

2025年4月浙江省北斗星盟适应性考试

高三物理试题

考生须知：

1. 本试题卷共 6 页，满分 100 分，考试时间 90 分钟。
2. 答题前，在答题卷指定区域填写班级、姓名、考场号、座位号及准考证号。
3. 所有答案必须写在答题卷上，写在试卷上无效。
4. 考试结束后，只需上交答题卷。

选择题部分

一、选择题 I（本题共 10 小题，每小题 3 分，共 30 分。每小题列出的四个备选项中只有一个是符合题目要求的，不选、多选、错选均不得分）

1. 单位为 J/s 的物理量是

- A. 电功率 B. 磁感应强度 C. 磁通量 D. 电场强度

2. 如图为泰山景区的机器狗在搬运垃圾

- A. 在研究机器狗的爬行动作时，可以将它视为质点
 B. 在研究机器狗的运动步距时，可以将它视为质点
 C. 在研究垃圾桶在机器狗背部的安装位置时，可以将机器狗视为质点
 D. 在研究机器狗通过较长距离的运动时间时，可以将它视为质点



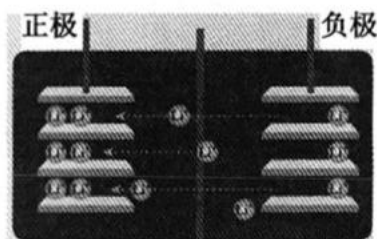
第 2 题图

3. 月壤中含有丰富的 ${}^3_2\text{He}$ ， ${}^3_2\text{He}$ 参与核反应释放巨大能量，同时几乎不产生具有长期放射性的核废料，因此是清洁、高效的未来能源。其核反应方程为 ${}^3_2\text{He}+{}^3_2\text{He}\rightarrow{}^4_2\text{He}+2\text{X}+12.86\text{MeV}$ ，则

- A. X 为质子，该核反应是 α 衰变 B. ${}^3_2\text{He}$ 的比结合能比 ${}^4_2\text{He}$ 的比结合能大
 C. 核子平均释放的能量约为 6.42 MeV D. 该反应的质量亏损约为 $2.3\times 10^{-29}\text{kg}$

4. 锂电池体积小、容量大、电压稳定，在手机中广泛应用。它主要依靠锂离子在正极(含锂化合物)和负极(碳材料)之间移动来工作，其原理如图所示。若某款手机锂电池的电动势 3.7V，电池容量 4000mA·h，正常通话电流 400mA，则

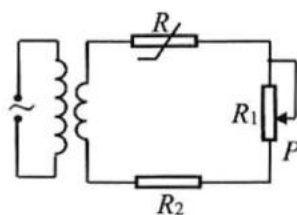
- A. 正常通话时，电池输出的功率为 1.48W
 B. 电池充满电后，手机能正常通话 2.7h
 C. 图示状态是电池放电状态
 D. 负极积累的锂离子越多，电池存储的电能量越少



第 4 题图

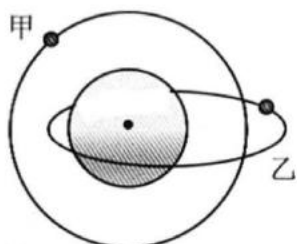
5. 火灾报警的工作原理图如图所示，理想变压器的原线圈接电压恒定的交流电，副线圈的电路中 R 为热敏电阻， R_1 为滑动变阻器， R_2 为定值电阻。当温度升高时，R 的阻值变小，报警装置通过检测 R_2 中的电流来实现报警。则

- A. 发生火灾时，原线圈中的电流在变小
 B. 发生火灾时，报警装置检测到电流变小
 C. 为了降低报警温度， R_1 的滑片 P 应向下滑动
 D. R_1 的滑片 P 向上滑动时，副线圈两端的电压变大



第 5 题图

6. 如图所示, 卫星甲、乙沿不同轨道绕半径为 R 的某一星球转动。其中, 卫星甲在竖直平面内做匀速圆周运动, 其距星球表面的高度为 R ; 卫星乙在水平面上做长轴为 $4R$ 的椭圆运动。则
- A. 甲的运行周期比乙的大
B. 甲的平均速率比乙的小
C. 某时刻甲的速率与乙的速率相等
D. 甲的加速度大小始终比乙的小



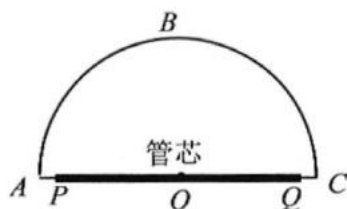
第6题图



第7题图

7. 篮球投出后经多次曝光得到的照片如图所示, 每次曝光的时间间隔相等。篮球受到的空气阻力大小相等, 方向始终与速度方向相反, 则篮球
- A. 速度大小一直在减小
B. 加速度大小先减小后增大
C. 相邻位置的动量变化量一直减小
D. 相邻位置的机械能变化量先增大后减小

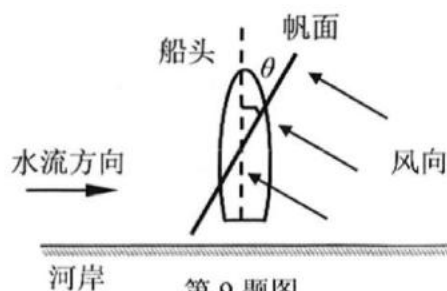
8. 半球体透明介质 ABC 和置于底部的发光管芯 PQ 组成照明装置。管芯是一个圆心与介质的球心 O 重合的圆面, 装置的截面如图所示。已知半球体的半径为 R , 圆面的半径为 $\frac{\sqrt{3}}{2}R$, 透明介质的折射率为 $\sqrt{3}$, 则



第8题图

- A. 管芯射向半球面的所有光线都将从圆弧区域射出
B. 圆弧区域有光线射出和没有光线射出的比例为 $2\arcsin\frac{\sqrt{3}}{3}:\pi$
C. 射向半球面的所有光线都能射出的相应管芯面积为 $\frac{1}{2}\pi R^2$
D. 射向半球面的光线, 所有光线都能射出圆弧面与部分光线能射出圆弧面的相应管芯长度之比为 2:1

9. 无动力帆船依靠风力垂直河岸渡河。船头正指对岸, 通过调整帆面位置使风向垂直于帆面, 此时帆面与航向间的夹角为 θ 。若风力的大小为 F , 河水沿平行河岸方向的阻力恒为 f_1 , 沿垂直河岸方向的阻力大小 $f_2 = kv$ (k 为比例系数, v 为航行速度), 则帆船



第9题图

- A. 先做加速度增大的加速运动, 后匀速运动
B. 航行时的最大速度为 $v_m = \frac{F\cos\theta}{k}$

- C. 若风力大小加倍, 最大速度也加倍
D. 若风力大小增大, 为保持航向不变, θ 也增大

10. 如图所示, 木板 C 静置于光滑水平地面上, 中点处放置物块 B 。某时刻物块 A 以水平初速度 v_0 从左端滑上木板。已知物块 A 、 B 均可视为质点, 质量均为 m , 与木板间的动摩擦因数均为 μ , 木板的质量为 $2m$, A 、 B 间为弹性碰撞, 最大静摩擦力等于滑动摩擦力, 则



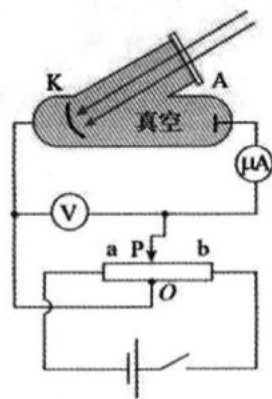
第10题图

- A. 若物块 A 、 B 不发生碰撞, 则木板 C 长度的最大值为 $L = \frac{3v_0^2}{4\mu g}$

- B. 若物块 A 、 B 不从木板 C 的右端滑离, 则木板 C 长度的最小值为 $L = \frac{3v_0^2}{8\mu g}$
- C. 若物块 B 恰好不滑离木板 C , 则物块 A 、 B 碰撞前后的两段时间内, 摩擦力对木板 C 的冲量大小是相等的
- D. 若物块 A 、 B 最终与木板 C 相对静止, 则摩擦力对木板 C 的冲量大小与物块 A 、 B 在木板 C 上相对静止的位置有关

二、选择题 II (本题共 3 小题, 每小题 4 分, 共 12 分, 每小题列出的四个备选项中至少有一个是符合题目要求的。全部选对的得 4 分, 选对但不选全的得 2 分, 有选错的得 0 分)

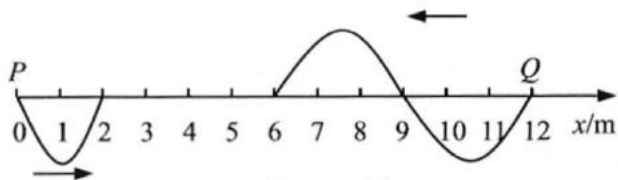
11. 如图所示是研究光电效应的实验装置。大量处于 $n=3$ 激发态的氢原子跃迁时, 发出频率不同的光子, 其中频率最高的光子能量为 12.09eV , 用此光束照射到光电管电极 K 上。移动滑片 P , 当电压表的示数为 7V 时, 微安表的示数恰好为零。图示位置中滑片 P 和 O 点刚好位于滑动变阻器的上、下中点位置。则



第 11 题图

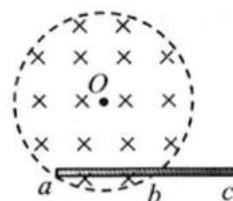
- A. 要使微安表的示数恰好为零, 滑片 P 应由图示位置向 a 端移动
- B. 不同频率的光子照射电极 K , 只要能发生光电效应, 遏止电压是相同的
- C. 若 10.2eV 为另一光子能量, 则能发生光电效应的光子共有 2 种
- D. 从图示位置滑动滑片 P , 微安表的读数可能不变

12. 波源 P 、 Q 分别位于 $x=0$ 和 $x=12\text{m}$ 处, 如图所示, $t=0$ 时刻分别恰好传到 2m 和 6m 处, 图中箭头分别为两列波的传播方向, 波速为 2m/s , 振幅均为 5cm , 则



第 12 题图

- A. $t=1\text{s}$ 后, $x=4\text{m}$ 处的质点做振幅为 10cm 的简谐运动
- B. 波源间质点位移大小第 1 次达到 10cm 是由于两列波的波峰相遇
- C. 波源间质点位移大小第 1 次和第 2 次达到 10cm 的两质点相距 2.5m
- D. $t=3\text{s}$ 时, 两波源间 (不含波源) 有 4 个质点位移为零



第 13 题图

13. 如图所示半径为 R 的虚线圆内, 存在垂直纸面向里感应强度大小为 $B=kt$ ($k>0$) 的有界匀强磁场。变化的磁场在空间产生感生电场, 电场线为一系列以 O 为圆心的同心圆, 在同一电场线上, 电场强度大小相同。长度为 $2R$ 的导体棒 ac 与虚线圆交于 a 、 b 两点, 其中 b 为 ac 的中点。则

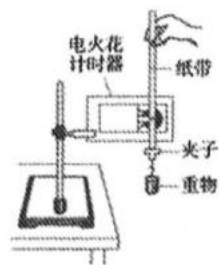
- A. b 点的电势比 a 点高
- B. b 、 c 两点的电势相等
- C. a 、 b 两点间的电动势大小为 $\frac{\sqrt{3}}{4}kR^2$
- D. a 、 c 两点间的电动势大小为 $(\frac{\sqrt{3}}{4} + \frac{\pi}{6})kR^2$

非选择题部分

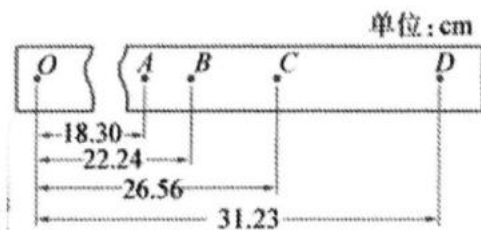
三、非选择题 (本题共 5 小题, 共 58 分)

14. 实验题 (I、II、III 三题共 14 分)

14-I (4 分) 用如图 1 所示装置完成“验证机械能守恒定律”实验, 查阅当地重力加速度 $g=9.8\text{m/s}^2$,

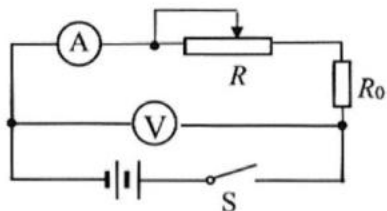


第 14-I 题图 1

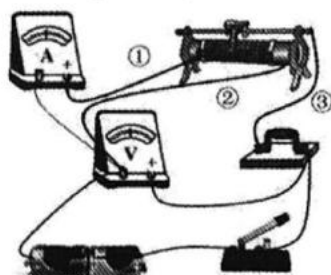


第 14-I 题图 2

- (1) 在纸带上确定计数点时, 选取起始点为第 1 个计数点, 得到的纸带如图 2 所示, 打下 B 点时重物的速度为 ▲ m/s(结果保留 3 位有效数字);
- (2) 测得重物的质量 $m=0.2\text{kg}$, 重物由 O 点运动到 C 点时重力势能的减小量为 ▲ J(结果保留 2 位有效数字), C 点可能是第 ▲ (选填“11”、“12”或“13”)计数点;
- (3) 将测得的数据描绘 $\frac{v^2}{2} \sim h$ 图像, 求得图线斜率为 k , 下落 h 时, 重力势能减小量与动能增加量之间的差值为 ▲ (结果用字母“ m ”、“ h ”、“ k ”、“ g ”表示)。



第 14-II 题图 1



第 14-II 题图 2

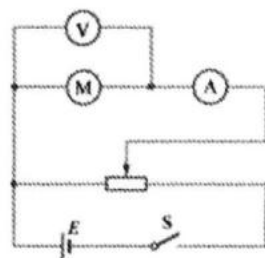
14-II(6 分)在“测定电源电动势和内阻”的实验中, 电流表内阻很小, 电压表内阻很大,

- (1) 按电路图 1 连接的实物图 2, 其中连接错误的导线是 ▲ (选填“①”、“②”或“③”);
- (2) 该小组并未发现连线错误, 于是继续进行实验。记录电压表和电流表示数, 发现电压表最小示数为 2V, 此时电流表示数最大为 2A; 电压表最大示数为 2.7V 时, 此时电流表示数为 0.3A, 定值电阻 $R_0 = \underline{\text{▲}} \Omega$, 滑动变阻器全电阻 $R = \underline{\text{▲}} \Omega$, 由此知电源总电动势 $E = \underline{\text{▲}} \text{V}$, 总内阻 $r = \underline{\text{▲}} \Omega$ (结果保留 2 位有效数字)。

14-III(4 分)为了研究图 1 所示的玩具电动机的能量转换, 设计了如图 2 所示的电路, 其中学生电源稳压 4V。先将滑动变阻器的滑片移到最左端, 闭合开关 S, 缓慢改变滑动变阻器的阻值, 增大电动机两端的电压, 在表中记录电压表、电流表的读数。



第 14-III 题图 1



第 14-III 题图 2

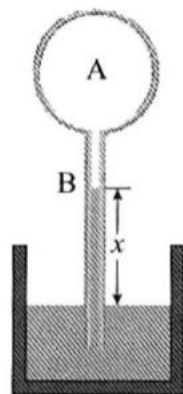
第 14-III 题表

组数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
U/V	0.07	0.14	0.21	0.28	0.35	0.42	0.52	0.68	0.89	1.10	1.32	1.50
I/A	0.04	0.08		0.16	0.20	0.24	0.14	0.16	0.18	0.20	0.22	0.24

- (1) 补充第 3 组电流表读数为 ▲ A
- (2) 电流相同时, 电动机两端的电压可能不同。比如第 4 组和第 8 组, 从能量转换的角度, 其理由是 ▲

(3) 电动机转动后, 随着电压的增大, 机械能的转换效率 ▲ (选填“逐渐变大”、“逐渐变小”或“保持不变”)。

15. (8分) 如图为一测温装置的结构简图。玻璃泡 A 内封有一定量气体, 与 A 相连的 B 管插在水银槽中, 管内水银面的高度 x 即可反映泡内气体的温度, 即环境温度, 此温度可由 B 管上的刻度直接读出。当温度 $T_1=300\text{K}$ 时, 管内水银面高度 $x_1=16\text{cm}$, 此高度即为 300K 的刻度线。已知管内水银面最大高度为 26cm , 大气压强 $p_0=76\text{cmHg}$ 。忽略 B 管的体积和水银槽内液面的变化, 当环境温度从 300K 缓慢下降的过程中:



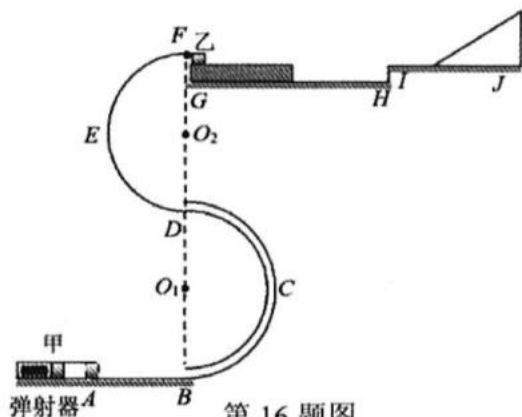
第 15 题图

(1) A 泡内气体分子动能 (选填“均增大”、“均减小”或“增大和减小均有”), 其内壁单位面积受到的气体分子的平均作用力 (选填“变大”“变小”或“不变”);

(2) 该装置能测出的最低温度 T_2 ;

(3) 已知分子平均动能跟热力学温度成正比, 其关系满足 $E_k=kT$ ($k=0.2\text{J/K}$), 环境温度下降至 (2) 问中的 T_2 时, 外界对气体做功为 2.9J , 求热量的变化 Q 。

16. (11分) 一游戏装置由弹射器, 水平轨道 AB , 圆心为 O_1 的竖直半圆细管道 BCD , 圆心为 O_2 的竖直半圆轨道 DEF , 水平轨道 GH 、 IJ 和足够长的固定斜面组成。滑板静止在 GH 上, 其上表面与 IJ 相平, 左端位于 GF 连线上, 其上静置滑块乙, BO_1DO_2GF 在同一条竖直线上。如图所示, 游戏时, 滑块甲从 A 点弹出, 经过轨道 AB 、



第 16 题图

BCD 、 DEF 后与滑块乙发生弹性碰撞, 随后滑块乙带动滑板一起运动, 滑板到达侧壁 HI 后即被锁定。已知滑块甲、乙和滑板的质量分别为 $m_1=0.01\text{kg}$, m_2 (大小未知), $M=0.02\text{kg}$, 轨道 GH 长 $L=1.4\text{m}$, 滑板右端距侧壁 HI 的距离 $d=0.2\text{m}$, BCD 、 DEF 的半径均为 $R=0.1\text{m}$, 滑块乙与滑板间的动摩擦因数 $\mu=0.5$, 其余各处均光滑, 各轨道间平滑连接, 弹簧的弹性势能 $E_p=0.12\text{J}$, 弹射时从静止释放且弹簧的弹性势能完全转化为滑块动能滑块, 滑块甲、乙均可视为质点。

(1) 求滑块甲运动到轨道 DEF 最高点 F 时受到的压力大小 F_N ;

(2) 若 $m_2=0.01\text{kg}$, 求整个过程中, 滑块乙与滑板间的摩擦内能 Q ;

(3) 若滑板长度 $l=\frac{16}{45}\text{m}$, 左端仍位于 GF 连线上。要求滑块甲、乙碰撞后, 甲在反弹后不脱离轨道(返回接触到弹射器后即被锁定), 乙在滑板到达侧壁前不脱离滑板, 求滑块乙的质量取值范围。

17. (12分)某探究小组利用电磁阻尼原理设计了一减震装置,其简化结构如图1所示。质量为 m 的“日”字型金属框架 $abcdef$ 由7根长度均为 l ,电阻均为 r 的金属杆焊接而成,水平有界匀强磁场的高度也为 l ,水平足够宽广,磁感应强度大小为 B 。开始时水平杆 af 与磁场的上边界平行。框架由某一高度下落,以初速度 v_0 进入磁场,磁场中框架运动的速度 v 与下落距离 x 之间的 $v\sim x$ 图像如图2所示,则

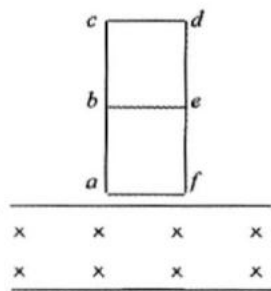


图1

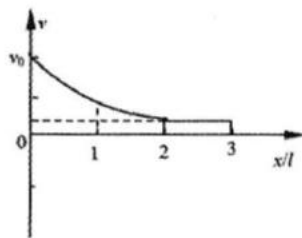
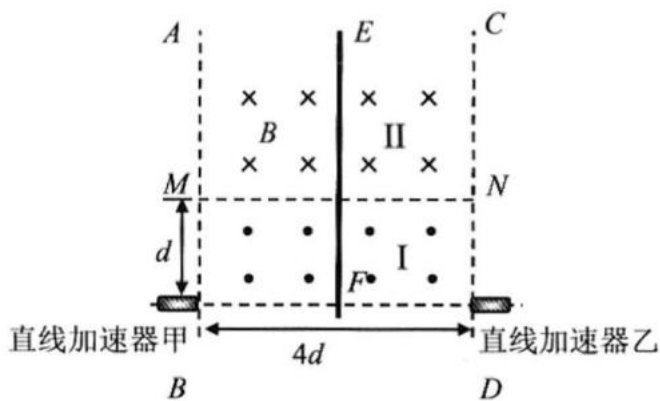


图2

第17题图

- (1) 框架刚进入磁场时受到的安培力的大小 F_A ;
- (2) 穿过磁场过程中,框架上产生的焦耳热 Q ;
- (3) 框架在磁场中运动时间 t 。

18. (13分)正负电子对撞机是研究粒子基本性质和相互作用的实验装置。正负电子经加速器加速到极高速度后,射入对撞测量区域,通过调整测量区的磁感应强度大小,使正负电子发生正碰。一实验探究小组设计的对撞机结构原理图如图所示,测量区 $ABCD$ 中存在两个有界匀强磁场,水平虚线 MN 下方I区域磁场的磁感应强度大小为 B_1 (大小未知),方向垂直纸面向外, MN 上方II区域磁场的磁感应强度大小为 B_2 (大小未知),方向垂直纸面向里,直线 EF 为测量区的中线。在同一水平面上的直线加速器甲、乙同时以相同速率分别垂直 AB 、 CD 边界射入电子和正电子,并最终在 EF 上的某处实现正碰。已知正、负电子的比荷为 k ,边界 AB 、 CD 间的距离为 $4d$,两加速器与 MN 的距离均为 d ,忽略电荷间的相互作用及正、负电子的重力。



第18题图

- (1) 电子以速度大小 v_0 射入I区域,
 - ①若电子能垂直 MN 进入II区域,求 B_1 ;
 - ②若 $B_1 = \frac{1.8v_0}{kd}$,为使电子不从 AB 射出,求II区域磁场的最小值 B_2 ;
- (2) 若 $B_1 = B_2 = B$,为使正负电子在 EF 上某处发生正碰,求射入磁场的速度大小 v 与 B 之间满足的关系。

高三物理参考答案及解析

1. 【答案】 $P = \frac{W}{t}$

【解析】知为电功率的单位，A 正确。

2. 【答案】 D

【解析】在研究机器狗通过较长距离的运动时间时，可以忽略机器狗的大小和形状，将它视为质点，D 正确。

3. 【答案】 D

【解析】X 为质子，该核反应是核聚变，A 错误； ${}^3_2\text{He}$ 的比结合能比 ${}^4_2\text{He}$ 小，B 错误；有 6 个核子，核子平均释放的能量约为 2.14 MeV，C 错误；由 $\Delta E = \Delta mc^2$ ，得质量亏损约为 $2.3 \times 10^{-29} \text{kg}$ ，D 正确。

4. 【答案】 C

【解析】 $P = UI = 1.48 \text{W}$ 为电池的总功率而非输出功率，A 错误；正常通话 10h，B 错误；图示状态锂离子从电池负极到正极，即为电池内部的电流方向，故处于放电状态，C 正确；负极积累的锂离子越多，电池中充入的电荷量也就越多，存储的电能越多，D 错误。

5. 【答案】 C

【解析】温度升高时，副线圈电流变大，原线圈电流也变大，A、B 错误；P 向下滑动时，接入电路的电阻减小，电流增大，与报警电流更接近，提高了灵敏度，C 正确；副线圈电压由原线圈电压及匝数比决定，D 错误。

6. 【答案】 C

【解析】因为甲的半径与乙的半长轴相等，由开普勒第三定律知，周期相同，A 错误；圆周长大于椭圆周长，甲的平均速率更大，B 错误；乙在椭圆上，距离星球最近点的速率比甲的速率大，而最远点比甲的速率小，某时刻两者速率相等，C 正确；由图知，某时刻星球距甲和乙的距离将相同，此时加速度大小相等，D 错误。

7. 【答案】 C

【解析】重力与空气阻力的夹角，在上升阶段为锐角，下降阶段为钝角，角度一直在增大，知加速度一直在减小，B 错误；速度先减小后增大，A 错误；因 $\Delta P = m \Delta v = mat$ ，知 ΔP 一直减小，C 正确；空气阻力做功引起机械能的变化，相邻位置轨迹长度先减小后增大，变化量也先减小后增大，D 错误。

8. 【答案】 D

【解析】光线可能在圆弧区域发生全反射，A 错误；半球面所有区域均有光线射出，B 错误；

$$C = \arcsin \frac{\sqrt{3}}{3} \text{ 最难射出的是平行于竖直边 } OB \text{ 的边界, 知 } \frac{x}{R} = \frac{\sqrt{3}}{3}, x = \frac{\sqrt{3}}{3}R, s = \pi \left(\frac{\sqrt{3}}{3}R\right)^2 = \frac{1}{3}\pi R^2,$$

C 错误； $\frac{\frac{\sqrt{3}}{3}R}{\frac{\sqrt{3}}{2}R - \frac{\sqrt{3}}{3}R} = 2:1$, D 正确。

9. 【答案】 D

【解析】垂直航向受力平衡，沿航向 $F \sin \theta - kv = ma$ ，知先做加速度减小的加速运动，后匀速运动，A 错误； $F \sin \theta = kv_m$ 得 $v_m = \frac{F \sin \theta}{k}$ ，B 错误；风力大小加倍，垂直航线方向不再平衡而产生加速度，速度不再沿船头指向，C 错误； $F \cos \theta = f_1$ ，知 F 增大时， θ 也增大，D 正确。



10. 【答案】B

【解析】设木板长为 L ，恰好发生碰撞时，由 $mv_0=4mv_{共}$ ； $\mu mg \frac{L}{2} = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}4m(\frac{1}{4}v_0^2)^2$ 得 $L = \frac{3v_0^2}{4\mu g}$ 为木板长的最小值，A 错误；A、B 的碰撞为弹性碰撞，不损耗能量，只是交换速度，故 B 到 C 右端恰好静止， $L = \frac{3v_0^2}{8\mu g}$ ，B 正确； $v-t$ 图像，前后两个阶段的相对位移即面积差要相同，知第二个阶段时间长，摩擦力的冲量大，C 错误；只要相对静止，那么共速相等，由动量定理，知摩擦力对木板 C 的冲量大小是一定值，与相对静止的位置无关。D 错误。

11. 【答案】AC

【解析】滑片 P 向 a 端移动时，光电管中反向电压，微安表示数可能为零，A 正确；遏止电压与入射光子的频率有关，B 错误；可判断逸出功为 5.09eV，小于 10.2eV，大于 1.89eV，有 2 种光子，C 正确；图示电压趋近于零，未能达到饱和电流，读数会变化，D 错误。

12. 【答案】BC

【解析】因两波频率不同，不能形成稳定干涉，振幅周期性变化，A 错误；由题意知， $T_1=2s$ ， $T_2=3s$ ， $t=0.5s$ 时，波源 P 达到第 1 次波峰，此时距波源 Q 第 1 个波峰 6.5m，再经 1.625s 两波峰第一次相遇，即在 $t=2.125s$ 时波峰相遇，质点坐标 $x=3.25m$ ；同理，可以求得两波谷第一次相遇为 $t=2.375s$ ，质点坐标 $x=5.75m$ ，两个波峰相遇使质点位移大小第 1 次达到 10cm，第 1 次和第 2 次位移达到 10cm 的两质点相距 2.5m，B、C 正确；由图形知， $t=3s$ 时，有 5 个质点位移为零，D 错误。

13. 【答案】AC

【解析】磁感应强度变化时，电场线为逆时针方向的同心圆，使电子向 a 点聚集，b 点的电势比 a 点高，A 正确；同理可知 c 点的电势比 b 点高，B 错误；连接 Oa 和 Ob，Oab 构成等边三角形，电场线垂直于 Oa 和 Ob，电子不发生定向移动，由 $E=kS = \frac{\sqrt{3}}{4}kR^2$ ，知 C 正确；连接 Oc，三角形 Oac 中，Ob 和 Oc 所围磁场区域为圆心角 30° 的扇形，故 $E = (\frac{\sqrt{3}}{4} + \frac{\pi}{12})kR^2$ ，D 错误。

三、非选择题（本题共 5 小题，共 58 分）

14. (I、II、III 三题共 14 分)

【答案】14-I: (1) 2.07m/s (1 分) (2) 0.52J (1 分); 13 (1 分) (3) $m(g-k)h$ (1 分)。

14-II: (1) ② (1 分) (2) 1.0Ω (1 分), 14Ω (1 分), $3.0V$ (1 分), 0.50Ω (2 分)。

14-III: (1) $0.11A \sim 0.13A$ (1 分); (2) 第 8 组，电能除了转化为焦耳热外，大部分转化为叶片转动的机械能 (2 分); (3) “逐渐变大” (1 分)。

15. (8 分) 【答案】

- (1) 增大和减小均有;1 分
 因为气体体积不变，温度降低压强减小，单位面积受到的气体分子的平均作用力也变小。1 分
- (2) 由等容变化， $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$ 2 分
 得 $T_2 = \frac{P_2}{P_1}T_1 = 250K$ 1 分
- (3) 内能减小; $\Delta U = k\Delta T = 10J$,1 分
 由 $\Delta U = W + Q$, $Q = -12.9J$ 放出热量 12.9J2 分

16. (11分)【答案】

(1) 滑块甲，从A到F过程中，由能量守恒，知

$$E_p = m_1 g 4R + \frac{1}{2} m_1 v^2 \quad \dots\dots 1 \text{分}$$

得 $v = 4\text{m/s}$

$$\text{由 } F_N + m_1 g = m_1 \frac{v^2}{R} \quad \dots\dots 1 \text{分}$$

得 $F_N = 1.5\text{N}$ \dots\dots 1 \text{分}

(2) 经判断，滑块乙和滑板在达到共速前，滑板已到达侧壁并被锁定。

$$\text{对滑板 } \mu m_2 g d = \frac{1}{2} M V^2 \quad \text{得 } V = 1\text{m/s} \quad \dots\dots 1 \text{分}$$

滑块甲、乙发生弹性碰撞，交换速度。

$$\text{对滑板和滑块乙 } m_2 v = m_2 v' + M V \quad v' = 2\text{m/s} \quad \dots\dots 1 \text{分}$$

此过程，滑块乙相对滑板的相对位移为 x ，

$$\text{对滑板和滑块乙 } \mu m_2 g x = \frac{1}{2} m_2 v^2 - \frac{1}{2} m_2 v'^2 - \frac{1}{2} M V^2 \quad \text{得 } x = 1\text{m},$$

滑板和滑块乙组成的系统克服摩擦力做功 $W_1 = 0.05\text{J}$ \dots\dots 1 \text{分}

此后滑块乙继续在滑块上滑动，经轨道IJ和斜面后，速度等大反向滑回滑板至速度为零，

$$\text{此过程中，滑块乙克服摩擦力做功 } W_2 = \frac{1}{2} m_2 v'^2 = 0.02\text{J}$$

整个过程中， $Q = W_1 + W_2 = 0.07\text{J}$ \dots\dots 1 \text{分}

(3) ①当滑板甲返回时恰好不脱离轨道， $m_1 g = m_1 \frac{v_1^2}{R}$ $v_1 = 1\text{m/s}$ 方向水平向左 \dots\dots 1 \text{分}

滑板甲、乙碰撞时， $m_1 v = m_1 v_1 + m_2 v_2$

$$\frac{1}{2} m_1 v^2 = \frac{1}{2} m_2 v_2^2 + \frac{1}{2} m_1 v_1^2 \quad \text{得 } m_2 = \frac{v - v_1}{v + v_1} m_1 = \frac{5}{3} \times 0.01\text{kg} = \frac{1}{60}\text{kg} \quad \dots\dots 1 \text{分}$$

为滑块甲不脱离轨道时，滑块乙的最小质量。

②当滑块乙恰好不脱离滑板，

$$\mu m_2 g l = \frac{1}{2} m_2 v^2 - \frac{1}{2} (m_2 + M) v_{\text{共}}^2 \quad \dots\dots 1 \text{分}$$

$$m_2 v_2 = (m_2 + M) v_{\text{共}}$$

$$v_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v$$

得 $m_2 = 0.02\text{kg}$ ，此时滑板右端未到达侧壁。为乙在滑板到达侧壁前不脱离滑板的最小质量。

比较后，知最小质量为 $m_2 = 0.02\text{kg}$ 。 \dots\dots 1 \text{分}



17. (12分) 【答案】

(1) $E=Blv_0$ 1分

$$R=\frac{15}{4}r$$
1分

$$I=\frac{E}{R}$$

$$I=\frac{4Blv_0}{15r}$$
1分

$$F_A=BIl=\frac{4B^2l^2v_0}{15r}$$
1分

(2) 由 $v\sim x$ 图像知, 在 $2l\sim 3l$ 时, 框架匀速运动, $mg=F_A$ 1分

$$F_A=\frac{4B^2l^2v_1}{15r}$$

$$\text{得 } v_1=\frac{15mgr}{4B^2l^2}$$
1分

框架在运动过程中, 总的焦耳热为 Q ,

$$3mgl-Q=\frac{1}{2}mv_1^2-\frac{1}{2}mv_0^2$$
1分

$$\text{得 } Q=3mgl+\frac{1}{2}mv_0^2-\frac{225m^3g^2r^2}{32B^4l^4}$$
1分

(3) $mgt_1-\frac{4B^2l^2}{15r}=mv_2-mv_0$ 1分

$$mgt_2-\frac{2B^2l^2}{5r}=mv_1-mv_2$$
1分

$$mgt_3-\frac{4B^2l^2}{15r}=mv_1-mv_1$$
1分

$$\text{得 } t=\frac{15mr}{4B^2l^2}-\frac{v_0}{g}+\frac{14B^2l^2}{15mgr}$$
1分

18. (13分) 【答案】

(1) ①加速器甲射出电子, 在I区域中的半径 $r=d$ 1分

$$\text{由 } ev_0B_1=m\frac{v_0^2}{d}$$
1分

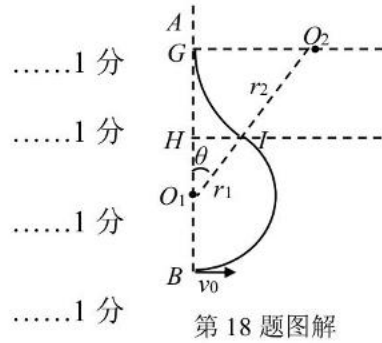
$$\text{得 } B_1=\frac{mv_0}{ed}=\frac{v_0}{kd}$$
1分

②如图所示，轨迹与 AB 恰好相切于 G 点时，对应磁感应强度最小。

在 $\triangle HIO_1$ 中， $r_1 = \frac{d}{1.8}$ $\cos\theta = \frac{d-r_1}{r_1} = 0.8$ $\theta = 37^\circ$

在 $\triangle GO_1O_2$ 中， $\sin\theta = \frac{r_2}{r_1+r_2}$ 得 $r_2 = \frac{d}{1.2}$

II 区域磁场的最小值 $B_2 = \frac{1.2v_0}{kd}$



(2) 若正负电子在 MN 上方正碰，正负电子奇数次穿过 MN ，以第 1 次经过 MN 的点到边界的

弦长作为一段，分别把 $2d$ 均分为 2、6、10...段，每段 $d_x = \frac{d}{2n-1}$ ($n=1, 2, 3, \dots$)

由 $r^2 = (d-r)^2 + d_x^2$ 得

$$v = \frac{kdB}{2} \left(1 + \frac{1}{(2n-1)^2}\right) \quad (n=1, 2, 3, \dots) \quad \dots\dots 1 \text{ 分}$$

正负电子偶数次穿过 MN ，以第 1 次经过 MN 的点到边界的弦长作为一段，分别把 $2d$ 均

分为 4、8、12...段，每段 $d_x = \frac{d}{2n}$ ($n=1, 2, 3, \dots$)

同理，得 $v = \frac{kdB}{2} \left(1 + \frac{1}{(2n)^2}\right) \quad (n=1, 2, 3, \dots) \quad \dots\dots 1 \text{ 分}$

因此，速度大小 v 与 B 之间满足的关系为： $v = \frac{kdB}{2} \left(1 + \frac{1}{n^2}\right) \quad (n=1, 2, 3, \dots) \quad \dots\dots 1 \text{ 分}$

分析粒子在 II 区域磁场 AB 相切时， $r = 2(2-\sqrt{3})d$ 得 $v_0 = 2(2-\sqrt{3})kBd \quad \dots\dots 1 \text{ 分}$

要求 $v \geq v_0$ 即 $\frac{kdB}{2} \left(1 + \frac{1}{n^2}\right) \geq 2(2-\sqrt{3})kBd$ 得 $n=1, 2, 3 \quad \dots\dots 1 \text{ 分}$

综上， $v = \frac{kdB}{2} \left(1 + \frac{1}{n^2}\right) \quad (n=1, 2, 3) \quad \dots\dots 1 \text{ 分}$

