2025 北京昌平高三二模

物　　理

本试卷共 8 页，100 分。考试时长 90 分钟。考生务必将答案答在答题卡上，在试卷上作答无效。考试结束后，将答题卡交回。

第一部分

本部分共 14 题，每题 3 分，共 42 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1. 2025 年 3 月，中国首款碳-14 核电池研制成功，续航可达千年。碳-14 发生 β 衰变的核反应方程为：${}^{14}_{6}\mathrm{C}\rightarrow \mathrm{X}+{}^{0}_{-1}\mathrm{e}$，衰变产物 X 为（　　）

A. ${}^{13}_{5}\mathrm{B}$　　B. ${}^{14}_{7}\mathrm{N}$　　C. ${}^{14}_{5}\mathrm{B}$　　D. ${}^{13}_{6}\mathrm{C}$

2. 中国科学院物理研究团队近期成功研制出厚度仅为头发丝直径的二十万分之一的单原子层金属，这是国际上首次实现大面积二维金属材料的制备，开创了二维金属研究新领域。二维金属材料的厚度最接近（　　）

A. $10^{-10}\mathrm{m}$　　B. $10^{-15}\mathrm{m}$　　C. $10^{-7}\mathrm{m}$　　D. $10^{-5}\mathrm{m}$

3. 我国智能驾驶汽车进入快速发展期。某车载雷达系统可以发出激光和超声波（频率高于 20kHz 的声波）信号，下列说法正确的是（　　）

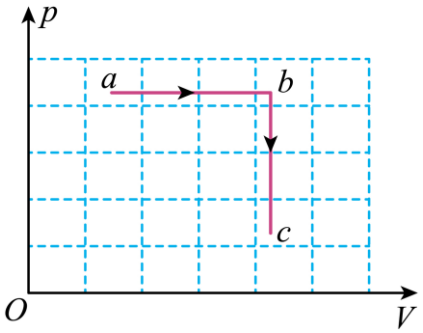
A. 激光与超声波都是横波

B. 激光与超声波都是纵波

C. 激光与超声波都能发生衍射

D. 激光与超声波都可在真空中传播

4. 如图所示，一定质量的理想气体从状态 a 开始，沿图示路径先后到达状态 b 和 c。下列说法正确的是（　　）



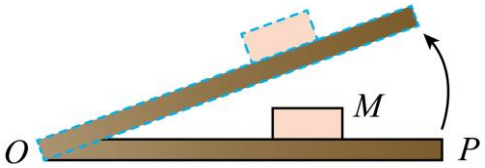
A. 从 a 到 b，气体分子的平均动能不变

B. 从 a 到 b，气体对外界做功，内能减小

C. 从 b 到 c，气体从外界吸热，内能增大

D. 从 b 到 c，气体向外界放热，内能减小

5. 如图所示，重物 M 放在长木板 OP 上，将长木板绕 O 端缓慢转过一个小角度的过程中，重物 M 相对长木板始终保持静止。关于长木板对重物 M 的支持力和摩擦力，下列说法正确的是（　　）



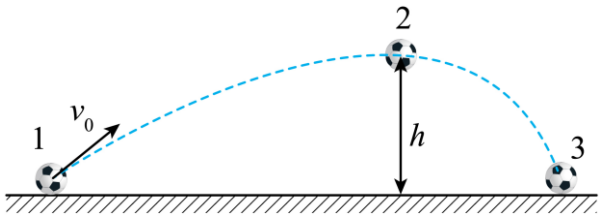
A. 支持力和摩擦力均逐渐增大

B. 支持力和摩擦力的合力逐渐增大

C. 支持力和摩擦力均对重物做正功

D. 支持力对重物做正功，摩擦力不做功

6. 如图所示，运动员将质量为 m 的足球从水平地面上位置 1 以速度 v_0 踢出，足球经过最高点（位置 2），落在地面上位置 3，位置 2 距离地面的高度为 h，1 与 2 和 2 与 3 间的水平距离不等。重力加速度大小为 g。下列说法正确的是（　　）



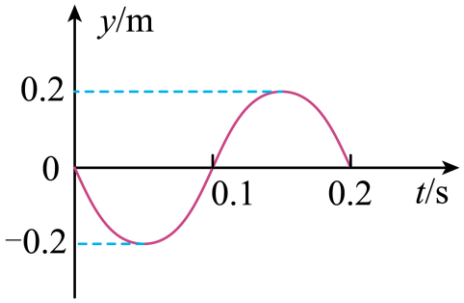
A. 从 1 到 2，足球动能的减少量大于 mgh

B. 从 1 到 2，足球动能的减少量小于 mgh

C. 从 1 到 2，足球的加速度保持不变

D. 在位置 2，足球的动能等于 $\frac{1}{2}mv_0^2-mgh$

7. 位于坐标原点的波源在 $t=0$ 时刻开始振动，形成的简谐横波沿 x 轴正方向传播，平衡位置在 $x=3.0\text{m}$ 处的质点 P 开始振动时，波源恰好第 1 次处于波峰位置。已知波源振动的位移 y 随时间 t 变化的图像如图所示。下列说法正确的是（　　）



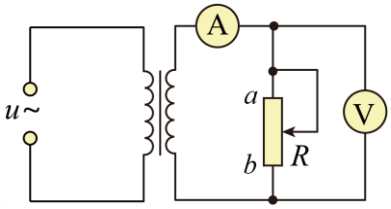
A. 波的周期是 0.1s

B. 波的振幅是 0.4m

C. 波的传播速度是 20m/s

D. 质点 P 开始振动时方向沿 y 轴正向

8. 如图所示，一理想变压器原线圈接在 $u=311\sin100\pi t\left(\text{V}\right)$）的交流电源上，副线圈与滑动变阻器 R 相连，交流电压表和交流电流表均可视为理想电表。下列说法正确的是（　　）



A. 该交流电的频率为$100\pi\text{Hz}$

B. 变阻器的滑片向 b 端滑动，电压表的示数减小

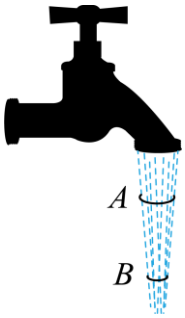
C. 变阻器的滑片向 a 端滑动，电流表的示数增大

D. 变阻器的滑片向 a 端滑动，变压器的输入功率减小

9. 2025 年 3 月 26 日，我国在西昌卫星发射中心成功将“天链二号 04 星”发射升空，该星是地球同步轨道数据中继卫星。已知“天链二号 04 星”的轨道半径约为地球半径的 6 倍，某卫星在近地圆轨道运行时周期为T_0。则“天链二号 04 星”的周期约为（　　）

A. $6T_0$　　B. $\sqrt{6}T_0$　　C. $6\sqrt{6}T_0$　　D. $36T_0$

10. 小明做家务时，发现家里自来水的出水情况有这样的特点：当水流不太大时，从水龙头中连续流出的水会形成水柱，从上往下越来越细，如图所示。水柱的横截面可视为圆，在水柱上取两个横截面 A、B，粗测 A、B 的直径之比$d_1:d_2=2:1$。则经过 A、B 处的水流速度大小之比$v_1:v_2$为（　　）



A. $4:1$　　B. $1:4$　　C. $2:1$　　D. $1:2$

11. 如图 1 所示，小明用甲、乙、丙三束单色光分别照射同一光电管的阴极 K，调节滑动变阻器的滑片 P，得到了三条光电流 I 随电压 U 变化关系的曲线如图 2 所示。下列说法正确的是（　　）

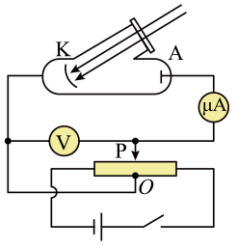


图1

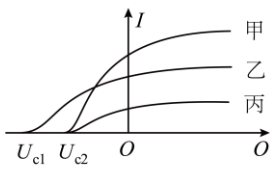


图2

A. 甲光的光子能量最大

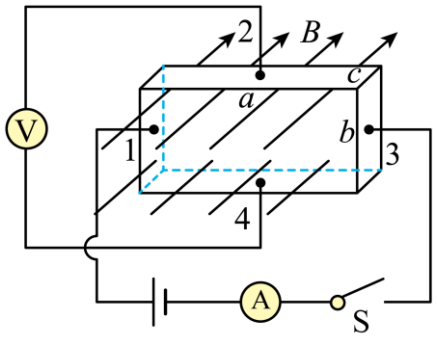
B. 用乙光照射时饱和光电流最大

C. 用乙光照射时光电子的最大初动能最大

D. 分别射入同一单缝衍射装置时，乙光的中央亮条纹最宽

12. 如图所示，将长度为 a、宽度为 b、厚度为 c 的金属导体板放在垂直于 ab 表面的匀强磁场中，当导体中

通有从侧面 1 流向 3 的电流 I 时，在导体的上下表面 2 和 4 之间会产生电势差 U，这种现象称为霍尔效应。利用霍尔效应的原理可以制造磁强计，测量磁场的磁感应强度。已知该金属导体单位体积中的自由电子数为 n，电子电荷量为 e。则该磁场的磁感应强度 B 的大小为（　　）



A. $\frac{necU}{I}$　　B. $\frac{neI}{cU}$　　C. $\frac{neaU}{I}$　　D. $\frac{I}{necU}$

13. 图 1 为某声敏电阻的阻值 R 随声音强度 L（单位：dB）变化关系的图像，某同学利用该声敏电阻制作了声音强度检测装置，其简化电路如图 2 所示。电源电动势 $E=8\text{V}$，内阻 $r=2\Omega$，电阻 R_1、R_2 中的一个是定值电阻，另一个是声敏电阻。已知定值电阻的阻值为 10Ω，电压表的量程为 0~3V，声音强度越大，电压表的示数也越大。下列说法正确的是（　　）

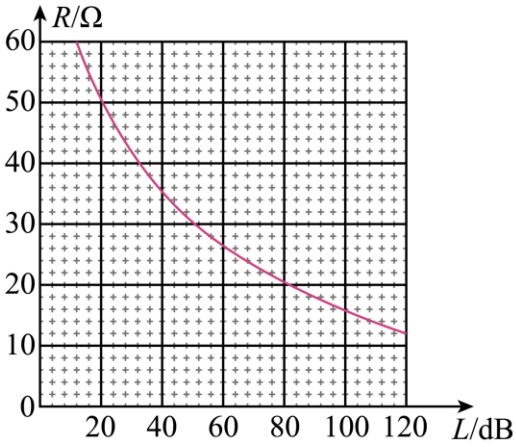


图1

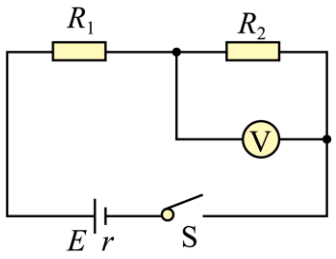


图2

A. 电压表的示数为 2.5V 时，声音强度为 20dB

B. 该电路能测量的最大声音强度为 120dB

C. 该电路中声敏电阻的最大功率可达 8W

D. 若换用阻值更小的定值电阻，则电路能测量的最大声音强度将变大

14. 2025 年 3 月，我国新一代人造太阳“中国环流三号”实现原子核温度 1.17 亿度、电子温度 1.6 亿度的“双亿度”突破，将人类向“能源自由”的终极目标推进了一大步。人造太阳利用氘核与氚核聚变反应释放能量，聚变资源储量丰富，主要产物清洁安全，被称为“人类未来的理想能源”。我国自主研发的高功率微波回旋管，单次注入功率达 2.5 兆瓦，精准“轰击”等离子体升温，实现电子温度 1.6 亿度。高功率中性束注入加热系统（提升原子核温度的核心设备），单条束线最大功率达 7 兆瓦，可将氢原子加速到每秒数千公里，为反应堆“点火”提供初始能量。关于该装置及核聚变相关原理，下列说法不正确的是（　　）



A. 核聚变反应中，氘核与氚核结合生成氦核并释放中子，反应方程为：${}_{1}^{2}\mathrm{H}+{}_{1}^{3}\mathrm{H}\rightarrow{}_{2}^{4}\mathrm{He}+{}_{0}^{1}\mathrm{n}$

B. 中国环流三号产生的能量主要来源于氢原子被加速后获得的动能

C. 等离子体温度升高，其粒子热运动的平均动能变大

D. 若某次聚变反应质量亏损Δm，则释放的能量为Δmc^2（c为真空中的光速）

第二部分

本部分共6题，共58分。

15. 用油膜法估测油酸分子直径是一种通过测量宏观量来测量微观量的方法，已知1滴油酸酒精溶液中纯油酸的体积为V，在水面上形成的单分子油膜面积为S，则油酸分子的直径$d=$_____。

16. 在“用单摆测量重力加速度”实验中，下列叙述正确的有（　　）

A. 摆线要选择长度在1m左右、伸缩性小的细线

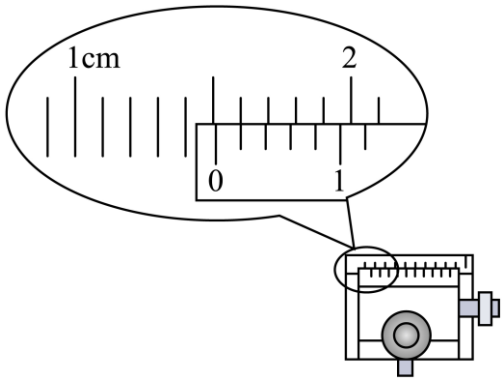
B. 摆球尽量选择质量大、体积小的金属球

C. 为方便测量摆的周期，开始时拉开摆球，使摆角较大

D. 从摆球到达最高点开始计时，测量周期的误差较小

17. 在“用双缝干涉测量光的波长”实验中

（1）相邻两条亮条纹间的距离需用测量头测出。某同学调整手轮，使分划板的中心刻线与亮条纹的中心对齐，某次实验手轮上的示数如图所示。已知测量头主尺的最小刻度是毫米，副尺上有50个等分刻度，此时读数为_____mm。



（2）已知双缝间距为d，双缝到光屏的距离为L。实验测得n条亮条纹的间距为a，则该光的波长$\lambda=$_____。

18. 某学习小组做“测量金属丝的电阻率”实验，实验器材如下：

学生电源（输出电压0~16V）；

滑动变阻器（最大阻值10Ω，额定电流2A）；

电压表V（量程3V，内阻未知）；

电流表 A（量程 3A，内阻未知）；

待测金属丝 R；

刻度尺，螺旋测微器，开关 S，导线若干。

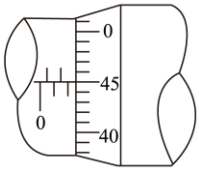


图1

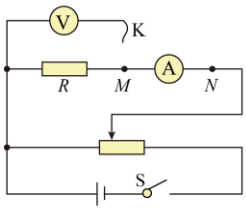


图2

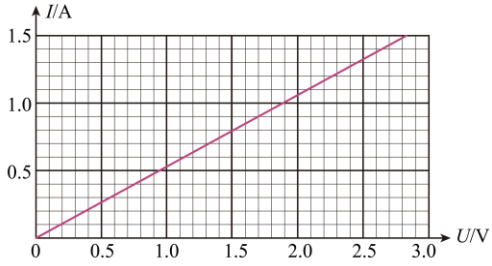


图3

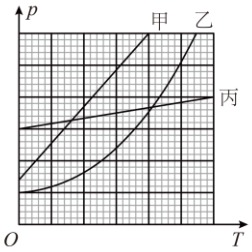


图4

（1）使用螺旋测微器测量金属丝直径，某次测量结果如图 1 所示，其读数为_____mm。

（2）如图 2 所示，把待测金属丝接入电路，闭合开关 S 后，将滑动变阻器滑片调节到合适位置，将电压表右侧接线端 K 分别接到 M、N 端，观察到电压表示数变化比电流表示数变化更明显。则测量金属丝电阻时应将 K 接到_____（选填“M”或“N”）端。

（3）正确连接电路，得到金属丝 $I-U$ 图像如图 3 所示。由图像可知金属丝的电阻 $R=$_____Ω（保留 2 位有效数字）。

（4）用刻度尺测得金属丝的长度为 L，金属丝的直径和电阻分别用 d 和 R 表示，则该金属丝的电阻率 $\rho=$_____。

（5）该学习小组想利用导体电阻随温度改变的特性制做电阻温度计。选取甲、乙、丙三种不同材料的金属丝，研究他们的电阻率随温度变化的关系，测量不同温度下金属丝的电阻率，做出 $\rho-T$ 图像如图 4 所示。如果要求所制温度计刻度均匀、灵敏度高，最适合的材料是_____（选填“甲”“乙”或“丙”），理由是_____。

19. 荡秋千是孩子们喜欢的一项运动。如图所示，秋千由两根长度均为 L 的细绳悬挂于固定横梁上，质量为 m 的小孩坐在秋千座椅上，初始时，大人用一水平外力使秋千静止，此时两绳与竖直方向夹角均为 θ。不计秋千的质量，小孩可视为质点。重力加速度为 g。



（1）当秋千静止时，求水平外力的大小 F。

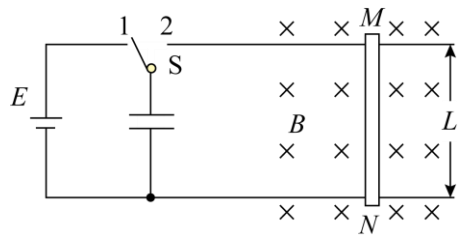
（2）将秋千从静止释放，秋千自由摆动，若不计空气阻力，求秋千摆到最低点时每根绳子的拉力大小 T。

（3）若考虑空气阻力，求秋千从静止释放到停下的过程中空气阻力所做的功 W_{f}。

20. 电磁弹射是航空母舰上舰载机的一种起飞方式，是航空母舰的核心技术之一。某学习小组设计了一个简易的电容式电磁弹射装置，如图甲所示，在竖直向下的匀强磁场中，两根相距为 L 平行金属导轨水平放置，左端接电容为 C 的电容器，一导体棒 MN 放置在导轨右侧，与导轨垂直且接触良好。单刀双掷开关 S 先接

1，经过足够长的时间后，再把开关 S 接到 2，导体棒向右离开导轨后水平射出。已知匀强磁场的磁感应强度大小为 B，导体棒的质量为 m，接入电路部分的电阻为 R，电源的电动势为 E。不计导轨电阻及导体棒与导轨间的摩擦。

（1）



图甲



图乙

将开关 S 接 1 给电容器充电，在图乙所示的坐标系中画出电容器两极板电压 u 与电荷量 q 变化关系的图像；并求出经过足够长的时间后电容器极板的电荷量 Q 和电容器储存的电能 E_{p}；

（2）求开关 S 接 2 的瞬间导体棒的加速度大小 a；

（3）若某次试验导体棒弹射出去后电容器两端的电压减为初始值的 $\frac{1}{4}$，求导体棒离开导轨时的速度大小 v。

21. 比荷 $\left(\frac{q}{m}\right)$ 是基本粒子的关键参数之一。通过测定不同粒子的比荷，科学家可以区分粒子种类并研究其性质。

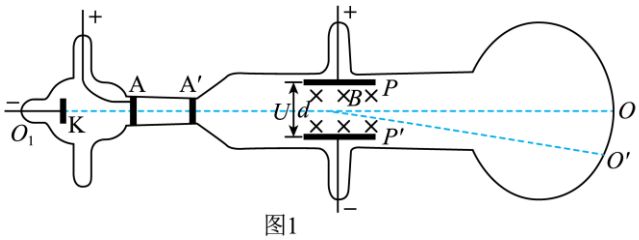


图1

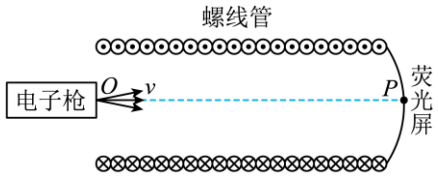


图2

（1）1897 年汤姆孙通过研究阴极射线发现了电子，并设计了测定电子比荷的实验装置，如图 1 所示。真空管内阴极 K 发出的电子经加速电压加速后，沿中心轴线 O_1O 进入长度为 L、间距为 d 的水平平行极板 P 和 P' 间的区域。在极板间加合适的电压 U 和磁感应强度大小为 B、方向垂直纸面向里的匀强磁场时，电子刚好打在荧光屏中心 O 点；当极板间不加电压、只保留磁场时，电子束打在荧光屏上 O' 点。结合仪器中的一些几何参量可确定电子刚离开磁场时沿竖直方向的偏移距离为 h。不计电子重力及电子间相互作用。

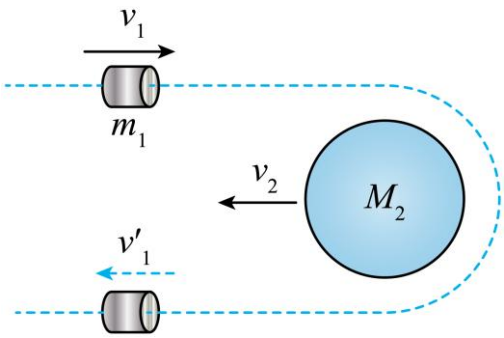
①求电子在极板间运动时的速度大小 v；

②推导电子比荷的表达式。

（2）如图 2 所示为磁聚焦法测量电子比荷的实验装置示意图。螺线管内部存在磁感应强度大小为 B、方向与螺线管轴线平行的匀强磁场。电子枪从 O 点射出速度大小均为 v，方向不同的电子，且电子速度 v 与磁场方向的夹角 θ 非常小。由于电子具有近似相等的水平方向速度和大小不同的竖直方向速度，所以电子从 O 点分离一段时间后汇聚于螺线管轴线上一点。调节 B 的大小可使电子经过多次汇聚后刚好打在荧光屏上

的 P 点。已知 P 点为电子第 n 次汇聚点，OP 间的距离为 H。不计电子重力及电子间相互作用，装置内部为真空。当 θ 很小时，$v\cos\theta \approx v$，$v\sin\theta \approx v\theta$。试推导电子比荷的表达式。

22. 随着航空航天科技的发展，人类有能力开展深空探测，逐渐揭开宇宙的奥秘。



（1）探测器绕某星球沿圆轨道匀速率运行时，测得轨道半径的三次方与周期的二次方的比值为 k。已知引力常量为 G。求该星球的质量 M。

（2）太空中的探测器通过小型等离子推进器获得推力。在推进器中，从电极发射出的电子撞击氙原子使之电离，氙离子在加速电场的作用下，从探测器尾部高速喷出，产生推力。已知探测器（含推进器和氙离子）的初始质量为 M_0，每个氙离子的质量为 m，电荷量为 q，加速电压为 U，等离子体推进器单位时间内喷出的离子数为 n。不计其它星球对探测器的作用力和离子间的相互作用。取刚向外喷出离子的时刻为初始时刻（$t=0$），求探测器的加速度大小 a 随时间 t 的变化规律。

（3）深空探测器常借助行星的“引力弹弓效应”实现加速。设质量为 m_1 的探测器以相对太阳的速率 v_1 飞向质量为 M_2 的行星，行星相对太阳的轨道速率为 v_2，方向与 v_1 相反。探测器从行星旁绕过（如图所示），忽略太阳引力及行星自转的影响，探测器远离行星后相对太阳的速率为 v_1'，方向与 v_1 相反；行星运动方向不变。已知 $m_1 \ll M_2$，各速度在极远处可视为平行；探测器与行星间的相互作用可视为短暂弹性碰撞。

①推导 v_1' 的表达式（用 v_1、v_2 表示）；

②简要说明“引力弹弓效应”能使探测器明显加速的原因。

参考答案

第一部分

本部分共 14 题，每题 3 分，共 42 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1.【答案】B

【详解】根据质量数和电荷数守恒可得 ${}^{14}_{6}\mathrm{C} \rightarrow {}^{14}_{7}\mathrm{N}+{}^{0}_{-1}\mathrm{e}$

所以衰变产物 X 为 ${}^{14}_{7}\mathrm{N}$。

故选 B。

2.【答案】A

【详解】头发丝直径大约 0.02mm-0.12mm，数量级为 10^{-5}m，二十万分之一约为 0.5×10^{-10}m，则二维金属材料的厚度最接近 $10^{-10}\,\mathrm{m}$。

故选 A。

3.【答案】C

【详解】AB．声波是纵波，光是横波，A 错误，B 错误；

C．衍射是波的特性，激光和超声波都可以发生衍射，C 正确；

D．激光可以在真空中传播，超声波的传播需要依靠介质，超声波不能在真空中传播，D 错误。

故选 C。

4.【答案】D

【详解】AB．从 a 到 b，一定质量的气体，等压条件下，气体体积与温度成正比，即 $\frac{V_a}{T_a}=\frac{V_b}{T_b}$

所以气体体积增大，温度增大，气体对外界做功，分子平均动能增大，内能增大，AB 错误；

CD．从 b 到 c，一定质量的气体，等容条件下，气体对外界不做功，气体压强与温度成正比，即 $\frac{P_b}{T_b}=\frac{P_c}{T_c}$

所以气体体积压强减小，则温度减小，内能减小，根据热力学第一定律 $\Delta U=W+Q$

$\Delta U<0$，$W=0$，所以 $Q<0$，即气体向外界放热，C 错误，D 正确。

故选 D。

5.【答案】D

【详解】A．设长木板的倾角为 θ，设重物的质量为 m，以重物为对象，根据平衡条件可得

$N=mg\cos\theta$，$f=mg\sin\theta$

由于 θ 逐渐增大，可知支持力逐渐减小，摩擦力逐渐增大，故 A 错误；

B．根据受力平衡可知，支持力和摩擦力的合力与重物的重力等大反向，则支持力和摩擦力的合力保持不变，故 B 错误；

CD．由于摩擦力与重物的运动方向总是垂直，所以摩擦力对重物不做功；由于支持力与重物的运动方向相同，则支持力对重物做正功，故 C 错误，D 正确。

故选 D。

6.【答案】A

【详解】C．由于 1 与 2 和 2 与 3 间的水平距离不等，结合题图可知，足球在空中受到空气阻力的作用，由于空气阻力是变力，所以从 1 到 2，足球所受合力是变力，足球的加速度发生变化。故 C 错误；

AB．从 1 到 2，设克服空气阻力做功为W_{f}，根据动能定理可得$\Delta E_{\mathrm{k}}=-mgh-W_{\mathrm{f}}$

可知足球动能的减少量大于 *mgh*，故 A 正确，B 错误；

D．从 1 到 2，根据动能定理可得$-mgh-W_{\mathrm{f}}=\frac{1}{2}mv_2^2-\frac{1}{2}mv_0^2$

可知位置 2，足球的动能为$\frac{1}{2}mv_2^2=\frac{1}{2}mv_0^2-mgh-W_{\mathrm{f}}<\frac{1}{2}mv_0^2-mgh$

故 D 错误。

故选 A。

7.【答案】C

【详解】AB．由题图可知周期为$T=0.2\mathrm{s}$，振幅为$A=0.2\mathrm{m}$，故 AB 错误；

D．由题图可知波源的起振方向沿 *y* 轴负向，则质点 *P* 开始振动时方向沿 *y* 轴负向，故 D 错误；

C．平衡位置在$x=3.0\mathrm{m}$处的质点 *P* 开始振动时，波源恰好第 1 次处于波峰位置，由于波源的起振方向沿 *y* 轴负向，则该段时间为$\Delta t=\frac{3}{4}T=0.15\mathrm{s}$

则波的传播速度为$v=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{3}{0.15}\mathrm{m/s}=20\mathrm{m/s}$

故 C 正确。

故选 C。

8.【答案】D

【详解】A．该交流电的频率为$f=\frac{\omega}{2\pi}=\frac{100\pi}{2\pi}\mathrm{Hz}=50\mathrm{Hz}$

选项 A 错误；

B．电压表的示数等于变压器次级电压，根据$\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$可知总是不变的，变阻器的滑片向 *b* 端滑动，电压表的示数不变，选项 B 错误；

CD．变阻器的滑片向 *a* 端滑动，*R* 阻值变大，可知次级电流减小，即电流表的示数减小，根据 $P=I_2U_2$ 可知，次级功率减小，则变压器的输入功率减小，选项 C 错误，D 正确。

故选 D。

9.【答案】C

【详解】设地球半径为 *R*，根据开普勒第三定律有$\frac{R^3}{T_0^2}=\frac{(6R)^3}{T_2^2}$

联立解得“天链二号 04 星”的周期$T_2=6\sqrt{6}T_0$

故选 C。

10.【答案】B

【详解】取相同的Δt时间，且$\Delta t\to 0$，则有$\pi(\frac{d_1}{2})^2v_1\Delta t=\pi(\frac{d_2}{2})^2v_2\Delta t$

可得经过 A、B 处的水流速度大小之比为$v_1:v_2=d_2^2:d_1^2=1:4$

故选 B。

11.【答案】C

【详解】A．根据光电效应方程$\frac{1}{2}mv_{\mathrm{m}}^2=h\nu-W_0$

根据动能定理$-eU_{\mathrm{c}}=0-\frac{1}{2}mv_{\mathrm{m}}^2$

解得$h\nu=eU_{\mathrm{c}}+W_0$，

乙光对应的遏止电压U_{c}较大，对应的光子能量最大，A 错误；

B．用甲光照射时饱和光电流最大，B 错误；

C．根据动能定理$-eU_{\mathrm{c}}=0-\frac{1}{2}mv_{\mathrm{m}}^2$

解得$\frac{1}{2}mv_{\mathrm{m}}^2=eU_{\mathrm{c}}$

用乙光照射时光电子的最大初动能最大，C 正确；

D．乙光的光子能量最大，频率最高，波长最短，分别射入同一单缝衍射装置时，乙光的中央亮条纹最窄，D 错误。

故选 C。

12.【答案】A

【详解】当在导体的上下表面 2 和 4 之间产生恒定的电势差U时，自由电子此时受到的电场力与洛伦兹力平衡，即$\frac{U}{b}e=evB$

可得$B=\frac{U}{bv}$

结合电流的微观表达式$I=nevbc$

联立可得$B=\frac{necU}{I}$

故选 A。

13.【答案】D

【详解】A．根据题意可知声音强度越大，声敏电阻的阻值越小。电压表的示数也越大，结合串联电路，

电阻越大分压越大可知 R_1 是声敏电阻， R_2 是定值电阻，电压表的示数为 2.5V 时，流过电路的电流

$I=\frac{2.5}{10}\mathrm{A}=0.25\mathrm{A}$

声敏电阻的阻值 $R_1=\frac{E-Ir-U}{I}$

代入数据可得 $R_1=20\Omega$

结合图 1 可知声音强度为 80dB，故 A 错误；

B．电压表的量程为 0~3V，则电路中的最大电流 $I_{\max}=\frac{3.0}{10}\mathrm{A}=0.3\mathrm{A}$

声敏电阻的最小阻值 $R_{1\min}=\frac{E-I_{\max}r-U}{I_{\max}}$

代入数据可得 $R_{1\min}\approx14.5\Omega$

结合图 1 可知声音强度大于 120dB，故 B 错误；

C．将 R_2 等效为电源内阻， R_1 的功率 $P=(\frac{E}{R_1+R_2+r})^2R_1$

整理可得 $P=\frac{E^2}{\frac{[R_1-(R_2+r)]^2}{R_1}+4(R_2+r)}$

当 R_1 阻值越接近 R_2+r 时， R_1 功率越大，根据以上分析可知当电压表示数为 3V 时， R_1 的功率最大为

$P_{\max}=EI_{\max}-I_{\max}^2(R_2+r)$

代入数据可得 $P_{\max}=1.32\mathrm{W}$

故 C 错误；

D．电压表的示数 $U=\frac{E}{R_1+R_2+r}\cdot R_2=\frac{E}{\frac{R_1}{R_2}+\frac{r}{R_2}+1}$

电压表量程不变，若换用阻值更小的定值电阻，则光敏电阻的最小值变小，结合图 1 可知声音强度变大，即电路能测量的最大声音强度将变大，故 D 正确。

故选 D。

14.【答案】B

【详解】A．核聚变反应中，氘核与氚核结合生成氦核并释放中子，核反应方程为 ${}_1^2\mathrm{H}+{}_1^3\mathrm{H}\rightarrow{}_2^4\mathrm{He}+{}_0^1\mathrm{n}$

故 A 正确，不符合题意；

B．中国环流三号产生的能量主要来源于氘核与氚核的核聚变反 应，根据爱因斯坦质能方程 $E=mc^2$

可知核聚变过程中质量亏损转化为能量释放出来，而不是氢原子被加速后获得的动能，故 B 错误，符合题意；

C．温度是分子热运动平均动能的标志，等离子体温度升高，其 粒子热运动的平均动能变大，故 C 正确，不符合题意；

D．根据爱因斯坦质能方程，若某次聚变反应亏损 Δm ，则释放的能量为 $\Delta E=\Delta mc^2$ (c 为真空中的光速）故 D 正确，不符合题意。

故选 B。

第二部分

本部分共 6 题，共 58 分。

15.【答案】$\frac{V}{S}$

【详解】[1]油酸分子的直径为

$$d=\frac{V}{S}$$

16.【答案】AB

【详解】A．为减小实验误差，摆线要选择长度在 1m 左右、伸缩性小的细线，A 正确；

B．为减小空气阻力对实验的影响，摆球尽量选择质量大、体积小的，B 正确；

C．单摆的摆角小于 5°时，视为简谐运动，实验时摆角不能太大，C 错误；

D．从摆球经过最低点开始计时，测量周期的误差较小，D 错误。

故选 AB。

17.【答案】（1）15.02

（2）$\frac{ad}{(n-1)L}$

【小问 1 详解】

游标卡尺的读数为 $15\text{mm}+1\times0.02\text{mm}=15.02\text{mm}$

【小问 2 详解】

相邻条纹间距为 $\Delta x=\frac{a}{n-1}$

根据条纹间距公式 $\Delta x=\frac{L}{d}\cdot\lambda$

联立可得 $\lambda=\frac{ad}{(n-1)L}$

18.【答案】（1）2.450　（2）M　（3）1.9　（4）$\frac{\pi d^2R}{4L}$

（5）　①. 甲　②. 电阻率随温度呈线性变化且变化明显（斜率较大）

【小问 1 详解】

螺旋测微器读数为 $2\text{mm}+45.0\times0.01\text{mm}=2.450\text{mm}$

【小问 2 详解】

由于电压表示数变化更明显，说明电流表分压较多，因此电流表应采用外接法，即测量铅笔芯电阻时应将 K 掷到 M 端；

【小问 3 详解】

根据图丙的 $I-U$ 图像，结合欧姆定律有 $R=\dfrac{U}{I}=\dfrac{2.6}{1.4}\Omega\approx1.9\Omega$

【小问 4 详解】

根据电阻定律 $R=\rho\dfrac{L}{S}$

又 $S=\pi(\dfrac{d}{2})^2$

联立可得 $\rho=\dfrac{\pi d^2R}{4L}$

【小问 5 详解】

[1]如果要求所制温度计刻度均匀、灵敏度高，最适合的材料是甲，因为甲材料电阻率随温度呈线性变化且变化明显。

19.【答案】（1）$F=mg\tan\theta$

（2）$T=mg\left(\dfrac{3}{2}-\cos\theta\right)$

（3）$W_{\mathrm{f}}=-mgL\left(1-\cos\theta\right)$

【小问 1 详解】

秋千静止时，受三个力的作用：重力 G、细绳拉力 T 和水平拉力 F 作用。根据共点力平衡知识得

$\tan\theta=\dfrac{F}{mg}$

解得 $F=mg\tan\theta$

【小问 2 详解】

不计空气阻力，秋千从静止摆到最低点的过程中，由机械能守恒得 $mgL\left(1-\cos\theta\right)=\dfrac{1}{2}mv^2$

秋千运动到最低点，拉力与重力的合力提供向心力，则有 $2T-mg=m\dfrac{v^2}{L}$

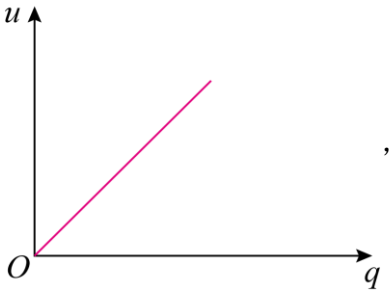
解得 $T=mg\left(\dfrac{3}{2}-\cos\theta\right)$

【小问 3 详解】

若考虑空气阻力，秋千最终停在最低点。根据动能定理得 $W_{\mathrm{G}}+W_{\mathrm{f}}=0$

又 $W_{\mathrm{G}}=mgL\left(1-\cos\theta\right)$

解得$W_{\mathrm{f}}=-mgL\left(1-\cos\theta\right)$

20.【答案】（1）

，$E_{\mathrm{p}}=\frac{1}{2}CE^2$

（2）$a=\frac{F_A}{m}=\frac{BEL}{mR}$

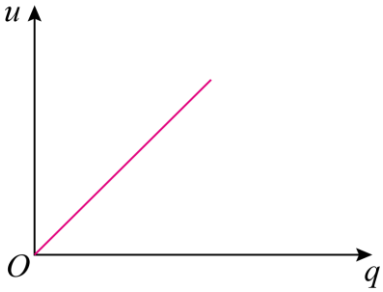
（3）$v=\frac{3BLCE}{4m}$

【小问 1 详解】

根据$q=Cu$

可得$u=\frac{1}{C}\cdot q$

可知电容器两极板电压 u 与电荷量 q 为正比列函数，变化关系的图像如图所示



根据电容的定义$C=\frac{Q}{U}$

得$Q=CE$

电容器储存的电能为$u-q$图像与横轴所围三角形面积，即可得$E_{\mathrm{p}}=\frac{1}{2}CE^2$

【小问 2 详解】

开关 S 接 2 的瞬间，金属棒中电流$I=\frac{E}{R}$

安培力大小$F_{\mathrm{A}}=BIL$

加速度大小$a=\frac{F_{\mathrm{A}}}{m}=\frac{BEL}{mR}$

【小问 3 详解】

根据动量定理$BL\overline{I}\Delta t=mv-0$

电容器两端的电压减为初始值的$\frac{1}{4}$过程中，通过导体棒的电荷量$\Delta Q=C\Delta U=\frac{3}{4}CE$

所以$\frac{3}{4}BLCE=mv-0$

得$v=\frac{3BLCE}{4m}$

21.【答案】（1）①$v=\frac{U}{Bd}$;②$\frac{e}{m}=\frac{2hU}{B^2d\left(h^2+L^2\right)}$

（2）$\frac{e}{m}=\frac{2\pi nv}{BH}$

【小问 1 详解】

①电子在电场和磁场的作用下做匀速直线运动，电场力与洛仑兹力平衡$eE=evB$

电场强度$E=\frac{U}{d}$

联立可得$v=\frac{U}{Bd}$

②只保留磁场时，电子在磁场中做匀速圆周运动，洛仑兹力提供向心力$evB=m\frac{v^2}{R}$

电子刚离开磁场时沿竖直方向的偏移距离为h，根据几何关系得$\left(R-h\right)^2+L^2=R^2$

联立得$\frac{e}{m}=\frac{2hv}{B\left(h^2+L^2\right)}$

将$v=\frac{U}{Bd}$代入上式得$\frac{e}{m}=\frac{2hU}{B^2d\left(h^2+L^2\right)}$

【小问 2 详解】

电子在垂直磁场方向上做匀速圆周运动，洛仑兹力提供向心力$ev_yB=m\frac{v_y^2}{R}$

周期$T=\frac{2\pi R}{v_y}$

得$T=\frac{2\pi m}{eB}$

电子在沿磁场方向上做匀速直线运动$H=v_xnT$

当θ很小时$v_x=v\cos\theta\approx v$

联立可得$\frac{e}{m}=\frac{2\pi nv}{BH}$

22.【答案】（1）$M=\dfrac{4\pi^2k}{G}$

（2）$\dfrac{n\sqrt{2mqU}}{M_0-nmt}$

（3）①$v_1'=v_1+2v_2$；②见解析

【小问 1 详解】

探测器绕星球沿圆轨道匀速率运行时，万有引力提供向心力$\dfrac{GmM}{r^2}=m\left(\dfrac{2\pi}{T}\right)^2r$

即$\dfrac{r^3}{T^2}=\dfrac{GM}{4\pi^2}=k$

可得$M=\dfrac{4\pi^2k}{G}$

【小问 2 详解】

氙离子经加速电压 U 加速后，相对探测器的速度大小为 v，根据动能定理得$qU=\dfrac{1}{2}mv^2$

在 t 时间内喷出氙离子质量为$\Delta m=nmt$

根据动量定理得$Ft=\Delta m\cdot v$

联立解得$F=n\sqrt{2mqU}$

根据牛顿第三定律知：探测器获得的反冲作用力大小为$F'=F=n\sqrt{2mqU}$

探测器质量随时间的变化规律为$M=M_0-nmt$

探测器加速度 a 随时间 t 的变化规律为$a=\dfrac{F'}{M}=\dfrac{n\sqrt{2mqU}}{M_0-nmt}$

【小问 3 详解】

①设探测器绕过行星后，行星速率为v_2'，以行星运动方向为正方向，根据动量守恒定律得

$M_2v_2-m_1v_1=M_2v_2'+m_1v_1'$

根据机械能守恒定律得$\dfrac{1}{2}M_2v_2^2+\dfrac{1}{2}m_1v_1^2=\dfrac{1}{2}M_2v_2'^2+\dfrac{1}{2}m_1v_1'^2$

联立解得$v_1'=\dfrac{M_2-m_1}{M_2+m_1}v_1+\dfrac{2M_2}{M_2+m_1}v_2$

由于$m_1\ll M_2$

得$v_1'=v_1+2v_2$。

②行星与探测器相互作用时，发生动量和能量的转化。由于行星与探测器相对运动，行星具有较大的轨道速率，且$m\ll M$，行星动能（或动量）损失很小，探测器却获得了较大的速率。