共28分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

1. 某工地小型升降电梯的原理图如图所示，轿厢A、对重B跨过轻质定滑轮通过足够长轻质缆绳连接，电机通过轻质缆绳拉动对重，使轿厢由静止开始向上运动，运动过程中A未接触滑轮、B未落地。已知A、B质量分别为$M=600\text{kg}$、$m=400\text{kg}$，电机输出功率恒为$P=3\text{kW}$，不考虑空气阻力与摩擦阻力，重力加速度g取10m/s^2，则当轿厢速度为1m/s时，A、B之间轻质缆绳的拉力大小为（　　）



A. 5400N　　B. 6000N　　C. 6600N　　D. 7000N

2. 如图所示，质量为m的匀质细绳，一端系在竖直墙壁上的A点，另一端系在天花板上的B点，静止时细绳呈曲线形下垂，最低点为C点(图中未画出)。现测得BC段绳长是AC段绳长的3倍，且绳子A端的切线与墙壁的夹角为$\alpha=60°$，重力加速度为g，则（　　）



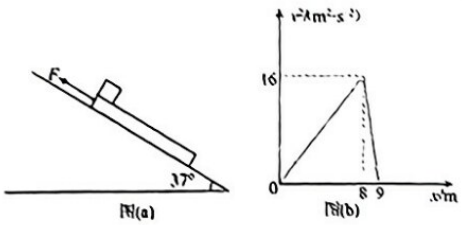
A. 在C点处绳子张力大小为$\frac{\sqrt{3}}{4}mg$

B. 在C点处绳子张力大小为$\frac{\sqrt{3}}{3}mg$

C. 绳子在B处的弹力大小为$\frac{1}{2}mg$

D. 若用竖直向下的拉力使绳C点缓慢向下运动，则绳的重心缓慢下降

3. 如图(a)所示，物块和长木板置于倾角为$\theta=37°$且足够长的斜面上。$t=0$时对长本板施加沿斜面向上的拉力F，使长木板和物块由静止开始沿斜面上滑，作用一段时间后撤去拉力F。已知长木板和物块始终保持相对静止，两者上滑时速度的平方与位移之间的关系v^2-x图像如图(b)所示，已知$\sin37°=0.6$，$\cos37°=0.8$，重力加速度取$g=10\text{m/s}^2$，最大静摩擦力认为等于滑动摩擦力，则下列说法正确的是（　　）



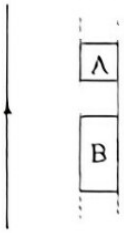
A. 拉力F的作用时间为2s　　B. 拉力F作用时长木板的加速度大小为2m/s^2

C. 长木板与斜面间的动摩擦因数为0.25　　D. 物块与长木板之间的动摩擦因数可能为0.75

4. 人类太空探测计划旨在寻找适合人类居住的宜居行星。在某次探测中发现距地球数光年处有一颗质量为M的恒星A，可将该恒星视为黑体，其向外均匀辐射能量的功率为P_0；恒星A有一颗绕它做匀速圆周运动的行星B，该行星也可视为黑体，其向外均匀辐射能量的功率为P，其半径大小为R。已知行星B的温度保持不变，恒星A射向行星B的光可看作平行光，不计其他星体的影响，引力常量为G。则行星B做圆周运动的线速度为（　　）

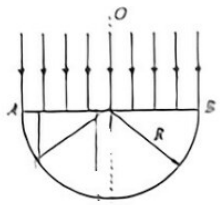
A. $\sqrt{\frac{GM}{R}}$　　B. $\sqrt{\frac{GM}{R}\sqrt{\frac{P}{P_0}}}$　　C. $\sqrt{\frac{2GM}{R}\sqrt{\frac{P}{P_0}}}$　　D. $\sqrt{\frac{2GM}{R}\sqrt{\frac{P_0}{P}}}$

5. 如图所示，在光滑水平平面上有一根通有恒定电流 I 的长直导线，用同种均匀材料做成的单匝线框 A、B 平铺在水平平面上。A 是边长为 a 的正方形，B 是长边长为 $2a$ 的长方形。瞬间关闭恒定电流 I，假设线框不会与长直导线碰撞，A、B 最终获得的动量之比为（　　）



A. 3∶8　　B. 3∶4　　C. 1∶4　　D. 9∶16

6. 如图所示，有一块半径为 R 的半圆形玻璃砖，OO′ 是对称轴。现有竖直单色光垂直照射到 AB 面，玻璃砖对该单色光的折射率为 $\frac{5}{3}$。已知 $\sin 37^\circ = \frac{3}{5}$，不考虑二次反射，则（　　）



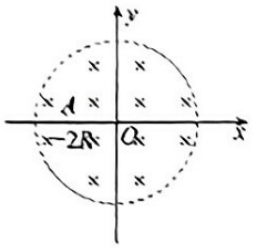
A. 玻璃砖的弧面上有光射出的区域弧长为 $\frac{37\pi R}{180}$

B. 若在纸面内将玻璃砖绕圆心逆时针旋转 30°，有光射出的区域弧长不变

C. 所有从 $\overset{\frown}{AB}$ 射出的光线都将汇于一点

D. 入射光线距 OO′ 越远，出射光线与 OO′ 的交点离 AB 面越远

7. 如图所示，在 xOy 平面上，一个以原点 O 为圆心、半径为 $4R$ 的圆形区域内存在着匀强磁场，磁场的方向垂直于纸面向里，在坐标 $(-2R, 0)$ 的 A 处静止着一个具有放射性的氮原子核 ${}^{13}_{7}\mathrm{N}$。某时刻该核发生衰变，放出一个正电子和一个反冲核，已知正电子从 A 处射出时速度方向垂直于 x 轴，且后来通过了 y 轴，而反冲核刚好不离开磁场区域，不计重力影响和粒子间的相互作用。下列说法正确的是（　　）

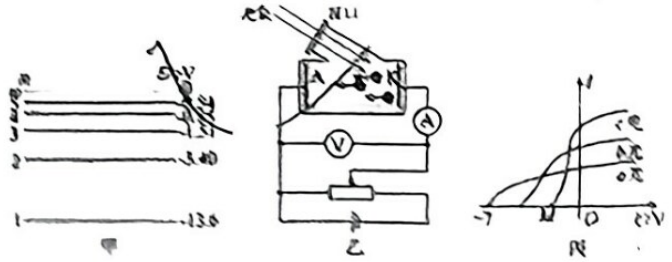


A. 氮原子核 ${}^{13}_{7}\mathrm{N}$ 的衰变方程为 ${}^{13}_{7}\mathrm{N} \rightarrow {}^{13}_{6}\mathrm{O} + {}^{0}_{+1}\mathrm{e}$　　B. 正电子做圆周运动的半径为 $8R$

C. 正电子在磁场中做顺时针的圆周运动　　D. 正电子最后过 y 轴时的坐标 $\left(0, -\frac{12\sqrt{7}R}{7}\right)$

二、选择题：本题共 4 小题，每小题 5 分，共 20 分。在每小题给出的四个选项中，有多项符合题目要求。全部选对的得 5 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。

8. 氢原子能级如图甲所示，一群处于 $n=4$ 能级的氢原子，向低能级跃迁时能发出多种频率的光，分别用这些频率的光照射图乙电路的阴极 K，只能得到 3 条电流随电压变化的图线，如图丙所示，已知 a 光与横轴的交点为 $(-7, 0)$，下列说法正确的是（　　）



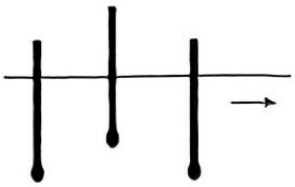
A. 阴极 K 材料的逸出功为 5.75eV

B. a 光的波长大于 b 光的波长

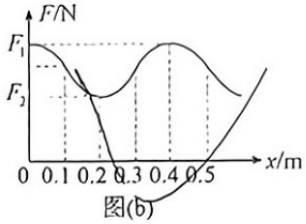
C. 图中 M 点的数值为 -4.45

D. 若用一束波长 $\lambda < \lambda_a$ 的光照射阴极 K，则 M 点右移

9. 下端附着重物的粗细均匀木棒，竖直浮在河面，在重力和浮力作用下，沿竖直方向做频率为1Hz的简谐运动；与此同时，木棒在水平方向上随河水做匀速直线运动，如图(a)所示。以木棒所受浮力F为纵轴，木棒水平位移x为横轴建立直角坐标系，浮力F随水平位移x的变化如图(b)所示。已知河水密度为ρ，木棒横截面积为S，重力加速度大小为g。下列说法正确的是（



图(a)



图(b)

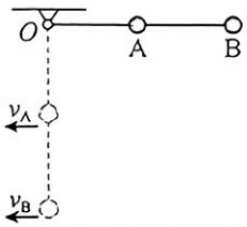
A. x从0.05m到0.15m的过程中，木棒的动能先减小后增大

B. $x=0.35$m和$x=0.45$m时，木棒的速度大小相等，方向相反

C. x从0.21m到0.25m的过程中，木棒加速度方向竖直向下，大小逐渐变小

D. 木棒在竖直方向做简谐运动的振幅为$\frac{F_1-F_2}{2\rho Sg}$

10. 如图所示，在长为L的轻杆中点A和端点B分别固定一质量为m、$2m$的小球，杆可绕光滑的轴O转动，将杆从水平位置由静止释放。重力加速度大小为g，两球均视为质点，不计空气阻力。下列说法正确的是（　　）



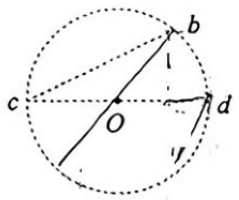
A. 当杆转到竖直位置时，两球的速度大小相等

B. 当杆转到竖直位置时，B球的速度大小为$\frac{2}{3}\sqrt{5gL}$

C. 杆在转动的过程中，A球的机械能守恒

D. 杆从水平位置转到竖直位置的过程中，杆对B球做的功为$\frac{2}{9}mgL$

11. 如图所示，b、c、d是匀强电场中的三个点，它们恰好位于以O点为圆心的圆上，cd是该圆的一条直径，cd$=2R$，已知电场方向平行于圆所在的平面(纸面)。将质量为m、电荷量为$q(q>0)$的带电粒子从d点移到c点，电场力做的功为$W(W>0)$；再将该粒子从b点移到c点，电场力做的功为$\frac{3}{2}W$。若将该粒子从d点以一定初速率向纸面内任意方向射出，沿垂直cd向上射出时，粒子恰好经过c点，不计粒子重力。已知$\angle c=30°$，下列说法正确的是（　　）



A. 该匀强电场的电场强度大小为$\frac{W}{qR}$

B. 该匀强电场的场强方向与cb平行

C. 粒子从d点运动到c点所用的时间为$R\sqrt{\frac{2m}{W}}$

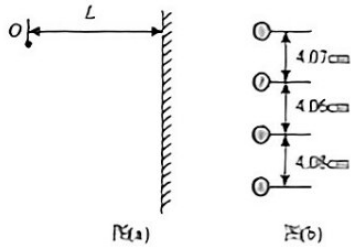
D. 粒子经过圆周时，最大动能为$\frac{9}{4}W$

高分训练(20)

限时：15分钟

三、非选择题：本题共5小题，共52分。

12. (6分)物理兴趣小组在进行"探究平抛运动的特点"研究时进行了如下实验。如图(a)所示，小球从O点水平抛出，在该处有一点光源，在抛出点的正前方竖直放置一块毛玻璃，O点与毛玻璃水平距离 $L=1.00\text{m}$，小球初速度与毛玻璃平面垂直；小球抛出后在毛玻璃上有小球运动的投影点，利用闪光频率为30Hz的频闪相机记录投影点的位置。当小球以4.0m/s的速度水平抛出时，各投影点实际间距如图(b)所示。

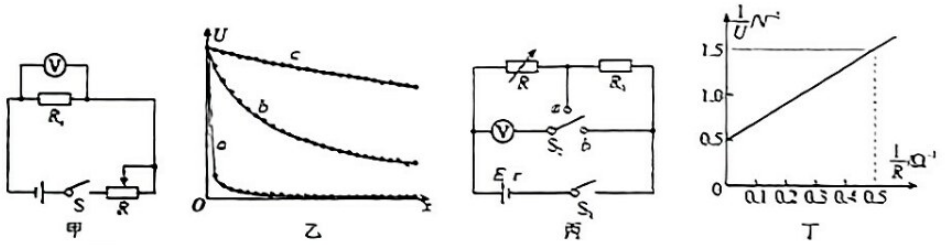


图(a)　　图(b)

(1) 小强同学分析频闪照片，他认为在误差范围内，投影点做匀速直线运动，并计算出投影点的速度大小为 _____。(计算结果保留三位有效数字)。

(2) 小芳同学利用实验数据和小强的计算结果计算出本地的重力加速度，请根据两人的观点计算出重力加速度 $g=$ _____ m/s^2(计算结果保留三位有效数字)。

13. (9分) (1) 为了研究滑动变阻器对实验的影响，某同学利用如图甲所示的电路，分别用最大阻值是5Ω、50Ω、2 000Ω的三种滑动变阻器做限流电阻。当滑动变阻器的滑片由一端向另一端移动的过程中，根据实验数据，分别做出电压表读数 U 随滑片移动距离 x 的关系曲线a、b、c，如图乙所示。如果待测电阻两端电压需要有较大的调节范围，同时操作还要尽量方便，应选择图中的 _____(选填"a""b"或"c")所对应的滑动变阻器。



(2) 某同学设计了如图丙所示的电路来测量电源电动势 E 和内阻 r 及电阻 R_1 的阻值。实验器材有：待测电源，待测电阻 R_1，电压表V(量程0~3 V，内阻很大)，电阻箱 R(0~99.99Ω)，单刀单掷开关 S_1，单刀双掷开关 S_2，导线若干：

①先测电阻 R_1 的阻值。将该同学的操作补充完整：

A. 闭合 S_1，将 S_2 切换到a，调节电阻箱，读出其示数 R_0 和对应的电压表示数 U_1；

B. 保持电阻箱示数不变，_____，读出电压表的示数 U_2；

C. 电阻 R_1 的表达式为 $R_1=$ _____；

②该同学已经测得电阻 $R_1=2.8\Omega$，继续测电源电动势 E 和内阻 r，其做法是：闭合 S_1，将 S_2 切换到a，多次调节电阻箱，读出多组电阻箱示数 R 和对应的电压表示数 U，由测得的数据，绘出了如图丁所示的 $\frac{1}{U}-\frac{1}{R}$ 图线，则电源电动势 $E=$ _____V，内阻 $r=$ _____Ω。

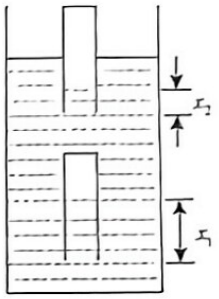
高分训练(21)

限时：30分钟

14. (9分)如图所示，圆柱形容器内盛有水，将质量为m、容积为V、横截面积为S的薄玻璃管开口向下缓慢竖直插入水中，放手后玻璃管在水下某位置保持悬浮状态。水的密度为ρ，重力加速度大小为g，将玻璃管内的空气视为理想气体。

(1) 求玻璃管在水下保持悬浮状态时，玻璃管内水的长度x_1；

(2) 若大气压强恒为p_0，将玻璃管从水下缓慢上提(玻璃管内空气的温度不变)，放手后玻璃管漂浮在水面上，求此时水进入玻璃管的长度x_2。

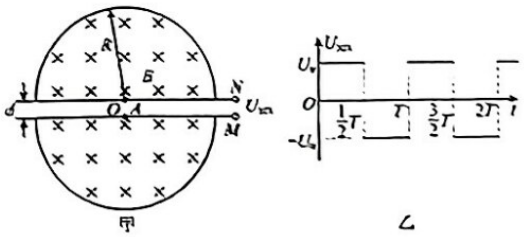


15. (12分)回旋加速器的工作原理如图甲所示，置于真空中的D形金属盒半径为R，两盒间狭缝的间距为d，磁感应强度为B的匀强磁场与盒面垂直，被加速粒子的质量为m，电荷量为$+q$，加在狭缝间的交变电压如图乙所示，电压值的大小为U_0. 周期$T=\dfrac{2\pi m}{qB}$. 一束该种粒子在$t=0\sim\dfrac{T}{2}$时间内从A处均匀地飘入狭缝，其初速度视为零. 现考虑粒子在狭缝中的运动时间，假设能够出射的粒子每次经过狭缝均做加速运动，不考虑粒子间的相互作用. 求：

(1) 出射粒子的动能E_m；

(2) 粒子从飘入狭缝至动能达到E_m所需的总时间t_0；

(3) 要使飘入狭缝的粒子中有超过99%能射出，d应满足的条件.



甲　　乙

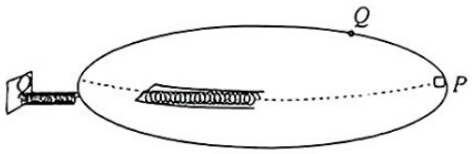
16. (16分)如图，有一光滑凹坑，坑面是球半径为R的球冠，坑的边缘是一个半径为r的圆周，且$r \ll R$。坑底部开口处装有水平轻质弹簧，弹簧一端固定在O点，自由端恰好位于坑底部中心。现将一个质量为m的物块(可视为质点)从边缘P点自由释放，P点、O点与球冠最低点在同一竖直平面内，弹簧的劲度系数$k=\frac{mg}{R}$，始终在弹性限度内。已知弹簧振子的周期公式$T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$，其中m为振子质量，k为弹簧的劲度系数；当θ很小时，有$\tan\theta \approx \sin\theta \approx \theta$。

(1) 求该物块从释放到第一次回到出发点所经历的时间；

(2) 若(1)中的物块在第二次通过最低点时，从P点再次自由释放一个完全相同的物块，二者相撞后结合为一个组合体C，求从释放第二个物块到组合体C第一次升至其轨迹最高点所经历的时间；

(3) 待组合体C达到其轨迹的最高点时，用相同的物块沿水平切向以一定的初速度与之发生弹性碰撞，若碰撞后的组合体C恰好作匀速圆周运动，求该物块的初速度大小；

(4) 在(2)问中，从坑的边缘上Q点自由释放相同的物块，使其恰好在组合体C被弹簧推至最低点时相撞，并结合在一起。从物块被释放开始计时，每隔$\pi\sqrt{\frac{R}{g}}$时间释放一个物块，物块若未与组合体碰撞，则在其运动到圆坑另一边时将其回收，若发生碰撞则与组合体结合。包括第一个物块在内，连续释放6个物块，求与组合体相撞的物块个数。



限时：30分钟

一、选择题：本题共7小题，每小题4分，共28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. 低温为研究物质结构与性质提供了独特的条件。2022年10月31日“梦天实验舱”进入预定轨道，其上搭载了世界领先的微重力超冷原子物理实验平台，可以制备地面无法实现的10^{-11}K以下的超冷原子构成的气体。超冷原子是指温度接近0K状态下的原子，其热运动速率只有室温下的10^{-5}倍。制备时，先利用激光冷却技术，将原子置于相向传播且频率略不同于原子跃迁能级ΔE所对应频率的激光束中运动时，由于多普勒效应，原子受到激光束对其产生的阻力，从而使原子的速度降低。又利用磁场将原子束缚在一定的区域内形成原子团，实现较长时间的原子与激光相互作用。再利用蒸发冷却技术，将原子团中速率较大的原子“蒸发”掉，使温度进一步降低。根据上述信息，下列说法正确的是（　　）

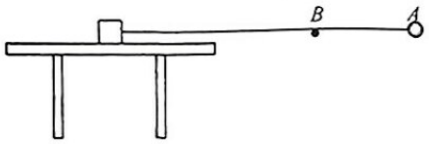
A. 激光频率一定时，原子质量越大，激光制冷的效果越好

B. 激光制冷技术只能使特定速率的原子减速，而其余原子的速率保持不变

C. 与室温下的原子相比，超冷原子更容易发生衍射

D. 传播方向与原子运动方向相反的激光的频率应当略高于$\frac{\Delta E}{h}$(h为普朗克常量)

2. 如图所示，物块放在水平桌面上，一根细线一端连接在物块上，另一端连接在小球上，将小球拉至A点，细线刚好水平伸直，在B点固定有一根水平的光滑钉子。由静止释放小球，小球运动过程中，物块始终保持静止，桌面对物块的摩擦力最大值为f；若将钉子沿水平方向向左平移一小段距离，仍将小球拉至A点由静止释放，则在小球运动过程中，下列说法正确的是（　　）



A. 物块一定会滑动　　B. 物块有可能会滑动

C. 物块受到的摩擦力最大值等于f　　D. 物块受到的摩擦力最大值大于f

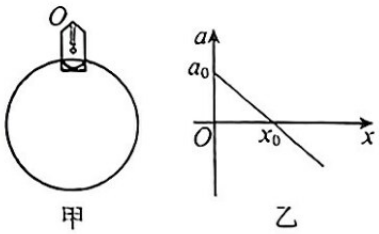
3. 如图甲所示，假设中国宇航员登上月球，在月球表面进行了物体在竖直方向做直线运动的实验，弹簧原长时，小球由静止释放，在拉力与重力作用下，测得小球的加速度a与位移x的关系图像如图乙所示。已知弹簧的劲度系数为k，月球的半径为R，万有引力常量为G，忽略空气阻力，下列说法正确的是（　　）

A. 小球的位移为x_0时，小球正好处于完全失重状态

B. 小球的质量为$\frac{kx_0}{2a_0}$

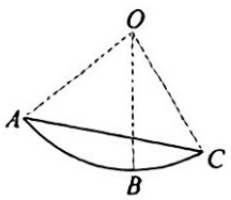
C. 月球的密度为$\frac{3a_0}{4\pi GR}$

D. 月球的第一宇宙速度大于$\sqrt{2a_0R}$



甲　　乙

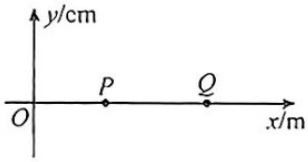
4. 如图所示，光滑四分之一圆弧轨道ABC固定放置，B为轨道最低点，O为圆弧对应的圆心，连线OB沿竖直方向，$\angle AOB=60°$、$\angle COB=30°$。质量为m的小球在外力F的作用下沿轨道缓慢地由A点移动至C点，外力F的方向始终与AC连线平行。重力加速度为g，在小球的移动过程中下列说法正确的是（　　）



A. 外力F的最大值为$\frac{\sqrt{2}}{2}mg$　　B. 轨道对小球支持力的最小值为$\frac{\sqrt{2}+\sqrt{6}}{4}mg$

C. 轨道对小球的支持力先增大后减小　　D. 在A、C两点外力F大小相等，方向相反

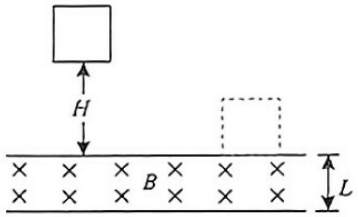
5. 如图所示，某均匀介质中一列沿 x 轴正方向传播的简谐横波（图中未画出），波速为 6m/s，两质点 P、Q 位于 x 轴上。以该波传到质点 P 为计时起点，质点 P 的振动方程为 $y=-2\sin 5\pi t$(cm)，经过时间 Δt 该波传到质点 Q 时，质点 P 位于 x 轴上方距其平衡位置 1cm 处且向上振动。由此可知（　　）



A. 该波的波长为 2m　　B. 质点 Q 开始振动的方向是向上

C. 质点 P、Q 平衡位置的间距可能为 3.8m　　D. $\Delta t=0.25$s

6. 有一正方形匀质金属框，其质量为 m，边长为 L，距离金属框下底边 H 处有一垂直纸面向里的匀强磁场。磁场区域上下边界水平，高度为 L，左右宽度足够大。把该金属框在垂直磁场的平面内以初速度 v_0 水平无旋转抛出（金属框下端保持水平），设置合适的磁感应强度大小 B，使其匀速通过磁场，不计空气阻力，重力加速度为 g。下列说法正确的是（　　）



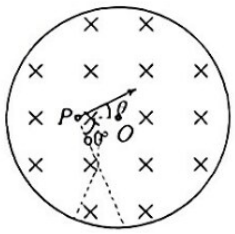
A. 通过磁场的过程中，金属框中电流的大小和方向保持不变

B. 金属框在通过磁场的过程中产生的热量为 mgL

C. 仅改变 H，金属框仍能匀速通过磁场

D. 仅改变 v_0，金属框仍能匀速通过磁场

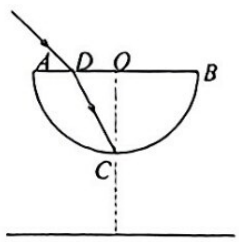
7. 如图所示，纸面内有一圆心为 O，半径为 R 的圆形磁场区域，磁感应强度的大小为 B，方向垂直于纸面向里。由距离 O 点 $0.4R$ 处的 P 点沿着与 PO 连线成 $\theta=30°$ 的方向发射速率大小不等的电子。已知电子的质量为 m，电荷量为 e，不计电子的重力且不考虑电子间的相互作用。为使电子不离开圆形磁场区域，则电子的最大速率为（　　）



A. $\dfrac{7eBR}{10m}$　　B. $\dfrac{\sqrt{29}eBR}{10m}$　　C. $\dfrac{21eBR}{40m}$　　D. $\dfrac{(5-2\sqrt{3})eBR}{5m}$

二、选择题：本题共 4 小题，每小题 5 分，共 20 分。在每小题给出的四个选项中，有多项符合题目要求。全部选对的得 5 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。

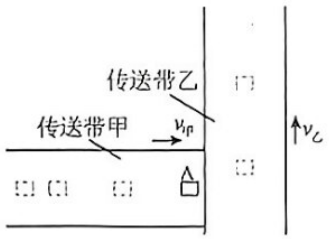
8. 半径为 R 的半圆形玻璃砖如图所示放置，O 为圆心，AB 面水平。一束单色光与水平面成 45° 角照射到 AB 面上的 D 点，D 为 OA 中点，折射光线刚好照射到圆弧最低点 C，光线在 C 点折射后照射到地面上的 E 点（图中未画出），现将入射点从 D 点移到 O 点，保持入射方向不变，最终光线也照射到地面上的 E 点，不考虑光在圆弧面上的反射，则（　　）



A. 玻璃砖对光的折射率为 $\sqrt{2}$　　B. 玻璃砖对光的折射率为 $\dfrac{\sqrt{10}}{2}$

C. C 点离地面的高度为 R　　D. C 点离地面的高度为 $\sqrt{2}R$

9. 如图所示，生产车间有两个完全相同的水平传送带甲和乙，它们相互垂直且等高，两传送带由同一电机驱动，它们正常工作时都匀速运动，速度大小分别为 $v_{甲}$、$v_{乙}$，并满足 $v_{甲}+v_{乙}=v$，式中 v 为已知定值，即两传送带的速度可调但代数和始终不变。将一工件 A(视为质点)轻放到传送带甲上，工件离开传送带甲前已经与传送带甲的速度相同，并平稳地传送到传送带乙上，且不会从传送带乙的右侧掉落。已知工件的质量为 m，工件与传送带间的动摩擦因数为 μ，重力加速度大小为 g。两传送带正常工作时，下列说法正确的是（　　）



A. 当 $v_{甲}=v_{乙}$ 时，工件在传送带乙上留下的滑动痕迹最短

B. 当 $v_{甲}=v_{乙}$ 时，工件与两传送带因摩擦而产生的总热量最小

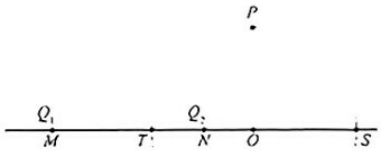
C. 当 $v_{甲}=v_{乙}$ 时，驱动传送带的电机因传送工件需要额外做的功最小

D. 驱动传送带的电机因传送工件至少需要额外做的功为 $\frac{mv^2}{3}$

10. 如图所示，真空中有 M、N 两点，纸面内到 M、N 两点的距离之比等于 2 的点的集合为图中圆心为 O、半径为 d 的圆，P、T、S 为圆上的三点，PO ⊥ MC，T、S 两点为圆与直线 MN 的交点，显然 $NO=\frac{d}{2}$，$MO=2d$。在 M、N 两点分别固定两点电荷 Q_1、Q_2，点电荷 Q_2 所带电荷量为 $-q$，P 点的电场方向恰好指向圆心 O。已知真空中带电荷量为 Q 的点电荷，在空间产生的电场中某点的电势 $\varphi=\frac{kQ}{r}$，式中 r 为该点到点电荷的距离，k 为静电力常量，下列说法正确的是（　　）

A. P 点的电场强度大小为 $\frac{3kq}{5d^2}$

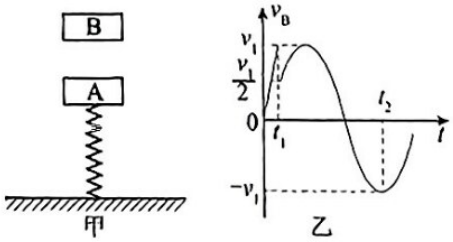
B. S 点的电场强度大小为 $\frac{2kq}{9d^2}$



C. M、N 两点之间 T 点的电场强度最小

D. 球心为 O、半径为 d 的球面上任意一点的电场方向均指向球心

11. 如图甲所示，质量为 m 的物块 A 与竖直放置的轻弹簧上端连接，弹簧下端固定在地面上。$t=0$ 时，物块 A 处于静止状态，物块 B 从 A 正上方一定高度处自由落下，与 A 发生碰撞后一起向下运动(碰撞时间极短，且未粘连)，到达最低点后又向上运动。已知 B 运动的 $v-t$ 图像如图乙所示，其中 $0\sim t_1$ 的图线为直线，不计空气阻力，则（　　）



A. 物块 B 的质量为 m

B. $t=t_2$ 时，弹簧的弹性势能最大

C. $t=\frac{5t_2+3t_1}{8}$ 时，B 速度为零

D. $t=\frac{5t_2-t_1}{4}$ 时，A、B 开始分离

限时：15分钟

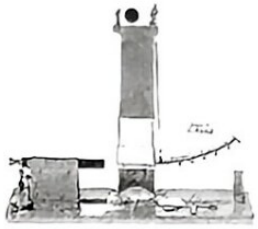
三、非选择题：本题共5小题，共52分。

12. (6分)“冲击摆实验器”是一种物理实验器材，可以用来测量弹簧枪发射子弹的速度。如图甲所示，左侧是可以发射球形子弹的弹簧枪，中间立柱上悬挂小摆块，摆块一般用塑料制成，正对枪口处有一水平方向的锥形孔(使弹丸容易射入并与摆块结合为一体)。摆块摆动的简化图如图乙所示。摆块摆动的最大摆角可由刻度盘读出，当地的重力加速度大小为g，子弹与摆块均视为质点。

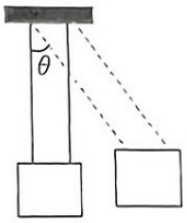
(1) 实验开始前，需测量的物理量为 _____。

A. 子弹的质量m　　B. 摆块的质量M

C. 子弹的直径d



甲



乙

(2) 实验步骤如下：

①将冲击摆实验器放在桌上，调节底座上的调平螺丝，使底座水平；

②调节支架上端的调节螺丝，改变悬线的长度，使摆块的孔洞跟枪口正对，并且使摆块右侧与0刻度对齐；

③用刻度尺测量出摆长L；

④扣动弹簧枪扳机，子弹射入摆块(未穿出)，记录下摆块的最大摆角；

⑤多次重复实验，计算出摆块最大摆角的平均值θ；

⑥处理实验数据，得出实验结论。

(3) 子弹射入摆块的过程中，子弹与摆块组成的系统水平方向动量 _____，摆块(含子弹)向上摆动的过程中机械能 _____。(均填“守恒”或“不守恒”)

(4) 子弹的发射速度大小v_0= _____。(用相关物理量的符号表示)

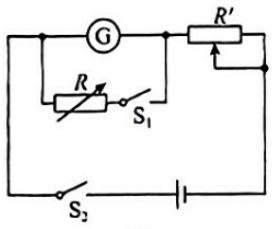
13. (9分)(某实验小组用下列器材设计欧姆表电路，使欧姆表具有“×1”“×10”两种倍率。现有一块小量程电流表G(表头)，满偏电流为100μA，内阻未知，可供选择的器材有：

A. 滑动变阻器R_1，最大阻值100kΩ；　　B. 滑动变阻器R_2，最大阻值10kΩ

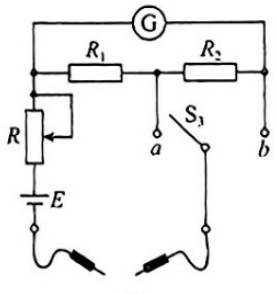
C. 电阻箱R，最大阻值999.9Ω；　　D. 电源E_1，电动势1.5V

E. 电源E_2，电动势9V；　　F. 开关S_1和S_2；双掷开关S_3；

电阻丝及导线若干。



甲



乙

(1) 实验小组的同学先采用图(甲)所示电路测量了表头的内阻，操作步骤如下：闭合开关S_2，调滑动变阻器R'使电流表指针指向满偏；保持滑动变阻器阻值不变，闭合开关S_1，调电阻箱R，使电流表指针指向满偏电流的一半；读出电阻箱的阻值R，记为电流表的内阻。为提高测量精确度，R'选用 _____，电源选用 _____(填写器材前字母代号)。

(2) 选择合适器材，按图(乙)连接好的欧姆表电路，就改装成了具有两种倍率(如“×1”、“×10”)的欧姆表。当开关S_3拨到b时，欧姆表的倍率是 _____(选填“×1”、“×10”)，若R_1=10Ω，则R_2= _____Ω。

(3) 若欧姆表的刻度值是按电动势为1.5V刻度的，当电池的电动势下降到1.2V时，欧姆表仍可调零。若重新调零后的欧姆表测得某待测电阻阻值为300Ω，则这个待测电阻的真实值为 _____Ω。

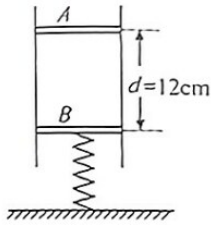
高分训练 (24)

限时：30 分钟

14. (9 分)如图，水平面上固定一劲度系数为 $k=100\text{N/m}$ 的轻弹簧，弹簧上端有一个两端开口的绝热汽缸，汽缸内有一加热装置，图中未画出，两绝热活塞 A 和 B 封住一定质量的理想气体，活塞 A 的质量为 $m=2\text{kg}$，汽缸内部横截面的面积为 $S=2\text{cm}^2$，弹簧上端固定于活塞 B 上，平衡时，两活塞间的距离为 $d=12\text{cm}$。已知大气压强为 $p_0=1.0\times10^5\text{Pa}$，初始时气体的温度为 $T_1=300\text{K}$，重力加速度大小为 $g=10\text{m/s}^2$，两活塞 A、B 均可无摩擦地滑动但不会脱离汽缸，且不漏气，汽缸侧壁始终在竖直方向上，不计加热装置的体积，弹簧始终在弹性限度内且始终在竖直方向上。

(1) 启动加热装置，将气体的温度加热到 $T_2=400\text{K}$，求此过程中活塞 A 对地移动的距离 x_1；

(2) 如果不启动加热装置，保持气体温度为 $T_1=300\text{K}$ 不变，在活塞 A 施加一个竖直向上 $F=10\text{N}$ 的拉力，活塞 A 缓慢地移动了一段距离后再次达到平衡状态，求此过程中活塞 A 对地移动的距离 x_2。

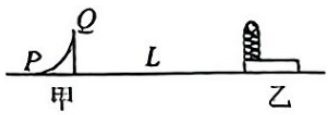


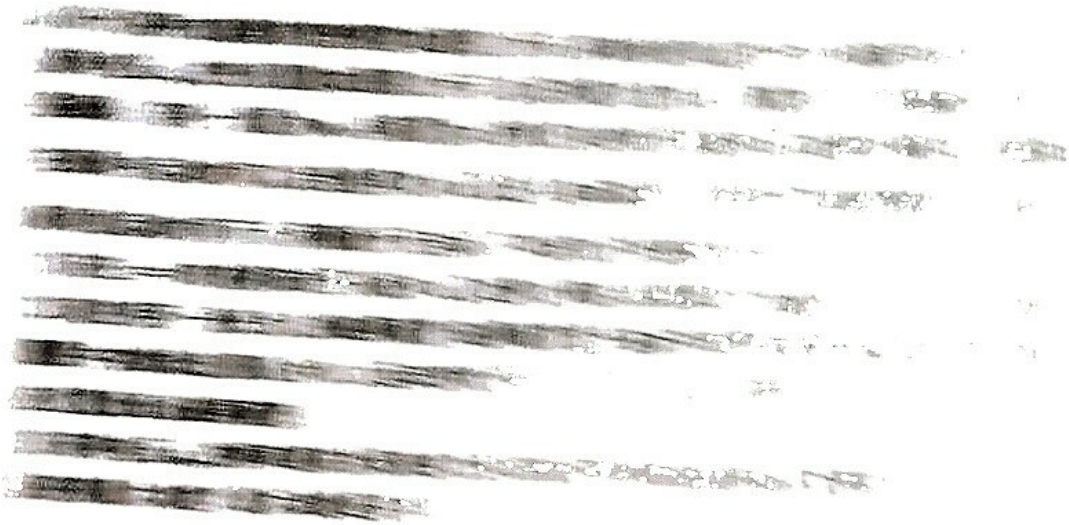
15. (12 分)如图所示，水平面上有甲、乙两个滑块，甲滑块带有半径为 1.4m 的 $\frac{1}{4}$ 圆弧轨道 P、Q，Q 点的切线沿竖直方向，乙滑块带有压缩的弹簧，弹簧上端放有小球。甲滑块、乙滑块和弹簧、小球的质量均为 $m=1.0\text{kg}$。从某时刻开始，给甲滑块向右的速度 v_0，同时施加给甲滑块向左的水平力 $F_1=4.0\text{N}$。也从该时刻，给乙滑块施加向右的水平力 $F_2=4.0\text{N}$ 作用，使其从静止开始运动。$t=2.0\text{s}$ 时释放弹簧，把小球相对乙滑块沿竖直方向以 $v_1=10.0\text{m/s}$ 的速度弹出，小球弹出时与 Q 点等高。一段时间后，小球无碰撞地从 Q 点落入甲滑块的圆弧轨道，此时立即撤去施加给甲、乙两滑块的水平力 F_1、F_2。不计一切摩擦、小球与甲滑块的作用时间和弹簧的形变量，重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$，求：

(1) 弹簧压缩时的弹性势能 E_p；

(2) 初始时甲、乙两滑块间的距离 L；

(3) 判断甲、乙两滑块最终是否相撞。若相撞，请说明理由；若不相撞，那么两滑块间的最小距离为多少？

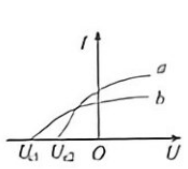




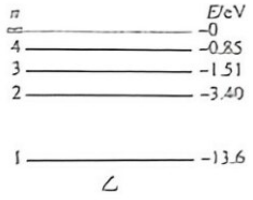
限时：30分钟

一、选择题：本题共7小题，每小题4分，共28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. 用a、b两种可见光照射同一光电效应装置，测得的光电流和电压的关系图像如图甲所示，图乙为氢原子的能级图。已知可见光的光子能量在1.62eV到3.11eV之间，下列说法正确的是（　　）



甲



乙

A. a光的波长比b光的小

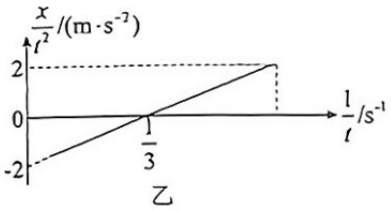
B. 单色光a的光子动量比单色光b的光子动量小

C. 用大量$E=12.7$eV的光子去照射基态的氢原子可以得到两种可见光

D. 若a光是氢原子从$n=4$能级跃迁到$n=2$能级时发出的光，则b光是氢原子从$n=3$能级跃迁到$n=2$能级发时出的光

2. 图甲所示是采用36V、10Ah电池和180W额定功率电机设计的无人配送小车，车重为60kg，载重40kg。在某次进行刹车性能测试时，其位移x与时间t的关系可用图乙所示的$\frac{x}{t^2}-\frac{1}{t}$图像表示，则下列说法正确的是（　　）


甲



乙

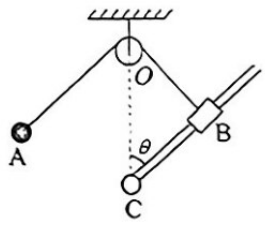
A. 小车运动的加速度大小为2m/s^2

B. 小车运动的初速度大小为6m/s

C. 前2s内小车的位移大小为4m

D. 前2s内合力对小车做功的平均功率为1200W

3. 如图所示，质量为100g的带电小球A和不带电滑环B用绕过光滑定滑轮的不可伸长的轻绳连接，滑环B套在与竖直方向成$\theta=53°$的粗细均匀的固定杆上，滑环和杆间的动摩擦因数$\mu=0.5$，连接滑环B的绳与杆垂直并在同一竖直平面内，杆下端固定带电小球C，$H_{OC}=L_{OA}$，由于空气潮湿小球带电量逐渐减小为零，滑环B始终静止。设滑环和杆间的最大静摩擦力等于滑动摩擦力，带电小球可看作点电荷。($\sin53°=0.8$)则（　　）



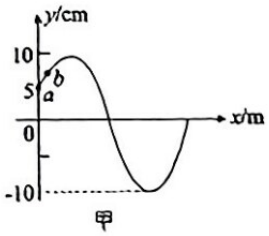
A. 绳子拉力逐渐变小

B. 滑环B的质量不超过0.05kg

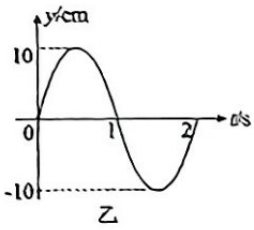
C. 固定杆给滑环B的弹力方向垂直于杆向上

D. 滑环B受到的摩擦力逐渐变小

4. 一列简谐横波在$t=\frac{1}{3}$s时的波形图如图甲所示，a、b是介质中的两个质点，a质点的平衡位置坐标为$x=0$，图乙是质点b的振动图像，下列说法正确的是（　　）



甲



乙

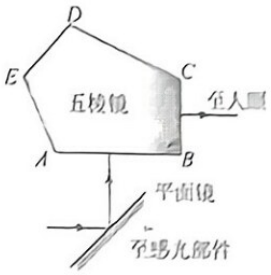
A. 当$t=\frac{7}{12}$s时，a、b两个质点位移相同

B. 质点a的振动方程为$y=10\sin\left(\pi t+\frac{\pi}{6}\right)$cm

C. 当$t=1$s时，质点a的加速度方向沿y轴正方向

D. 从$t=\frac{1}{3}$s到$t=1.5$s，质点b通过的路程为25cm

5. 单镜头反光相机简称单反相机，它用一块放置在镜头与感光部件之间的透明平面镜把来自镜头的图像投射到对焦屏上。对焦屏上的图像通过五棱镜的反射进入人眼中。图为单反照相机取景器的示意图，ABCDE为五棱镜的一个截面，AB⊥BC。光线垂直AB射入，分别在CD和EA上发生全反射，且两次反射的入射角相等，最后光线垂直BC射出。则下列说法正确的是（　　）



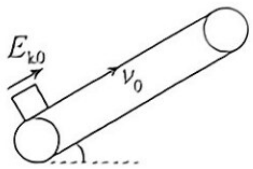
A. 五棱镜的A、C两个角一定相等

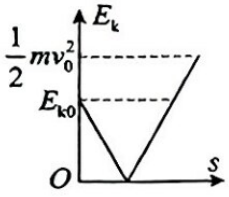
B. 五棱镜的E、D两个角一定相等

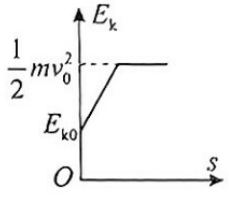
C. 这个五棱镜的折射率最小值为$n=2$

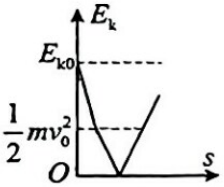
D. 光线在CD边界的入射角为$\theta=23.5^{\circ}$

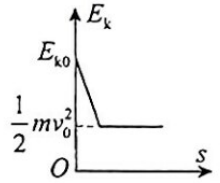
6. 如图所示，足够长的倾斜传送带以恒定速率v_0顺时针运行。质量为m木块以初动能E_{k0}从传送带的底端滑上传送带。木块在传送带上运动全过程中，关于木块的动能E_k随路程s变化关系的图像不可能的是（　　）



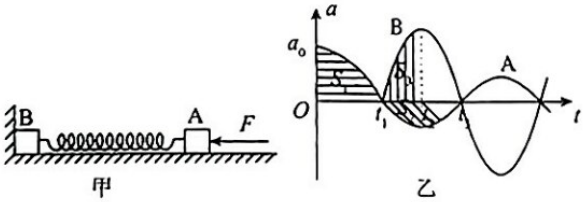
A.


B.


C.


D.


7. 如图甲所示，质量分别为m_A、m_B的A、B两物体用轻弹簧连接构成一个系统，外力F作用在A上，系统静止在光滑水平地面上（B靠着墙面），此时弹簧形变量为x。撤去外力并开始计时，A、B两物体运动的$a-t$图像如图乙所示，S_1表示0到t_1时间内A的$a-t$图线与坐标轴所围的面积大小，S_2、S_3分别表示t_1到t_2时间内A、B的$a-t$图线与坐标轴所围的面积大小。下列说法正确的是（　　）



A. $m_A:m_B=S_1:S_2$　　B. $m_A:m_B=S_2:S_3$　　C. $S_1+S_2=S_3$　　D. $S_1-S_2=S_3$

二、选择题：本题共4小题，每小题5分，共20分。在每小题给出的四个选项中，有多项符合题目要求。全部选对的得5分，选对但不全的得3分，有选错的得0分。

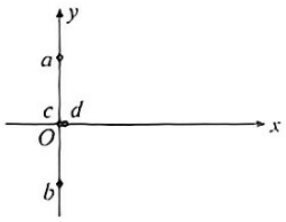
8. 在外星生命的搜寻中，水的确是不可或缺的条件之一。在距离地球200光年的红矮星K2－155周围，有一颗行星K2－155d，这颗系外行星可能含有液态水，因此可能有生命存在。若这颗行星的半径与地球的半径之比为k，密度与地球的密度相同，则行星K2－155d与地球（　　）

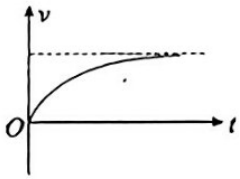
A. 表面的重力加速度大小的比值为$\frac{1}{k}$　　B. 表面的重力加速度大小的比值为k

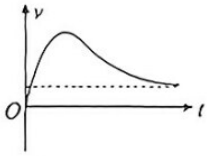
C. 第一宇宙速度的比值为$\frac{1}{k}$　　D. 第一宇宙速度的比值为k

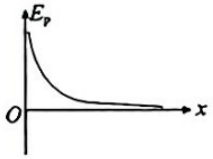
9. 如图所示，平面直角坐标系xOy中，三个点电荷a、b、c分别固定于$(0,r)$、$(0,-r)$、$(0,0)$处，a、b、c电荷量分别为$+Q$、$+Q$、$-Q$。现有一电荷量为$-q$的点电荷d，在$+x$轴上从靠近坐标原点处由静止释放，不考虑重力及电荷d对原电场的影响，取无穷远处电势能为零，则在点电荷d的整个运动过程中，其瞬时速

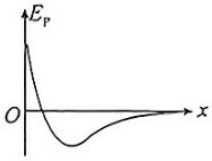
度 v 随时间 t、电势能 E_p 随位置 x 变化的关系图像可能为（　　）



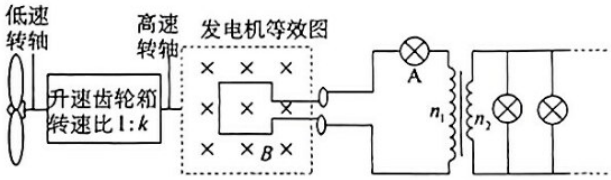
A.


B.


C.


D.


10. 风能是可再生的清洁能源，储量大、分布广，在一定的技术条件下，风能可作为一种重要的能源得到开发利用。如图为风力发电机的简化模型，风带动叶片转动，使叶片的转速为 n 转 / 秒，升速齿轮箱的转速比为 $1:k$，高速转轴使匝数为 N 的发电机线圈在匀强磁场中匀速转动，产生的交流电通过理想变压器后向用户端的 9 盏灯泡供电，其中 A 灯为指示灯，A 灯与用户端的灯泡相同，额定电压均为 U，所有灯泡正常发光，已知匀强磁场的磁感应强度为 B，线圈电阻不计，则下列说法正确的是（　　）



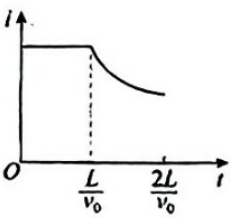
A. 用户端的交变电流的频率为 $2\pi kn$

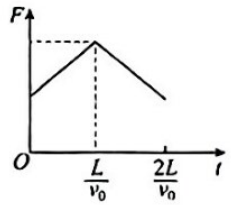
B. 变压器原副线圈的匝数比为 9:1

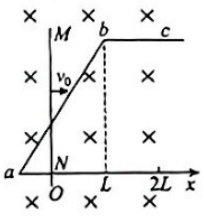
C. 发电机线圈的面积为 $S=\dfrac{5\sqrt{2}U}{\pi knNB}$

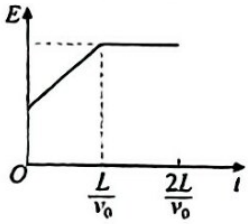
D. 若增多用户端的灯泡数量，则用户端的灯泡变暗，A 灯变亮，发电机的总功率减小

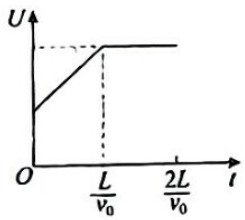
11. 如图所示，两光滑导轨水平放置在竖直向下的匀强磁场中，一根导轨位于 x 轴上，另一根由 ab、bc 两段直导轨组成，其中 bc 段与 x 轴平行，两导轨相交于原点 O 左侧 a 点，所有导轨单位长度电阻为 r。导轨上一足够长金属棒 MN 在外力作用下沿 x 轴正方向以速度 v_0 做匀速直线运动，金属棒单位长度电阻也为 r，$t=0$ 时刻恰好通过坐标原点 O，金属棒始终与 x 轴垂直。设运动过程中通过金属棒的电流强度为 i，金属棒受到安培力的大小为 F，导轨间金属棒切割磁感线产生的电动势为 E，导轨间金属棒两端的电压为 U，导轨与金属棒接触良好，忽略导轨与金属棒连接处的电阻。下列图像可能正确的是（　　）

A.


B.




C.


D.


高分训练(26)

限时：15分钟

三、非选择题：本题共5小题，共52分。

12.(6分)小明同学在做“探究碰撞中的不变量”的实验，装置如图1所示。

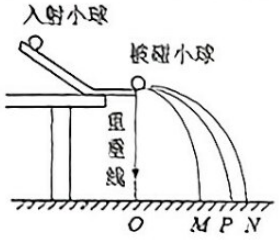


图1

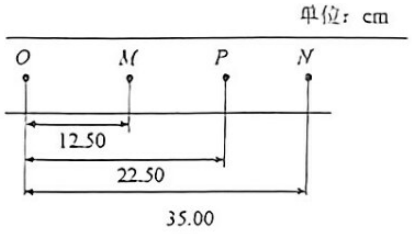


图2

(1)关于本实验，下列说法正确的是（　　）

A.斜槽末端的切线必须水平，目的是为了使两球碰撞时动能无损失

B.入射小球和被碰小球的质量必须相等，且大小相同

C.入射小球每次都必须从斜槽同一高度由静止释放

D.入射小球在下滑过程中受摩擦力，但实验结果不会因此产生系统误差

(2)某次实验中得出的落点情况如图2所示，则入射小球质量m_1和被碰小球质量$m_2(m_1>m_2)$之比为_____。

(3)若只用其中一个小球进行实验，则该装置也可用于探究做功与物体速度变化的关系。实验过程中，小球从斜槽不同高度处静止释放，释放点离桌面的高度用H表示，落地点和抛出点之间的水平位移为x。斜槽水平部分对小球的摩擦力不可忽略。下列图像中，关于H和x的关系正确的是（　　）

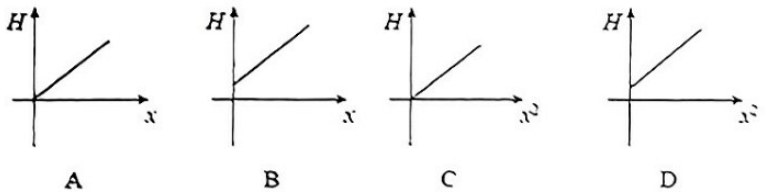


图3

13.(9分)在“探究小灯泡的伏安特性曲线”实验中，要求绘制曲线完整，可供选用的器材如下：

A.小灯泡L，规格“4.0V，0.7A”；

B.电流表A_1，量程0～3A，内阻约为0.1Ω；

C.电流表A_2，量程0～0.6A，内阻为0.2Ω；

D.电压表V_1，量程0～3V，内阻为9kΩ；

E.电压表V_2，量程0～15V，内阻约为45kΩ；

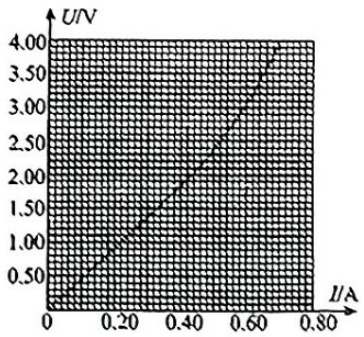
F.标准电阻R_1，阻值1Ω；

G.标准电阻R_2，阻值3kΩ；

H.滑动变阻器R_3，阻值范围0～10Ω；

I.滑动变阻器R_4，阻值范围0～1000Ω；

J.学生电源E，电动势6V，内阻不计；开关S及导线若干。



(1)实验中电流表应选用_____，电压表应选用_____，滑动变阻器应选用_____。(选填相应器材前的字母)

(2)该小组利用所选电表进行改装，用改装后的电压表和电流表的“测量值”U和I描绘出小灯泡的伏安特性曲线如图所示，请在虚线框中设计出相应实验电路图。

(3)根据图线判断，需将_____只相同的小灯泡L并联后，直接与电动势为3V、内阻为1.5Ω的电源组成闭合回路，可使小灯泡的总功率最大，则总功率的最大值约为_____W(保留两位小数)。

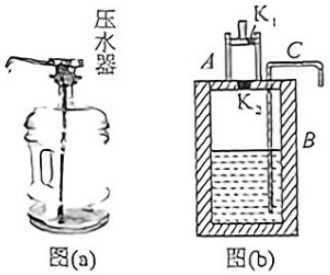
高分训练(27)

限时：30分钟

14. (9分)军训是学生接受国防教育的基本形式，学生在军训时刻苦训练，会消耗大量水分。为解决学生用水问题，小刚同学采用压水器结合桶装水进行供水，装置如图(a)所示，同学们通过按压压水器，就可以将水从出水口压出。上述过程可简化为如图(b)所示模型。大气缸B可当做水桶，可认为是内径一定的圆桶，容积为16升，高度为80cm(桶壁厚度不计)；带活塞的小气缸A可当做压水器，每次最多可将0.8升1标准大气压空气压入水桶中，出水管C的出水口与水桶B上部等高，K_1和K_2为单向阀门。已知，外界大气压为标准大气压，大小为$p_0=1.01\times10^5$Pa，水的密度为$\rho=1.00\times10^3$kg/m^3，重力加速度为$g=10$m/s^2，出水管中的水所占体积可以忽略，外界温度保持不变，某次使用后桶内还剩余有8升水，如图。求：

(1) 此时桶内封闭气体的压强；

(2) 若要再压出4升水，至少需按压几次？



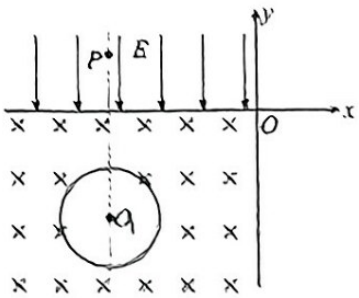
图(a)　　图(b)

15. (12分)如图所示，在直角坐标系xOy的第二象限有沿y轴负方向的匀强电场，电场的电场强度大小为E，在第三象限内以O_1为圆心、半径为R的圆形区域外有垂直坐标平面向里的匀强磁场，其中O_1的坐标为$(-2.25R,-2R)$。在第二象限内坐标为$(-2.25R,R)$的P点由静止释放一个质量为m、电荷量为q的带正电粒子，粒子进入磁场后，运动轨迹恰好与磁场中的圆相切，不计粒子的重力，求：

(1) 匀强磁场的磁感应强度大小；

(2) 粒子在磁场中运动的时间；

(3) 若将粒子在电场中由坐标为$(-x,y)$的Q点静止释放后，经电场加速、磁场偏转后从$(-2.85R,-1.2R)$进入圆形区域，并经过O_1点，Q点坐标中的x、y值。

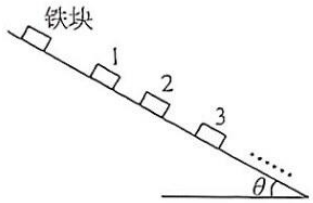


16. (16分)在倾角 $\theta=37°$ 的足够长斜面上，放置着间距为 L、质量为 m 的木块 1、2、……，木块与斜面之间的动摩擦因数 $\mu_1=0.75$，如图所示。在木块 1 的上方与 1 间距也为 L 处，静止释放质量为 $4m$ 的铁块，铁块与斜面之间的动摩擦因数 $\mu_2=0.375$。铁块先与 1 发生碰撞并粘在一起，继续下滑并与 2 发生碰撞并粘在一起，……，如此下去。已知重力加速度大小为 g，$\sin37°=0.6$，$\cos37°=0.8$，求

(1) 铁块从释放到与木块 1 碰前瞬间所用的时间；

(2) 铁块与木块 1 结合体与木块 2 碰撞后的速度；

(3) 铁块(以及与它结为一体的各小木块)与第几个木块碰撞之前的一瞬间，会达到它的整个过程中最大速度？此速度等于多少？



高分训练(28)

限时：30分钟

一、选择题：本题共7小题，每小题4分，共28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. 1926年，人们首次利用放射性元素氡进行了示踪技术应用，后来又广泛应用于生理、病理和药理等研究领域。氡的放射性同位素中最常用的是$^{222}_{86}Rn$，$^{222}_{86}Rn$经过m次α衰变和n次β衰变后变成稳定的$^{206}_{82}Pb$，则（　　）

A. $m=4$，$n=2$

B. 在威尔逊云室中α射线的径迹细，β射线的径迹粗

C. $^{222}_{86}Rn$的比结合能小于$^{206}_{82}Pb$的比结合能

D. 通过改变温度等外部条件，可以控制氡的半衰期

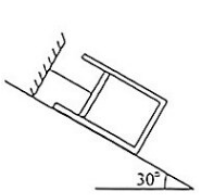
2. 如图甲所示，斜面上气缸和活塞内封闭了一定质量的理想气体，一根平行于斜面的轻绳一端连接活塞，另一端固定，系统处于平衡状态。开始气体摄氏温度为t，通过气缸内电热丝缓慢升高气体温度，升温过程封闭气体的$V-t$图像如图乙所示，已知斜面倾角为30°，重力加速度为g，大气压强为p_0，气缸和活塞均绝热且不漏气，气缸(含电热丝)质量为M、活塞面积为S、质量为m，所有接触面均光滑。则（　　）

A. 封闭气体压强恒为$p_0-\dfrac{Mg}{2S}$

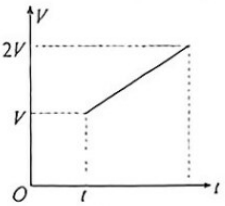
B. 在此过程中，封闭气体增加的内能等于吸收热量

C. 封闭气体的体积为$2V$时，其摄氏温度为$2t$

D. 剪断轻绳瞬间，气缸的加速度大小为$\dfrac{g}{2}$

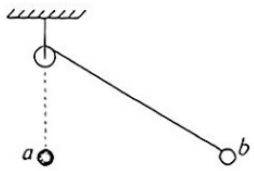


甲



乙

3. 如图，一带电小球a固定，a正上方$\sqrt{3}l$处有一小定滑轮。绝缘细线绕过定滑轮与另一带电小球b连接。开始时a、b两球间距为l，位于同一水平面并处于静止状态。现缓慢向左拉动细线，在a、b连线转至与水平面成45°的过程中，两小球间相互作用力（　　）



A. 不变　　B. 逐渐增大

C. 先减小后增大　　D. 逐渐减小

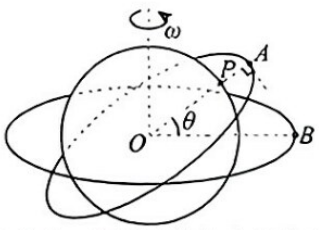
4. 北斗卫星导航系统是我国自行研制的全球卫星导航系统，现有55颗卫星组成。如图所示，P是纬度为θ的地球表面上一点，人造地球卫星A、B均做匀速圆周运动，卫星B为地球赤道同步卫星。若某时刻P、A、B与地心O在同一平面内，其中O、P、A在一条直线上，且∠OAB=90°，下列说法正确的是（　　）

A. P点向心加速度大于卫星A的向心加速度

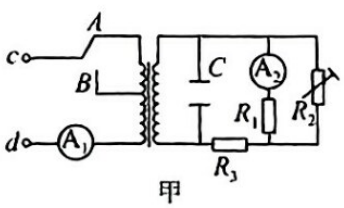
B. 卫星A、B与P点均绕地心做匀速圆周运动

C. 卫星A、B的线速度之比为$\dfrac{v_A}{v_B}=\sqrt{\cos\theta}$

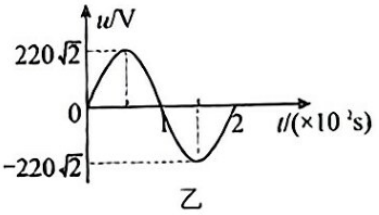
D. 卫星A、B的周期之比为$\dfrac{T_A}{T_B}=\sqrt{\cos^3\theta}$



5. 如图甲所示，理想变压器原，副线圈的匝数之比为10∶1，B是原线圈的中心接头，原线圈输入电压如图乙所示，副线圈电路中R_1，R_3为定值电阻，R_2为NTC型热敏电阻(阻值随温度升高而减小)，C为耐压值为50V的电容器，所有电表均为理想电表。下列判断正确的是（　　）



甲



乙

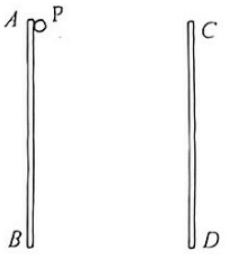
A. 当单刀双掷开关与B连接，副线圈两端电压的频率变为10Hz

B. 当单刀双掷开关由A→B时，电容器C会被击穿

C. 当单刀双掷开关与A连接，传感器R_2所在处温度升高，A_1的示数变大，A_2的示数不变

D. 其他条件不变，单刀双掷开关由A→B时，变压器的输出功率变为原来的0.5倍

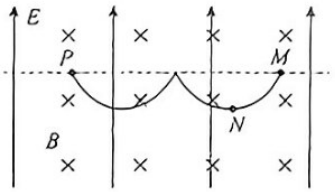
6. 如图所示的平行板电容器竖直放置，两极板间的距离为d，极板高度AB＝CD＝h，对该电容器充上一定的电量后，将一带电小球P从非常靠近左极板的上端A处由静止释放，小球沿图中虚线运动打到了右极板的中点，为使小球能够从下方穿过电容器，右极板向右至少移动的距离为（　　）



A. d　　B. $(\sqrt{2}-1)d$

C. $\frac{h^2}{d}$　　D. $\frac{d^2}{h}$

7. 如图所示，磁控管内局部区域分布有竖直向上的匀强电场和垂直纸面向里的匀强磁场。电子从M点由静止释放，沿图中轨迹依次经过N、P两点，且N点离虚线最远。已知磁感应强度为B，电场强度为E，电子质量为m、电荷量为$-e$，M点为零电势点，电子重力不计，则（　　）



A. 电子在N点的速率为$\frac{E}{B}$

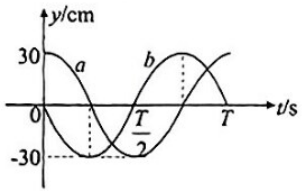
B. N点离虚线的距离为$\frac{mE}{eB^2}$

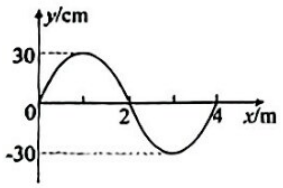
C. 电子在N点的电势能为$-\frac{2mE^2}{B^2}$

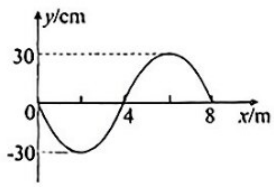
D. M、P两点的距离为$\frac{2\pi mE}{eB^2}$

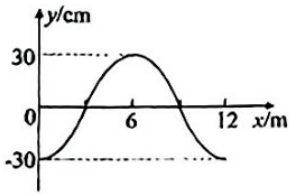
二、选择题：本题共4小题，每小题5分，共20分。在每小题给出的四个选项中，有多项符合题目要求。全部选对的得5分，选对但不全的得3分，有选错的得0分。

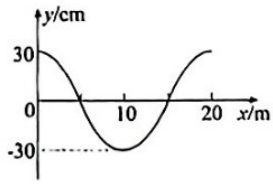
8. 一列简谐波在均匀介质中沿直线传播，在该波上有a、b两质点，其平衡位置相距5m，该波由b向a传播，且a、b两质点的振动图像如图所示。下列描述该波的波动图像可能正确的是（　　）



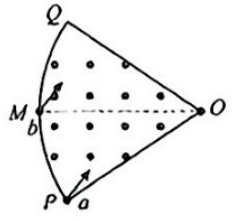
A.


B.


C.


D.


9. 如图所示，PQO为圆心角为74°的扇形有界区域，O点为圆心，半径为R，M点为圆弧PQ的中点，区域内有方向垂直纸面向外的匀强磁场，完全相同的两个带电粒子a和b以相同速度v分别从P、M两点飞入匀强磁场区域，粒子a的速度方向与PO成16°角，已知粒子a恰好从Q点飞出，a、b粒子所受重力不计，下列说法正确的是（　　）



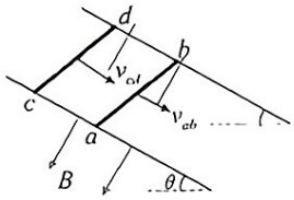
A. 粒子带正电

B. 粒子b也从Q点飞出磁场区域

C. 粒子a和b射出磁场时速度方向相同

D. 粒子a和b在磁场中运动的时间之比为2:1

10. 如图，足够长的粗糙平行金属导轨倾斜固定在水平面上，与水平面的夹角均为$\theta=37°$，导轨间距为L。长为L金属杆ab和cd垂直导轨放置，质量分别为m和$2m$，电阻均为R，与导轨间的动摩擦因数大小均为0.75，整个装置处于方向垂直导轨平面向下的匀强磁场中，磁感应强度大小为B。现同时使金属杆ab和cd获得大小为v_0和$2.5v_0$的初速度，方向如图所示，运动过程中两金属杆始终保持与导轨垂直且接触良好。从开始运动到运动稳定的过程中，取$\tan\theta=0.75$，下列说法正确的是（　　）



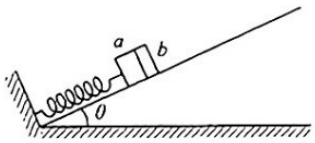
A. 刚开始运动ab杆的电流方向从b到a

B. 通过ab杆的电荷量为$\frac{mv_0}{2BL}$

C. 回路产生的热量为$\frac{3}{4}mv_0^2$

D. 杆ab、cd间距离缩小了$\frac{2mv_0R}{B^2L^2}$

11. 如图所示，一轻弹簧的一端固定在倾角为θ的固定光滑斜面的底部，另一端和质量为m的小物块a相连，质量为$\frac{3}{5}m$的小物块b紧靠a静止在斜面上，此时弹簧的压缩量为x_0。从$t=0$开始，对b施加沿斜面向上的外力，使b始终做匀加速直线运动。经过一段时间后，物块a、b分离；再经过同样长的时间，b距其出发点的距离恰好也为x_0。弹簧的形变始终在弹性限度内，重力加速度大小为g。下列说法正确的是（　　）



A. 弹簧的劲度系数为$\frac{8mg\sin\theta}{5x_0}$

B. 在物块a、b分离时，弹簧的压缩量为$\frac{x_0}{4}$

C. 物块b加速度的大小为$\frac{1}{5}g\sin\theta$

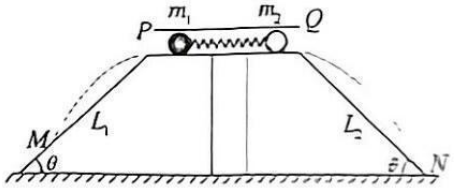
D. 在物块a、b分离前，外力大小随时间变化的关系式为$F=\frac{4}{25}mg\sin\theta\left(2+\frac{g\sin\theta}{x_0}\cdot t^2\right)$

高分训练(29)

限时：15分钟

三、非选择题：本题共5小题，共52分。

12. (6分)某研究性学习小组的同学制作了一个弹簧弹射装置，轻弹簧两端各放一个金属小球(小球与弹簧不连接)，压缩弹簧并锁定，然后将锁定的弹簧两个小球组成的系统放在内壁光滑的金属管中(管径略大于两球直径)，金属管水平固定在离地面一定高度处，在金属管两端各放置一个长度相同木板，在长木板上放有白纸和复写纸，可以记录小球在木板上落点的位置，如图所示。解除弹簧锁定，恰过两个金属小球可以同时沿同一直线向相反方向弹射。现要探究弹射过程所遵循的规律，实验小组配有足够的基本测量工具，并按下述步骤进行实验：已知重力加速度为g：



(1) 用天平测出两球质量分别为m_1、m_2；

(2) 解除弹簧锁定弹出两球，记录下两球在木板上的落点M、N；

(3) 两球落地点M、N到木板上端的距离L_1、L_2。

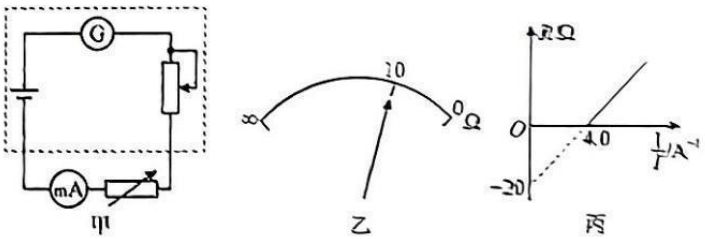
根据研究性学习小组同学的实验，回答下列问题：

①用测得的物理量来表示，如果满足关系式 _____，则说明弹射过程中系统动量守恒。

②要测定弹射装置在弹射时所具有的弹性势能，还需要测量的物理量有 _____、

根据测量结果，可得弹性势能的表达式为 _____。

13. (9分)某欧姆表由于长时间未使用，电源电动势和内阻发生了明显变化，导致无法进行欧姆调零。小佳同学用如图甲所示的电路来研究其内部的电源情况。实验时选择欧姆表"×1"挡位，已知毫安表的量程为400mA，内阻约为1Ω。



(1) 在电路连接时，要注意毫安表的"−"接线柱要与欧姆表的 _____(选填"红"或"黑")表笔相连；

(2) 调节电阻箱的阻值，当毫安表的读数为400mA时，欧姆表指针偏转到整个表盘$\frac{4}{5}$位置的10Ω刻度处，如图乙所示，则欧姆表表头G的量程为 _____mA；

(3) 连续调节电阻箱的阻值，记录多组电阻箱阻值R和通过毫安表电流I，作出$R-\frac{1}{I}$图像，如图丙所示，则电源的电动势E= _____ V。在不考虑实验偶然误差的情况下，电源电动势的测量值 _____ 真实值(选填"大于"小于"或"等于")；

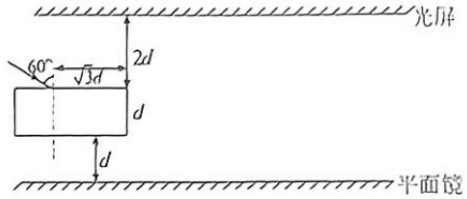
(4) 若想让该欧姆表在"×1"挡位下可以正常使用，则更换的新电源电动势E'= _____ V。

限时：30分钟

14.(9分)一位同学做光学趣味实验，他把一块厚度为d的平行玻璃砖放到平面镜和光屏之间。玻璃砖上下两个表面、光屏和平面镜均与地面平行，玻璃砖的上表面与光屏之间的距离为$2d$，玻璃砖下表面与平面镜的距离为d，然后他用一红色细激光束以60°入射角打到平行玻璃砖的上表面，入射点到玻璃砖右侧面的距离为$\sqrt{3}d$，发现光屏上出现了从左向右3个光点。玻璃砖对红光的折射率为$\sqrt{3}$，设空气中的光速为c，不考虑光屏、平面镜和玻璃砖的多次反射，如图所示，求：

(1)打在光屏上从左边数第2个光点的光束在玻璃砖中的传播时间t；

(2)光屏上从左边数第2、3个光点之间的距离Δx。

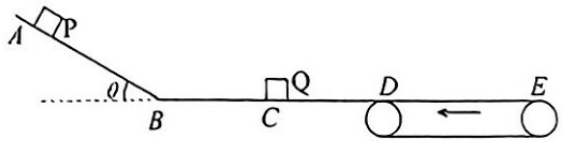


15.(12分)如图所示，足够长的水平传送带沿逆时针方向匀速转动，长为$L=2\text{m}$的光滑水平面BD与传送带的左端平滑连接．光滑斜面AB倾角$\theta=30°$．在水平面BD的中点C放一质量为$3m$的物块Q，在斜面上由静止释放质量为m的物块P，释放的位置距B点距离为$x=1.6\text{m}$，物块P下滑到水平面上与物块Q发生弹性碰撞，不让物块经过B点损失的机械能，两物块与传送带间的动摩擦因数约为$\mu=0.5$，物块P、Q均可看作质点，重力加速度取$g=10\text{m/s}^2$，求：

(1)物块P与Q碰撞前一瞬间速度大小；

(2)若P与Q第二次碰撞的位置仍在C点，传送带的转动速度大小应满足什么条件；

(3)在(2)的条件下，若P，Q第一次碰撞后的瞬间，让物块P停在C点，此后，P、Q又发生了第二、第三次弹性碰撞，则第三次碰撞的位置离B点多远．



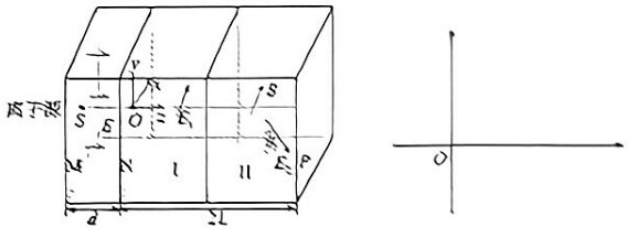
16.(16分)离子推进器又称离子发动机，广泛用于空间推进。中国空间站天和核心舱可采用霍尔推进器调整姿态、维持轨道。霍尔推进器就是离子推进器的一种。如图所示，某种离子推进器模型由离子源、间距为d的中间有小孔的两平行金属板M、N和左右侧面间距为$2L$的长方体构成，长方体的上下面、前后面间距足够大，其右侧面P为喷口。以金属板N上的小孔O为坐标原点，在立方体前面和金属板建立x、y和z坐标轴。M、N板之间存在大小为E、方向沿z轴正方向的匀强电场；长方体Ⅰ区域宽度为L，存在沿x轴正方向匀强电场E_1(大小未知)；Ⅱ区域存在匀强磁场B沿x轴正方向，大小可调。质子束从离子源小孔S飘出(可认为初速度为0)，经M、N板间电场加速后进入匀强电场和磁场区域，最后从右侧面P射出。已知质子的质量为m、电荷量为e，忽略离子间的相互作用。测得质子到达Ⅰ、Ⅱ区域分界面时的速度方向与x轴正方向成角度$\theta_1=30°$。

(1)求Ⅰ区域匀强电场E_1的大小；

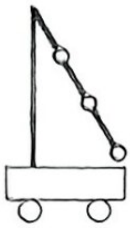
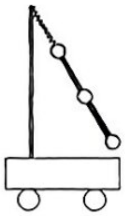
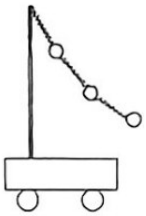
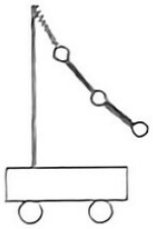
(2)调节Ⅱ区域匀强磁场B的数值，使得质子均能从右侧面P射出，求B的取值范围；

(3)若$B=\frac{1}{L}\sqrt{\frac{mEd}{2e}}$，求质子离开右侧面P时的位置坐标；

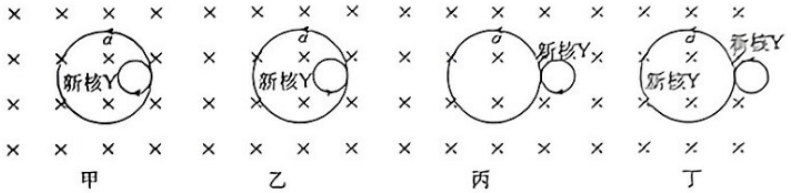
(4)离子源释放的离子变成α粒子，其质量为$4m$，电荷量为$2e$，保持第(3)问的匀强磁场不变，同时在Ⅱ区域空间加上另一个匀强电场E_2，大小为$E_2=\frac{dE}{L}$，方向在xOy平面内且与x轴正方向、y轴负方向都成$\theta_2=45°$斜向下，判断α粒子进入Ⅱ区域时的位置坐标，并说明α粒子在Ⅱ区域中的运动性质，画出运动轨迹示意图。(标明轨迹所在的平面)



1. 如图所示，三个完全相同的钢球由三根完全相同的轻质弹簧连接悬挂在小车的竖直杆上，随小车一起在水平面内做匀加速直线运动，空气阻力不计，稳定时，下列图中能较准确地表示小球与弹簧状态的是（　　）

A. 
B. 
C. 
D. 

2. 在磁感应强度为 B 的匀强磁场中，一个静止的放射性原子核（${}^{A}_{Z}X$）发生了一次 α 衰变．放射出的 α 粒子（${}^{4}_{2}He$）在与磁场垂直的平面内做圆周运动，其轨道半径为 R。以 m、q 分别表示 α 粒子的质量和电荷量，生成的新核用 Y 表示。下面说法不正确的是（　　）



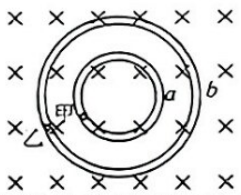
A. 发生衰变后产生的 α 粒子与新核 Y 在磁场中运动的轨迹正确的是图丙

B. 新核 Y 在磁场中圆周运动的半径为 $R_Y=\dfrac{2}{Z-2}R$

C. α 粒子的圆周运动可以等效成一个环形电流，且电流大小为 $I=\dfrac{Bq^2}{2\pi m}$

D. 若衰变过程中释放的核能都转化为 α 粒子和新核的动能，则衰变过程中的质量亏损为 $\Delta m=\dfrac{A(BqR)^2}{2m(A-4)c^2}$

3. （多选）可控核聚变的磁约束像一个无形的管道，将高温等离子体束缚在其中，通过电磁感应产生的涡旋电场给等离子体加速，此情境可以简化为如图所示的装置，两个半径不同的同心环形光滑管道 a、b 处于垂直纸面向里，磁感应强度大小随时间均匀增大的匀强磁场中，甲、乙两个完全相同的带负电小球分别在 a、b 两管道中同时由静止释放，之后两小球在管道内做速率随时间均匀增大的加速运动，不计小球受到的重力，下列说法正确的是（　　）



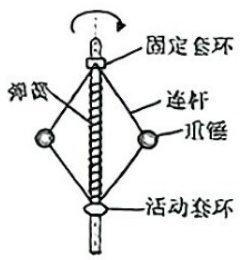
A. 两小球均沿顺时针方向运动

B. 两小球受到的洛伦兹力保持不变

C. 两小球的加速度大小相等

D. 两小球的距离保持不变

4. （多选）如图为离心式转速表中离心器的结构示意图，质量为 m 的两个重锤利用四根等长的轻质连杆与质量不计的活动套环及固定套环连接，固定套环固定在竖直杆上，竖直杆可绕通过自身的竖直轴自由转动，两个套环间连接着一根轻质弹簧，弹簧的原长为 L。离心器不转动时弹簧长度为 $1.5L$，当离心器以角速度 ω_0 转动时，弹簧恰好处于原长。忽略摩擦阻力及其他阻力，重力加速度为 g，以下关于离心器说法正确的是（　　）



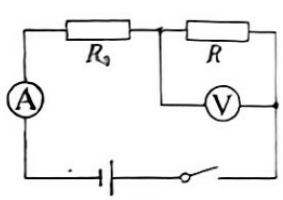
A. 弹簧的劲度系数 $k=\dfrac{mg}{L}$

B. 弹簧的劲度系数 $k=\dfrac{2mg}{L}$

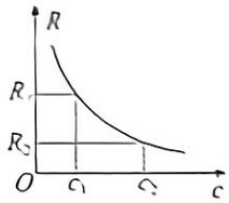
C. 角速度 ω_0 的大小为 $\omega_0=\sqrt{\dfrac{g}{L}}$

D. 角速度 ω_0 的大小为 $\omega_0=\sqrt{\dfrac{2g}{L}}$

5.(多选)为了打击酒驾行为，交警常用酒精浓度检测仪对驾驶员进行酒精测试，如图甲是一款酒精浓度检测仪的简化电路，其电源电动势与内阻保持不变，R_0为定值电阻，R为气敏电阻，其阻值随酒精浓度c成反比关系如图乙所示。当驾驶员呼出气体中酒精浓度$c_1=20mg/mL$时，刚好达到酒驾标准；当驾驶员呼出气体酒精浓度为$c_2=80mg/mL$时，则刚好达到醉驾标准。根据以上信息，下列判断正确的是（　　）



甲



乙

A.当测试者呼出的气体中酒精浓度越低，电压表示数与电流表示数比值越大

B.当测试者呼出的气体中酒精浓度越低，电源的输出功率越大

C.呼出气体中酒精的浓度为c_2时电路中电流等于呼出气体中酒精的浓度为c_1时电路中电流的4倍

D.呼出气体中酒精的浓度为c_2时电路中电流小于呼出气体中酒精的浓度为c_1时电路中电流的4倍

6.随着私家车的普及，武汉的许多道路出现了让人头疼的拥堵问题。如图所示为高峰时段武汉某一街道十字路口，在一个单行道上红灯拦停了很多汽车，拦停的汽车排成笔直的一列，最前面的一辆汽车的前端刚好与路口停车线相齐，汽车长均为$L=4.5m$，前面汽车尾部与后面相邻汽车的前端相距均为$d_1=2.0m$。为了安全，前面汽车尾部与后面相邻汽车的前端相距至少为$d_2=3.0m$才能开动，若汽车都以$a=2m/s^2$的加速度做匀加速直线运动，加速到$v=12.0m/s$后做匀速运动。该路口一次绿灯持续时间$t=20.0s$，时间到后直接亮红灯。另外交通规则规定：红灯亮起时，车头已越过停车线的汽车允许通过。绿灯亮起瞬时，第一辆汽车立即开动，求：

(1)第一辆车尾部与第二辆车前端的最大距离。

(2)通过计算，判断第13辆汽车能否在第一次绿灯期间通过路口？



7. 体育课上，直立起跳是一项常见的热身运动，运动员先蹲下，然后瞬间向上直立跳起，如图1所示。

(1) 一位同学站在力传感器上做直立起跳，力传感器采集到的 $F-t$ 图线如图2所示。根据图像求这位同学的质量，分析他在力传感器上由静止起跳过程中的超重和失重情况。取重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$。

(2) 为了进一步研究直立起跳过程，这位同学构建了如图3所示的简化模型。考虑到起跳过程中，身体各部分肌肉(包括上肢、腹部、腿部等肌肉)的作用，他把人体的上、下半身看作质量均为 m 的两部分A和B，这两部分用一个劲度系数为 k 的轻弹簧相连。起跳过程相当于压缩的弹簧被释放后使系统弹起的过程。已知弹簧的弹性势能 E_p 与其形变量 Δx 的关系为 $E_p=\frac{1}{2}k\Delta x^2$。要想人的双脚能够离地，即B能离地，起跳前弹簧的压缩量至少是多少？已知重力加速度为 g。

(3) “爆发力”是体育运动中对运动员身体水平评估的一项重要指标，人们通常用肌肉收缩产生的力与速度的乘积来衡量肌肉收缩的爆发能力，其最大值称之为“爆发力”。某同学想在家通过直立起跳评估自己的“爆发力”，为了简化问题研究，他把人离地前重心的运动看作匀加速直线运动，认为起跳时人对地面的平均蹬踏力大小等于肌肉的收缩力。他计划用体重计和米尺测量“爆发力”，请写出需要测量的物理量，并利用这些物理量写出计算“爆发力”的公式。



图1

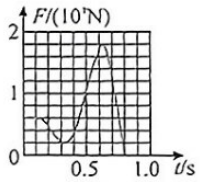
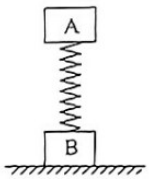


图2



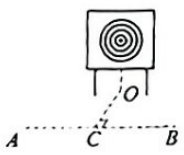
8. 如图所示，民族运动会上有一个骑射项目，运动员骑在奔驰的马背上沿跑道AB运动，且向他左侧的固定目标拉弓放箭。假设运动员骑马奔驰的速度为 v_1，运动员静止时射出的箭的速度为 v_2，跑道离固定目标的最近距离 $OC=d$。不计空气阻力的影响，重力加速度为 g。

(1) 若运动员射出的箭能命中目标，求箭在空中飞行的最短时间及放箭处离目标的距离；

(2) 设箭垂直AB水平射出，并把箭看成质点，并能击中靶心。若已知箭的质量为 m，并以过出射点的水平面为零势能面，箭击中靶心时的动能多大？

(3) 设箭垂直AB水平射出，并箭头看成质点，箭射出时的位置离开地面的高度为 H_1，靶心离地面上O处高度为 H_2，靶是边长为 a 正方形，已知 $\left(H_1>H_2+\frac{a}{2}\right)$，运动员要击中靶，则运动员静止时射出的箭的速度为 v_2 应满足什么条件？运动员应在跑道的什么位置放箭？





9. 2022年北京冬奥会自由式滑雪女子大跳台比赛中，中国队运动员谷爱凌力压世界排名第一的选手，最后一跳以向左偏轴转体1620°的动作完美逆转(如图1)，获得个人首金。大跳台比赛比赛场地分为助滑区、起跳台、着陆坡和终点区域四个部分。图2是某技术公司对谷爱凌夺冠一跳的“高度－时间”分析。已知谷爱凌及身上的装置总质量为$m=65\text{kg}$。根据这些信息回答下述问题

(1) 不考虑运动员转体的动作，将运动员看做质点。

a、设助滑出发区距地面高度为h_1，运动员从静止出发，从起跳台起跳后能达到的最大高度距地面为h_2，不计人体能量的消耗、不计一切摩擦，求运动员在最高点的速度大小v(用字母表示)；

b、请你根据图2中的信息，估算v大小；

c、运动员落到着陆坡时，垂直坡面方向的速度在极短时间内减为0，因此运动员要承受极大的冲击力。设运动员在最高点速度约为$v=20\text{m/s}$，落到着陆坡时的速度方向与水平成$\alpha=45°$，着陆坡的倾角$\theta=36°$，雪板与坡面经大约$\Delta t=0.05\text{s}$的撞击时间后继续滑行。请根据以上条件估算运动员受到的冲击力。(保留1位有效数字)(可能会用到数据：$\sin36°=0.59$，$\cos36°=0.81$，$\sin9°=0.16$，$\sin81°=0.99$)(提示，先写表达式，再代数)。

(2) 考虑运动员的转体动作。

a、若谷爱凌在空中腾空的时间约为3s，在空中转动的角速度几乎不变，求她在空中转动的角速度大小；

b、物体转动动能可以理解为各部分绕轴转动的动能之和。已知物体转动的惯性用物理量I来描述，它的名称为“转动惯量”，物体转动的快慢用角速度ω描述。请类比质点动能表达式$E_k=\frac{1}{2}mv^2$，写出物体转动动能表达式：

c、若将谷爱凌在空中转动，理想化为一个半径约为0.20m的圆柱体的转动，已知圆柱体的转动惯量为$I=\frac{1}{2}mR^2$(m为圆柱体质量，R为圆柱体半径)，并假设谷爱凌在冲出跳台的瞬间(约0.02s)内获得足够的角速度，请问她瞬间转体爆发的功率大约多大？(保留1位有效数字)。



图1

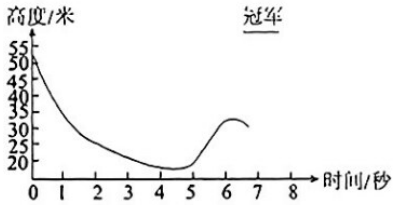


图2

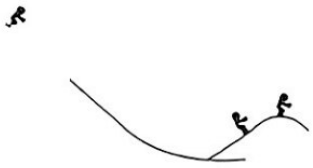


图3

10. 蹦极是极限运动的一种。为保证安全，要研究下落最大距离与人的质量、弹性绳弹性系数、阻力等诸多因素的关系。实际情况比较复杂，可简化为如下模型：弹性绳视为轻弹簧，质量可忽略不计，弹力的大小 $F=kx$，弹性势能 $E_p=\frac{1}{2}kx^2$，其中 x 是弹性绳的形变量，k 是劲度系数；人视为质点，始终在一竖直线上运动。

已知，蹦极用弹性绳原长为 L_0，劲度系数为 k，重力加速度为 g。

(1) 质量为 m 的人从平台由静止下落，到达 A 点时弹性绳恰好伸直，继续向下到达最低点 B，A、B 两点间距离为 d；之后又会反弹到某个高度，再下落 …… 最后停在空中。人受到的阻力与速度大小有关，速度为 0 时，阻力为 0。

a. 求人在 B 点时的加速度的大小及方向。

b. 将人、弹性绳和地球视为一个系统，求从人离开平台到停在空中的整个过程，系统损失的机械能。

(2) 实际上，人在运动过程中受到的空气阻力较小，可忽略不计。甲、乙两人质量分别为 m_1、m_2，且 $m_1>m_2$，分别用同一弹性绳蹦极，以平台为原点，向下为正方向，两人下落最大位移分别为 h_1、h_2。图 2 所示为甲下落过程中加速度 a 与下落位移 h 之间的关系图。

a. 请在图 2 中画出乙下落过程中加速度与下落位移的关系图。

b. 类比直线运动中由 $v-t$ 图像求位移的方法，尝试利用 $a-h$ 图证明 $h_1>h_2$。



图1

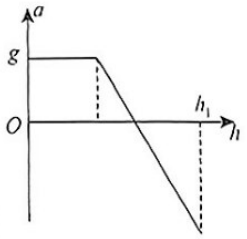


图2

11. 研究发现在无风状态下汽车在行驶时受到的空气阻力f主要与汽车正面投影面积A和行驶速度v有关。一研究团队以某品牌汽车为对象开展研究，通过在风洞实验室模拟实验得到表格数据：

$f/\times10^2$N \ v/m·s^{-1} A/m^2	20	30	40	50	60
2.0	2.0	4.4	8.0	12.6	18.0
2.5	2.5	5.6	10.1	15.6	22.5
3.0	3.0	6.8	11.9	18.7	27.1
3.5	3.5	7.9	14.0	21.8	31.5
4.0	4.0	8.9	16.1	25.1	35.9

(1) 说明如何利用表格中的数据，验证汽车行驶时受到的空气阻力f与汽车行驶速度v的平方成正比？

(2) 实验可获得结论：汽车在行驶时受到的空气阻力f与汽车正面投影面积A、行驶速度v的关系表达式为$f=kAv^2$。请任意选用表格中三组数据估算k(结果保留2位小数)；

(3) 一辆该品牌小汽车质量$m=1200$kg，正面投影面积$A=3.0$m^2，在平直地面上行驶时受到的地面阻力f_0恒为1000N。若该车以加速度$a=2$m/s^{2}做匀加速直线运动。求：

①速度大小为$v_1=20$m/s时汽车受到的牵引力F_1的大小；

②速度从$v_1=20$m/s增大至$v_2=30$m/s的过程中，汽车所受牵引力做的功W。(结果用科学记数法表示，保留2位小数)

12. 2021年5月，“天问一号”探测器成功在火星软着陆，我国成为世界上第一个首次探测火星就实现“绕、落、巡”三项任务的国家。

(1) 为了简化问题，可以认为地球和火星在同一平面上绕太阳做匀速圆周运动，如图1所示。已知地球的公转周期为T_1，火星的公转周期为T_2。

a. 已知地球公转轨道半径为r_1，求火星公转轨道半径r_2。

b. 考虑到飞行时间和节省燃料，地球和火星处于图1中相对位置时是在地球上发射火星探测器的最佳时机，推导在地球上相邻两次发射火星探测器最佳时机的时间间隔Δt。

(2) 火星探测器在火星附近的A点减速后，被火星捕获进入了1号椭圆轨道，紧接着在B点进行了一次“远火点平面机动”，俗称“侧手翻”，即从与火星赤道平行的1号轨道，调整为经过火星两极的2号轨道，将探测器绕火星飞行的路线从“横着绕”变成“竖着绕”，从而实现对火星表面的全面扫描，如图2所示。以火星为参考系，质量为M_1的探测器沿1号轨道到达B点时速度为v_1，为了实现“侧手翻”，此时启动发动机，在极短的时间内喷出部分气体，假设气体为一次性喷出，喷气后探测器质量变为M_2、速度变为与v_1垂直的v_2。

a. 求喷出气体速度u的大小。

b. 假设实现“侧手翻”的能量全部来源于化学能，化学能向动能转化比例为$k(k<1)$，求此次“侧手翻”消耗的化学能ΔE。

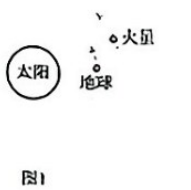


图1

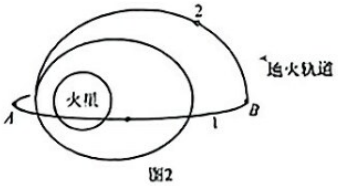


图2

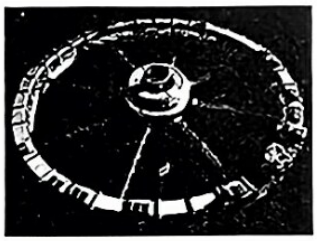
13. 中国航天技术处于世界领先水平，航天过程有发射、在轨和着陆返回等关键环节。

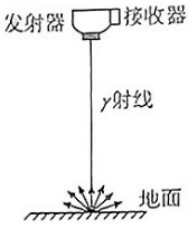
(1) 航天员在空间站长期处于失重状态，为缓解此状态带来的不适，科学家设想建造一种环形空间站，如图所示。圆环绕中心轴匀速旋转，航天员 (可视为质点) 站在圆环内的侧壁上，随圆环做圆周运动的半径为 r，可受到与他站在地球表面时相同大小的支持力。已知地球表面的重力加速度为 g。求圆环转动的角速度大小 ω。

(2) 启动反推发动机是着陆返回过程的一个关键步骤。返回舱在距离地面较近时通过 γ 射线精准测距来启动返回舱的发动机向下喷气，使其减速着地。

a、已知返回舱的质量为 M，其底部装有 4 台反推发动机，每台发动机喷嘴的横截面积为 S，喷射气体的密度为 ρ，返回舱距地面高度为 H 时速度为 v_0，若此时启动反推发动机，返回舱此后的运动可视为匀减速直线运动，到达地面时速度恰好为零。不考虑返回舱的质量变化，不计喷气前气体的速度，不计空气阻力。求气体被喷射出时相对地面的速度大小 v；

b、图是返回舱底部 γ 射线精准测距原理简图。返回舱底部的发射器发射 γ 射线。为简化问题，我们假定：γ 光子被地面散射后均匀射向地面上方各个方向。已知发射器单位时间内发出 N 个 γ 光子，地面对光子的吸收率为 η，紧邻发射器的接收器接收 γ 射线的有效面积为 A。当接收器单位时间内接收到 n 个 γ 光子时就会自动启动反推发动机，求此时返回舱底部距离地面的高度 h。





14. 如图1所示是示波管的原理图，它由电子枪、荧光屏和两对相互垂直的偏转电极XX′、YY′组成。偏转电极的极板都是边长为l的正方形金属板，每对电极的两个极板间距都为d。电极YY′的右端与荧光屏之间的距离为L。这些部件处在同一个真空管中．电子枪中的金属丝加热后可以逸出电子，电子经加速电极间电场加速后进入偏转电极间，两对偏转电极分别使电子在两个相互垂直的方向发生偏转。荧光屏上有xoy直角坐标系，x轴与电极XX′的金属板垂直(其正方向由X′指向X)，y轴与电极YY′的金属板垂直(其正方向由Y′指向Y)．已知电子的电量为e，质量为m．可忽略电子刚离开金属丝时的速度，并不计电子之间相互作用力及电子所受重力的影响。

(1)若加速电极的电压为U_0，两个偏转电极都不加电压时，电子束将沿直线运动，且电子运动的轨迹平行每块金属板，并最终打在xoy坐标系的坐标原点．求电子到达坐标原点前瞬间速度的大小；

(2)若再在偏转电极YY′之间加恒定电压U_0，而偏转电极XX′之间不加电压，求电子打在荧光屏上的位置与坐标原点之间的距离；

(3)①若偏转电极XX′之间的电压变化规律如图2所示，YY′之间的电压变化规律如图3所示，由于电子的速度较大，它们都能从偏转极板右端穿出极板，且此过程中可认为偏转极板间的电压不变．请在图4中定性画出在荧光屏上看到的图形；

②要增大屏幕上图形在y方向的峰值，若只改变加速电极的电压U_0、YY′之间电压的峰值U_0、电极XX′之间电压的峰值U_0三个量中的一个，请说出如何改变这个物理量才能达到目的。

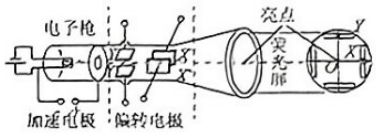


图1

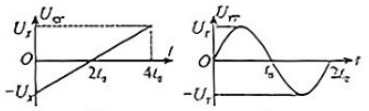


图2

图3

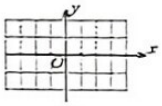


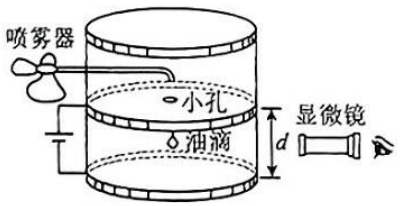
图4

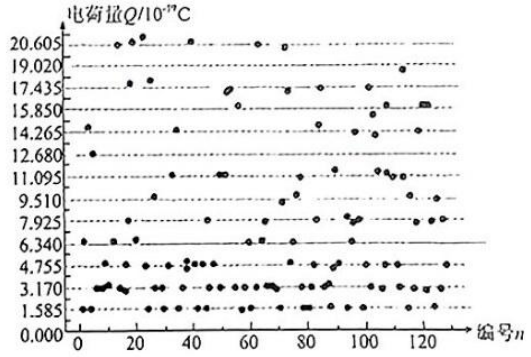
15. 密立根油滴实验将微观量转化为宏观量进行测量，揭示了电荷的不连续性，并测定了元电荷的数值。实验设计简单巧妙，被称为物理学史上最美实验之一。该实验的简化装置如图所示。水平放置、间距为 d 的两平行金属极板接在电源上，在上极板中间开一小孔，用喷雾器将油滴喷入并从小孔飘落到两极板间。已知油滴带负电。油滴所受空气阻力 $f=6\pi r\eta v$，式中 η 为已知量，r 为油滴的半径，v 为油滴的速度大小。已知油的密度为 ρ，重力加速度为 g。

(1) 在极板间不加电压，由于空气阻力作用，观测到某一油滴以恒定速率缓慢下降距离 L 所用的时间为 t_1，求该油滴的半径 r；

(2) 在极板间加电压 U，经过一段时间后，观测到 (1) 问中的油滴以恒定速率缓慢上升距离 L 所用的时间为 t_2。求该油滴所带的电荷量 Q；

(3) 实验中通过在两极板间照射 X 射线不断改变油滴的电荷量。图是通过多次实验所测电荷量的分布图，横轴表示不同油滴的编号，纵轴表示电荷量。请说明图中油滴所带电荷量的分布特点，并说明如何处理数据进而得出元电荷的数值。





16. 电磁流量计可以快速、方便地测量导电流体 (如污水、自来水等) 的流量，其简化示意图如图所示，它是一段横截面为长方形的管道，其中空部分的长、宽、高分别为 a、b、c，流量计的左右两端与输送流体的管道相连接 (如虚线所示)，其上下两面是金属材料，前后两面是绝缘材料．流量计处于磁感应强度为 B 的匀强磁场中，磁场方向垂直于前后两面．流量计的上、下两表面分别与电压表的两端相连接 (图中未画)，当污水满管通过流量计时，电压表就会显示读数．

a．求电压表示数为 U 时管道中的污水流量 Q．

b．某同学想利用电磁流量计设计一个便于调节的浇花装置．如图 3 所示，花坛中紧密摆放着相同的花盆，它们由内向外以 O 为圆心摆放在半径不同的圆周上．在圆心 O 处安装一个竖直的输水管，管的末端安装一个可以水平 360° 自动匀速旋转的喷水龙头，其旋转周期 T 可调．该同学把图 2 中的电磁流量计安装在龙头的末端，作为水平喷口，并且通过改进使电磁流量计的边长 b 大小可调 (其他参数不变)．如果龙头喷出水的流量 Q 是恒定的，为了使龙头旋转每周每个花盆的浇水量相同，当浇灌半径由 R_1 增大到 R_2 时，需要调节 b 和 T．不计水喷出时旋转方向的速度，求调节前后的电压表的示数之比 $\frac{U_1}{U_2}$ 及龙头旋转的周期之比 $\frac{T_1}{T_2}$．

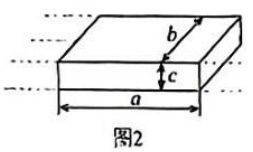


图2

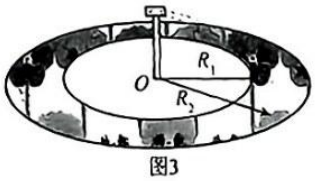


图3

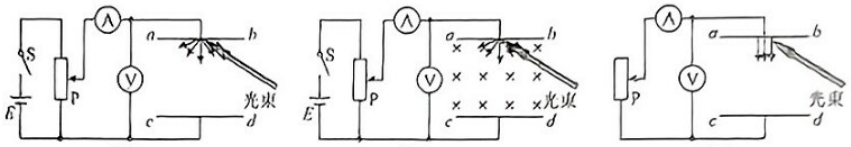
17. 如图甲所示是研究光电效应的实验电路图，ab、cd为两正对的、半径为R的平行的、圆形金属板，板间距为d，且满足$R>>d$。当一细束频率为ν的光照极板ab圆心时，产生沿不同方向运动的光电子。调节滑片改变两板间电压，发现当电压表示数为U_C时，电流表示数恰好为零。假设光电子只从极板圆心处发出，普朗克常量为h，电子电量为e，电子质量为m，忽略场的边界效应和电子之间的相互作用。

(1) 求金属板的逸出功W_0；

(2) 若交换电源正负极，调节滑片逐渐增大两极板间电压，求电流达到饱和时的最小电压U_1；

(3) 断开开关，在两板间加上方向垂直纸面向里的匀强磁场，如图乙所示。求电流表读数为零时磁感应强度B的最小值；

(4) 已知单位时间内从ab板逸出的电子数为N，电子逸出时所携带动能在0至最大动能之间粒子数是均匀分布的。假设所有逸出的电子都垂直于ab板向cd板运动，如图丙所示。调整滑动变阻器的滑片，当cd与ba两板之间电势差为U_2时，求安培表的读数及对应的电阻值。



图甲　　图乙　　图丙

18. 传感器让我们的生活变得更加便利，其基本工作原理是把非电学量转换为电学量，从而方便进行测量、传输和控制。

(1) 为了测量储罐中某种不导电液体液面的高度，某同学利用平行板电容器制作了一个“液位监测仪”，如图1所示，将两块平行金属板竖直插入到该液体中，液体填充在两极板之间。两极板分别用导线接到数字电容表上，数字电容表可显示出电容器的电容，从电容的变化就可以知道容器中液面高度的变化。当数字电容表示数增大时，液面高度是上升还是下降？简要说明理由。

(2) 如图2所示为大型电子地磅电路图。不称物体时，滑片P在A端，滑动变阻器接入电路中的电阻最大，电流最小；称重物时，在压力作用下滑片P下滑，滑动变阻器接入电路中的电阻减小，电流增大。将电流表的电流刻度转换成对应的重力刻度，就可以读出被称物体的重力。已知电源电动势为 E，内阻不计；滑动变阻器A、B间距离为 L，最大阻值等于定值电阻 R_0 的阻值；两根弹簧的总弹力大小与形变量成正比，比例系数为 k；电流表内阻不计。请推导所称重物的重力 G 的大小与电流 I 的关系式。

(3) 利用霍尔元件可以进行微小位移的测量。如图3甲所示，在两块磁感应强度相同、N极相对放置的磁体缝隙中放入霍尔元件，当霍尔元件处于中间位置时，磁感应强度为0，霍尔电压为0，将该点作为位移的零点，当霍尔元件沿 $\pm x$ 方向移动时，同时通有如图3乙所示的恒定电流 I，由于不同位置处磁感应强度 B 不同，在M、N表面间产生的电势差 U_{MN} 不同。在小范围内，两磁极间磁感应强度 B 的大小与位移 x 的大小成正比，比例系数为 k。已知该霍尔元件长为 a，宽为 b，厚为 c，单位体积中导电的电子数为 n，电子的电荷量为 e。请推导霍尔元件M、N表面间的电势差 U_{MN} 与位移 x 的关系式。

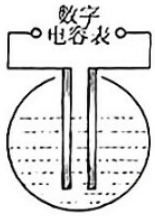


图1

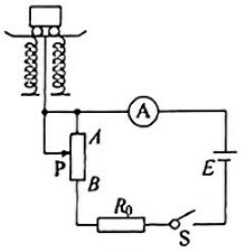
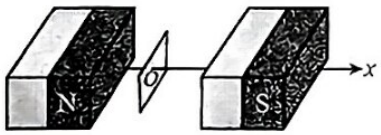
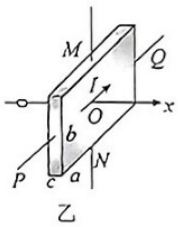


图2



甲



乙

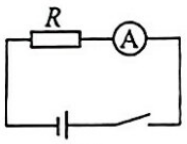
图3

19. 大多数传感器都是以物理原理为基础，将不易测量的非电学量转换成便于测量的电学量。传感器的种类很多，应用也很广泛。

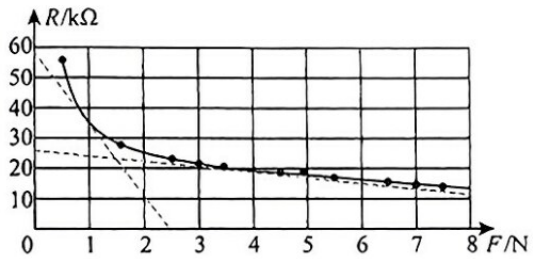
(1) 金属的电阻率随温度的升高而增大，利用这种性质可以制作温度传感器。某金属丝的阻值 R 随温度 t 变化的规律为 $R=kt+R_0$，其中 k 与 R_0 均为定值。将其连入图甲所示的电路中，已知电源电动势为 E，内阻为 r，电流表为理想电表。求电流表的示数 I 与温度 t 的关系式。

(2) 有些半导体材料具有压阻效应，即当沿某一轴向受到外力作用时，其电阻率发生变化，利用这种性质可以制作压力传感器。图乙所示为某半导体薄膜压力传感器的电阻 R 随其所受压力 F 变化的曲线。若将电阻变化量的绝对值 ΔR 与压力变化量的绝对值 ΔF 的比值称为灵敏度 S。请你估算压力为 1N 时该传感器的灵敏度 (结果保留两位有效数字)。

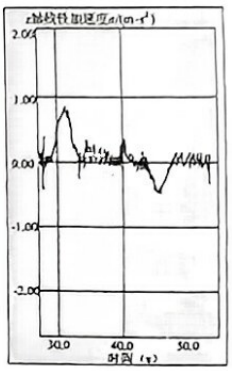
(3) 为了研究随电梯一起运动的物体对电梯压力的变化规律，某同学将 (2) 中的压力传感器静置于电梯地板上，并将质量为 400g 的物体放在传感器上。在上升的电梯中，他利用手机中的加速度传感器测量了电梯的加速度。某段时间内电梯在竖直方向的加速度 a 随时间 t 变化的图线如图丙所示，其中以竖直向上为 a 的正方向。g 取 10m/s^2。不考虑温度对传感器的影响，且压力变化时传感器可以迅速做出反应。估算在电梯上升过程中，物体对电梯压力大小的变化范围，并从灵敏度的角度评估所选器材能否帮助他比较精确地完成此项研究。



甲



乙


丙

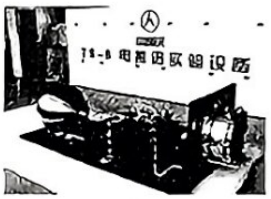
20. 甲图是我国自主研制的200mm离子电推进系统，已经通过我国“实践九号”卫星空间飞行试验验证，有望在2015年全面应用于我国航天器．离子电推进系统的核心部件为离子推进器，它采用喷出带电离子的方式实现飞船的姿态和轨道的调整，具有大幅减少推进剂燃料消耗、操控更灵活、定位更精准等优势．离子推进器的工作原理如图乙所示，推进剂氙原子P喷注入腔室C后，被电子枪G射出的电子碰撞而电离，成为带正电的氙离子。氙离子从腔室C中飘移过栅电极A的速度大小可忽略不计，在栅电极A、B之间的电场中加速，并从栅电极B喷出。在加速氙离子的过程中飞船获得推力。

已知栅电极A、B之间的电压为U，氙离子的质量为m、电荷量为q。

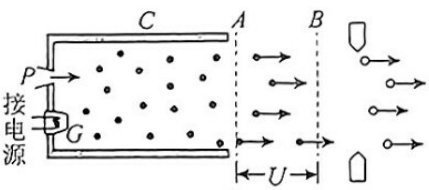
(1) 将该离子推进器固定在地面上进行试验．求氙离子经A、B之间的电场加速后，通过栅电极B时的速度v的大小；

(2) 配有该离子推进器的飞船的总质量为M，现需要对飞船运行方向作一次微调，即通过推进器短暂工作让飞船在与原速度垂直方向上获得一很小的速度Δv，此过程中可认为氙离子仍以第(1)中所求的速度通过栅电极B，推进器工作时飞船的总质量可视为不变，求推进器在此次工作过程中喷射的氙离子数目N。

(3) 可以用离子推进器工作过程中产生的推力与A、B之间的电场对氙离子做功的功率的比值S来反映推进器工作情况。通过计算说明采取哪些措施可以增大S，并对增大S的实际意义说出你的看法。



甲



乙

21. 电容是物理学中重要的物理量。如图1所示，空气中水平放置的平行板电容器A充满电后，仅改变电容器A两极板间的距离d。电容器A的电容C也随之变化。多次实验后，作出一条斜率为p的直线，如图2所示。不考虑边缘效应。

(1) 回答下列问题。

a. 若开关保持断开状态，分析当板间距d变化时，两极板间电场强度的大小E如何变化。

b. 根据电场强度的定义、电场强度可叠加的性质，证明当电容器A所带电荷量为q时，下极板对上极板电场力的大小$F=\frac{q^2}{2p}$。

(2) 用电容器A制成静电天平，其原理如图3所示：空气中，平行板电容器的下极板固定不动，上极板接到等臂天平的左端。当电容器不带电时，天平恰好保持水平平衡，两极板间的距离为d。当天平右端放一个质量为m的砝码时，需要在电容器的两极板间加上电压U，使天平重新水平平衡。

某同学提出若用电压表(可视为理想表)读出上述电压，则可推知所加砝码的质量。因此，他准备将图4中该电压表表盘(示意图)上的电压值改换为相应的质量值。他已经完成了部分测量，请在图4的表盘上标上2V和3V对应的质量值，并给出一种扩大该静电天平量程的方法。

(3) 如图5所示，将电容器A的下极板同定不动，上极板由一劲度系数为k的轻质绝缘弹簧悬挂住。当两极板均不带电时，极板间的距离为d_0。保持两极板始终水平正对且不发生转动，当两极板间所加电压为U时，讨论上极板平衡位置的个数N的情况。

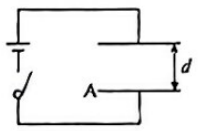


图1

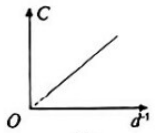


图2

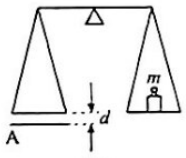


图3

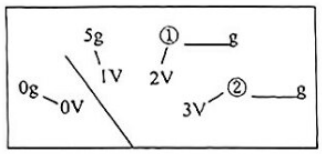


图4

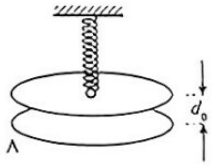


图5

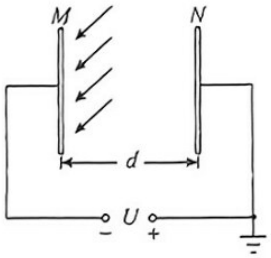
22. 如图所示，密封在真空中的两块等大、正对的金属板 M、N 竖直平行放置，间距为 d。将金属板 M、N 与电源相连，两板间的电压大小恒为 U。MN 可看作平行板电容器，忽略边缘效应。用一束单色平行光照射金属板 M 恰好发生光电效应。金属板 M 的面积为 S，逸出功为 W，普朗克常量为 h。已知单色平行光均匀照射到整个金属板 M 上，照射到金属板 M 上的功率为 P，能引起光电效应的概率为 η，光电子从金属板 M 逸出 (不计初速度)，经过两板间电场加速后打到金属板 N 上形成稳定的光电流，电子打到板 N 上可视为完全非弹性碰撞。电子的质量为 m，电荷量为 e。忽略光电子之间的相互作用。求：

(1) 该单色光的频率 ν；

(2) 稳定时光电流的大小 I；

(3) 光电子对板 N 的撞击力的大小 F；

(4) 通过计算说明两金属板间电子的分布规律。



23. 人们通常利用运动的合成与分解，把比较复杂的机械运动等效分解为两个或多个简单的机械运动进行研究。下列情境中物体的运动轨迹都形似弹簧，其运动可分解为沿轴线的匀速直线运动和垂直轴线的匀速圆周运动。

(1) 情境 1：在图 1 甲所示的三维坐标系中，质点 1 沿 Ox 方向以速度 v 做匀速直线运动，质点 2 在 yOz 平面内以角速度 ω 做匀速圆周运动。质点 3 同时参与质点 1 和质点 2 的运动，其运动轨迹形似弹簧，如乙图所示。质点 3 在完成一个圆运动的时间内，沿 Ox 方向运动的距离称为一个螺距，求质点 3 轨迹的“螺距” d_1；

(2) 情境 2：如图 2 所示为某磁聚焦原理的示意图，沿 Ox 方向存在匀强磁场 B，一质量为 m、电荷量为 q、初速度为 v_0 的带正电的粒子，沿与 Ox 夹角为 α 的方向入射，不计带电粒子的重力。

a. 请描述带电粒子在 Ox 方向和垂直 Ox 方向的平面内分别做什么运动；

b. 求带电粒子轨迹的“螺距” d_2。

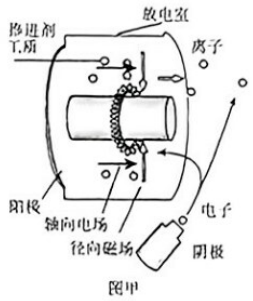
(3) 情境 3：2020 年 12 月 17 日凌晨，嫦娥五号返回器携带月壤回到地球。登月前，嫦娥五号在距离月球表面高为 h 处绕月球做匀速圆周运动，嫦娥五号绕月的圆平面与月球绕地球做匀速圆周运动的平面可看作垂直，如图 3 所示。已知月球的轨道半径为 r，月球半径为 R，且 $r >> R$，地球质量为 $M_{地}$，月球质量为 $m_{月}$，嫦娥五号质量为 m_0，引力常量为 G。求嫦娥五号轨迹的“螺距” d_3。

24. 2021年4月我国空间站天和核心舱成功发射，核心舱首次使用了一种全新的推进装置——霍尔推力器。其工作原理简化如下：如图甲所示，推力器右侧阴极逸出（初速度极小）的一部分电子进入放电室中，放电室内由沿圆柱体轴向的电场和环形径向磁场组成，电子在洛伦兹力和电场力的共同作用下运动，最终大多数电子被束缚在一定的区域内，与进入放电室的中性推进剂工质（氙原子）发生碰撞使其电离：电离后的氙离子在磁场中的偏转角度很小，其运动可视为在轴向电场力作用下的直线运动，飞出放电室后与阴极导出的另一部分电子中和并被高速喷出，霍尔推力器由于反冲获得推进动力。设某次核心舱进行姿态调整，开启霍尔推力器，电离后的氙离子初速度为0，经电压为U的电场加速后高速喷出，氙离子所形成的等效电流为I。已知一个氙离子质量为m，电荷量为q，忽略离子间的相互作用力和电子能量的影响，求：

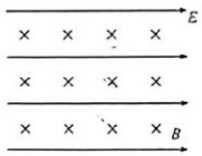
(1) 单位时间内喷出氙离子的数目N；

(2) 霍尔推力器获得的平均推力大小F；

(3) 放电室中的电场和磁场很复杂，为简化研究，将图甲中磁场和电场在小范围内看做匀强磁场和匀强电场，俯视图如图乙所示，设磁感应强度为B，电场强度为E。选取从阴极逸出的某电子为研究对象，初速度可视为0，在小范围内运动的轨迹如图，已知电子质量为m，电荷量为e，忽略电子间，电子与离子间的相互作用力，求电子在沿轴向方向运动的最大距离H。



图甲



图乙

25. 类比是研究问题的常用方法。

(1) 情境1：如图甲所示，设质量为m_1的小球以速度v_0与静止在光滑水平面上质量为m_2的小球发生对心碰撞，碰后两小球粘在一起共同运动。求两小球碰后的速度大小v；

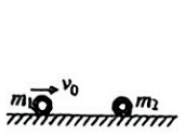
(2) 情境2：如图乙所示，设电容器C_1充电后电压为U_0，闭合开关K后对不带电的电容器C_2放电，达到稳定状态后两者电压均为U；

a. 请类比(1)中求得的v的表达式，写出放电稳定后电压U与C_1、C_2和U_0的关系式；

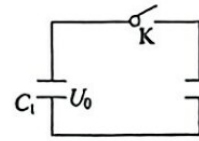
b. 在电容器充电过程中，电源做功把能量以电场能的形式储存在电容器中。图丙为电源给电容器C_1充电过程中，两极板间电压u随极板所带电量q的变化规律。请根据图像写出电容器C_1充电电压达到U_0时储存的电场能E；并证明从闭合开关K到两电容器电压均为U的过程中，损失的电场能$\Delta E=\dfrac{C_2}{C_1+C_2}E$；

(3) 类比情境1和情境2过程中的“守恒量”及能量转化情况完成下表。

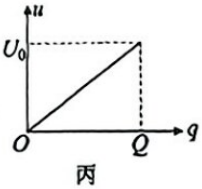
情境1	情境2
动量守恒	
	损失的电场能$\Delta E=\dfrac{C_2}{C_1+C_2}E$
减少的机械能转化为内能	



甲



乙



丙

36. 简谐运动是一种最基本的振动。

(1) 一个质点做机械振动，如果它的回复力与偏离平衡位置的位移大小成正比，而且方向与位移方向相反，就能判定它是简谐运动。如图1所示，将一个劲度系数为 k 的轻质弹簧套在光滑的水平杆上，弹簧的一端固定，另一端接一质量为 m 的小球。现将小球沿杆拉开一小段距离 x_0 后松开，小球将以O为平衡位置往复运动。

请你据此证明，小球所做的运动是简谐运动。

(2) 简谐运动还具有一些其他特征。简谐运动质点的运动速度 v 与其偏离平衡位置的位移 x 之间的关系可以表示为 $v^2=v_0^2-ax^2$，其中 v_0 为振动质点通过平衡位置时的瞬时速度，a 为由系统本身和初始条件所决定的不变的常数。

请你证明，图1中小球的运动也满足上述关系，并说明其关系式中的 a 与哪些物理量有关。已知弹簧的弹性势能表达式为 $\frac{1}{2}kx^2$，其中 k 是弹簧的劲度系数，x 是弹簧的形变量。

(3) 有些知识我们可能没有学过，但运用我们已有的物理思想和科学方法，通过必要的分析和推理可以解决一些新的问题。

现在请你结合(2)中简谐运动的特征，从能量的角度证明如图2所示的 LC 振荡电路中，电容器极板上的电荷量随时间的变化满足简谐运动的规律(即电荷量与时间的关系遵从正弦函数规律)。已知电感线圈中磁场能的表达式为 $\frac{1}{2}LI^2$，式中 L 为线圈的自感系数，I 为线圈中电流的大小；电容器中电场能的表达式为 $\frac{1}{2}CU^2$，式中 C 为电容器的电容，U 为电容器两端的电压。(不计电磁波的辐射)

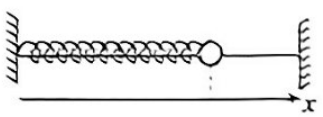


图1

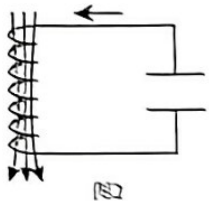
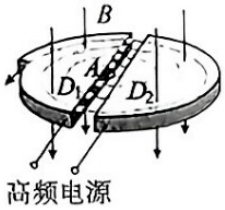


图2

速器是用来加速带电粒子的装置，图20为回旋加速器的示意图。D_1、D_2是两个中空的铝制半圆金属扁盒，在两个D形盒正中间开有一条狭缝，两个D形盒接在高频交流电源上。在D_1盒中心A处粒子源，产生的带正电粒子在两盒之间被电场加速后进入D_2盒中。两个D形盒处于与盒面垂直的匀场中，带电粒子在磁场力的作用下做匀速圆周运动，经过半个圆周后，再次到达两盒间的狭缝，控制电源电压的周期，保证带电粒子经过狭缝时再次被加速。如此，粒子在做圆周运动的过程中一次一经过狭缝，一次一次地被加速，速度越来越大，运动半径也越来越大，最后到达D形盒的边缘，沿切向以最大速度被导出。已知带电粒子的电荷量为q，质量为m，加速时狭缝间电压大小恒为U，磁场感应强度为B，D形盒的半径为R狭缝之间的距离为d。设从粒子源产生的带电粒子的初速度为不计粒子受到的重力，求：



·电粒子能被加速的最大动能E_k；

·管粒子在狭缝中每次加速的时间很短但也不可忽略。试计算上述正离子在某次加速过程当中从离子源到被第n次加速结束时所经历的时间；

:该正离子在电场中的加速次数与回旋半周的次数相同，试推证当$R >> d$时，正离子在电场中加速时间相对于在D形盒中回旋的时间可忽略不计（正离子在电场中运动时，不考虑磁场的影响）

·电粒子在D_2盒中第n个半圆的半径；

·带电粒子束从回旋加速器输出时形成的等效电流为I，求从回旋加速器输出的带电粒子的平均功

:际使用中，磁感应强度和加速电场频率都有最大值的限制。若某一加速器磁感应强度和加速电场的最大值分别为B_m、f_m，试讨论粒子能获得的最大动能E_{km}

粒子在第n次由D_1盒进入D_2盒与紧接着第$n+1$次由队盒进入队盒位置之间的距离Δx；

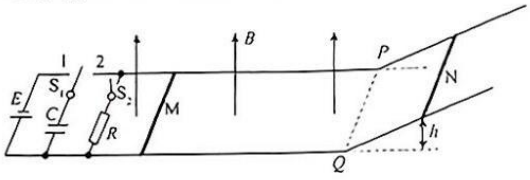
推理说明：质子在回旋加速器中运动时，随轨道半径r的增大，同一盒中相邻轨道的半径之差Δr是、减小还是不变？

28. 如图所示，等间距的两光滑金属导轨由足够长的水平直轨和倾斜直轨在PQ处平滑连接组成。PQ与导轨垂直，导轨间距为L，水平直轨在同一水平面内，处于磁感应强度大小为B、方向竖直向上的匀强磁场中。水平直轨左侧有直流电源、电容为C的电容器和定值电阻R，长度为L、质量为$2m$、电阻为$2R$的金属棒M静置在水平直轨上，金属棒M距电阻R足够远，质量为m的绝缘棒N被控制静置于倾斜直轨上，绝缘棒N距水平轨道高度为h，不计金属导轨电阻。开始时，开关S_2断开，将单刀双掷开关S_1接“1”，使电容器完全充电，然后S_1接“2”，金属棒M从静止开始加速运动至稳定速度后，当金属棒M到PQ的距离为d时，S_1立即与“2”断开、同时闭合S_2，金属棒M运动至PQ处时，恰好与从倾斜直轨上由静止开始自由下滑的绝缘棒N在PQ处发生弹性碰撞，碰撞时间极短可不计，随后绝缘棒N能在倾斜直轨上到达的最大高度为$\frac{25}{9}h$。已知以后绝缘棒N与金属棒M每次再发生碰撞时金属棒M均已停止运动，所有碰撞均为弹性碰撞，整个运动过程中，M、N始终与导轨垂直并接触良好，两棒粗细不计，重力加速度为g。求：

(1) 发生第1次碰撞后瞬时，绝缘棒N与金属棒M各自速度大小；

(2) 直流电源电动势E；

(3) 发生第1次碰撞后到最终两棒都停止运动的全过程中，金属棒M的位移大小。



29. 舰载机电磁弹射是现在航母最先进的弹射技术，我国在这一领域已达到世界先进水平。某兴趣小组开展电磁弹射系统的设计研究，如图1所示，用于推动模型飞机的动子（图中未画出）与线圈绝缘并固定，线圈带动动子，可在水平导轨上无摩擦滑动。线圈位于导轨间的辐向磁场中，其所在处的磁感应强度大小均为 B。开关S与1接通，恒流源与线圈连接，动子从静止开始推动飞机加速，飞机达到起飞速度时与动子脱离；此时S掷向2接通定值电阻 R_0，同时施加回撤力 F，在 F 和磁场力作用下，动子恰好返回初始位置停下。若动子从静止开始至返回过程的 $v-t$ 图如图2所示，在 t_1 至 t_3 时间内 $F=(800-10v)\text{N}$，t_3 时撤去 F。已知起飞速度 $v_1=80\text{m/s}$，$t_1=1.5\text{s}$，线圈匝数 $n=100$ 匝，每匝周长 $l=1\text{m}$，飞机的质量 $M=10\text{kg}$，动子和线圈的总质量 $m=5\text{kg}$，$R_0=9.5\Omega$，$B=0.1\text{T}$，不计空气阻力和飞机起飞对动子运动速度的影响，求

(1) 恒流源的电流 I；

(2) 线圈电阻 R；

(3) 时刻 t_3。

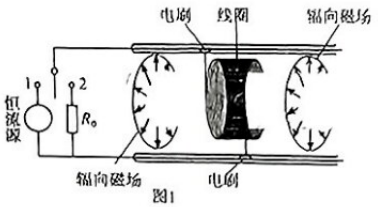


图1

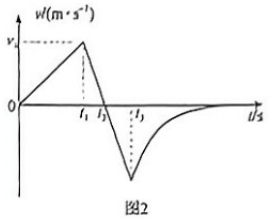


图2

芯片制造过程中，离子注入是其中一道重要的工序。如图所示是离子注入工作原理示意图，离子经加速后沿水平方向进入速度选择器，然后通过磁分析器，选择出特定比荷的离子，经偏转系统后注入处在水平面内的晶圆（硅片）。速度选择器、磁分析器和偏转系统中的匀强磁场的磁感应强度大小均为 B，方向均垂直纸面向外；速度选择器和偏转系统中的匀强电场场强大小均为 E，方向分别为竖直向上和垂直纸面向外。磁分析器截面是内外半径分别为 R_1 和 R_2 的四分之一圆环，其两端中心位置 M 和 N 处各有一个小孔；偏转系统中电场和磁场的分布区域是同一边长为 L 的正方体，其偏转系统的底面与晶圆所在水平面平行，间距也为 L。当偏转系统不加电场及磁场时，离子恰好竖直注入到晶圆上的 O 点（即图中坐标原点，x 轴垂直纸面向外）。整个系统置于真空中，不计离子重力，打在晶圆上的离子，经过电场和磁场偏转的角度都很小。当 α 很小时，有 $\sin\alpha \approx \tan\alpha \approx \alpha$，$\cos\alpha \approx 1 - \frac{1}{2}\alpha^2$。求：

离子通过速度选择器后的速度大小 v 和磁分析器选择出来离子的比荷；

偏转系统仅加电场时离子注入晶圆的位置，用坐标 (x, y) 表示；

偏转系统仅加磁场时离子注入晶圆的位置，用坐标 (x, y) 表示；

偏转系统同时加上电场和磁场时离子注入晶圆的位置，用坐标 (x, y) 表示，并说明理由。

