2019 年天津理综

1. 2018 年 12 月 8 日，肩负着亿万中华儿女探月飞天梦想的嫦娥四号探测器成功发射，“实现人类航天器首次在月球背面巡视探测，率先在月背刻上了中国足迹”。已知月球的质量为 M、半径为 R，探测器的质量为 m，引力常量为 G，嫦娥四号探测器围绕月球做半径为 r 的匀速圆周运动时，探测器的（　）



A. 周期为 $\sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM}}$

B. 动能为 $\frac{GMm}{2R}$

C. 角速度为 $\sqrt{\frac{Gm}{r^3}}$

D. 向心加速度为 $\frac{GM}{R^2}$

2. 2018 年 10 月 23 日，港珠澳跨海大桥正式通车。为保持以往船行习惯，在航道处建造了单面索（所有钢索均处在同一竖直面内）斜拉桥，其索塔与钢索如图所示。下列说法正确的是（　）



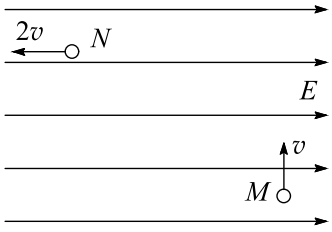
A. 增加钢索的数量可减小索塔受到的向下的压力

B. 为了减小钢索承受的拉力，可以适当降低索塔的高度

C. 索塔两侧钢索对称且拉力大小相同时，钢索对索塔的合力竖直向下

D. 为了使索塔受到钢索的合力竖直向下，索塔两侧的钢索必须对称分布

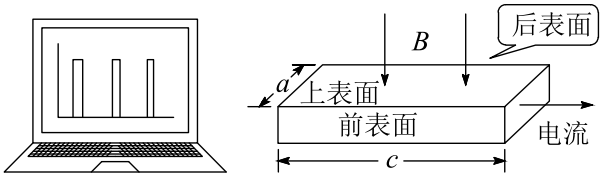
3. 如图所示，在水平向右的匀强电场中，质量为 m 的带电小球，以初速度 v 从 M 点竖直向上运动，通过 N 点时，速度大小为 $2v$，方向与电场方向相反，则小球从 M 运动到 N 的过程（　）



A. 动能增加 $\frac{1}{2}mv^2$　　B. 机械能增加 $2mv^2$

C. 重力势能增加 $\frac{3}{2}mv^2$　　D. 电势能增加 $2mv^2$

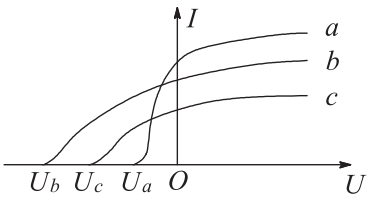
4. 笔记本电脑机身和显示屏对应部位分别有磁体和霍尔元件。当显示屏开启时磁体远离霍尔元件，电脑正常工作：当显示屏闭合时磁体靠近霍尔元件，屏幕熄灭，电脑进入休眠状态。如图所示，一块宽为 a、长为 c 的矩形半导体霍尔元件，元件内的导电粒子是电荷量为 e 的自由电子，通入方向向右的电流时，电子的定向移动速度为 v。当显示屏闭合时元件处于垂直于上表面、方向向下的匀强磁场中，于是元件的前、后表面间出现电压 U，以此控制屏幕的熄灭。则元件的（　）

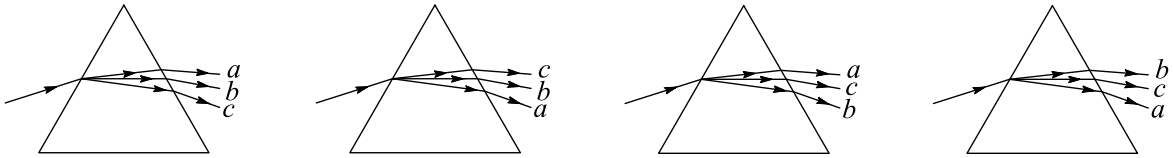


A. 前表面的电势比后表面的低　　B. 前、后表面间的电压 U 与 v 无关

C. 前、后表面间的电压 U 与 c 成正比　　D. 自由电子受到的洛伦兹力大小为 $\frac{eU}{a}$

5. 如图为 a、b、c 三种光在同一光电效应装置中测得的光电流和电压的关系。由 a、b、c 组成的复色光通过三棱镜时，下述光路图中正确的是（　）





A.　　B.　　C.　　D.

6. 我国核聚变反应研究大科学装置“人造太阳”2018 年获得重大突破，等离子体中心电子温度首次达到 1 亿度，为人类开发利用核聚变能源奠定了重要的技术基础。下列关于聚变的说法正确的是（　）



A. 核聚变比核裂变更为安全、清洁

B. 任何两个原子核都可以发生聚变

C. 两个轻核结合成质量较大的核，总质量较聚变前增加

D. 两个轻核结合成质量较大的核，核子的比结合能增加

7. 一列简谐横波沿 x 轴传播，已知 x 轴上 $x_1 = 1\,\mathrm{m}$ 和 $x_2 = 7\,\mathrm{m}$ 处质点的振动图像分别如图 1、图 2 所示，则此列波的传播速率可能是（　）

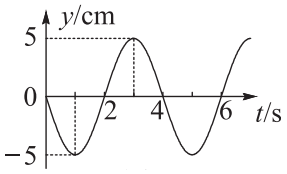


图 1

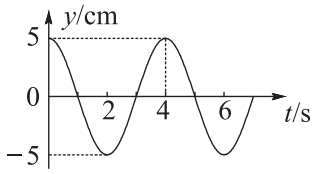
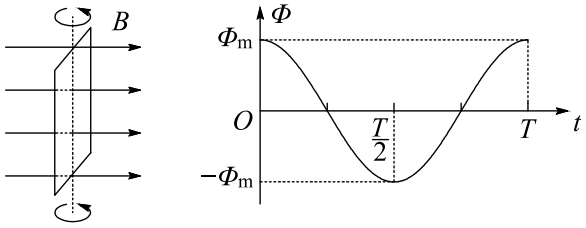


图 2

A. $7\,\mathrm{m/s}$　　B. $2\,\mathrm{m/s}$　　C. $1.2\,\mathrm{m/s}$　　D. $1\,\mathrm{m/s}$

8. 单匝闭合矩形线框电阻为 R，在匀强磁场中绕与磁感线垂直的轴匀速转动，穿过线框的磁通量 Φ 与时间 t 的关系图像如图所示。下列说法正确的是（　）



A. $\frac{T}{2}$ 时刻线框平面与中性面垂直

B. 线框的感应电动势有效值为 $\frac{\sqrt{2}\pi\Phi_m}{T}$

C. 线框转一周外力所做的功为 $\frac{2\pi^2\Phi_m^2}{RT}$

D. 从 $t=0$ 到 $t=\frac{T}{4}$ 过程中线框的平均感应电动势为 $\frac{\pi\Phi_m}{T}$

9. (1) 第 26 届国际计量大会决定，质量单位“千克”用普朗克常量 h 定义，“国际千克原器”于 2019 年 5 月 20 日正式“退役”。h 的数值为 6.63×10^{-34}，根据能量子定义，h 的单位是_____，该单位用国际单位制中的力学基本单位表示，则为_____。

(2) 某小组做测定玻璃的折射率实验，所用器材有：玻璃砖，大头针，刻度尺，圆规，笔，白纸。

i. 下列哪些措施能够提高实验准确程度____。

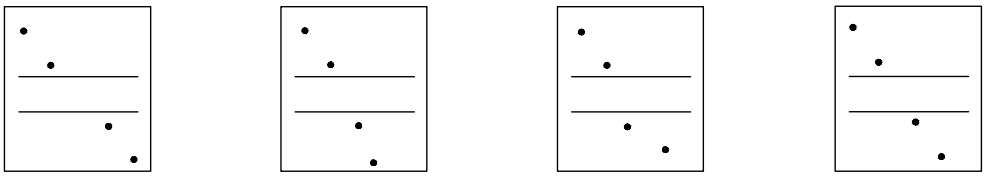
（A）选用两光学表面间距大的玻璃砖

（B）选用两光学表面平行的玻璃砖

（C）选用粗的大头针完成实验

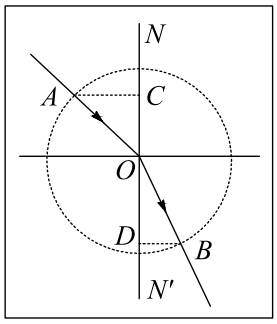
（D）插在玻璃砖同侧的两枚大头针间的距离尽量大些

ii. 该小组用同一套器材完成了四次实验，记录的玻璃砖界线和四个大头针扎下的孔洞如下图所示，其中实验操作正确的是____。



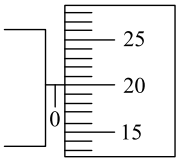
A. B. C. D.

iii. 该小组选取了操作正确的实验记录，在白纸上画出光线的径迹，以入射点 O 为圆心作圆，与入射光线、折射光线分别交于 A、B 点，再过 A、B 点作法线 NN′ 的垂线，垂足分别为 C、D 点，如图所示，则玻璃的折射率 $n=$_____。（用图中线段的字母表示）



(3) 现测定长金属丝的电阻率。

i. 某次用螺旋测微器测量金属丝直径的结果如图所示，其读数是_____mm。



ii. 利用下列器材设计一个电路，尽量准确地测量一段金属丝的电阻。这段金属丝的电阻 R_x，约为 100 Ω，画出实验电路图，并标明器材代号。

电源 E （电动势 10 V，内阻约为 10 Ω）

电流表 A_1 （量程 0 ~ 250 mA，内阻 $R_1=5\,\Omega$）

电流表 A_2 （量程 0 ~ 300 mA，内阻约为 5 Ω）

滑动变阻器 R （最大阻值 10 Ω，额定电流 2 A）

开关 S 及导线若干

iii. 某同学设计方案正确，测量得到电流表 A_1 的读数为 I_1，电流表 A_2 的读数为 I_2，则这段金属丝电阻的计算式 $R_x =$_____。从设计原理看，其测量值与真实值相比_____（填“偏大”、“偏小”或“相等”）。

10. 完全由我国自行设计、建造的国产新型航空母舰已完成多次海试，并取得成功。航母上的舰载机采用滑跃式起飞，故甲板是由水平甲板和上翘甲板两部分构成，如图 1 所示。为了便于研究舰载机的起飞过程，假设上翘甲板 BC 是与水平甲板 AB 相切的一段圆弧，示意如图 2，AB 长 $L_1 = 150\,\mathrm{m}$，BC 水平投影 $L_2 = 63\,\mathrm{m}$，图中 C 点切线方向与水平方向的夹角 $\theta = 12^\circ$（$\sin 12^\circ \approx 0.21$）。若舰载机从 A 点由静止开始做匀加速直线运动，经 $t = 6\,\mathrm{s}$ 到达 B 点进入 BC。已知飞行员的质量 $m = 60\,\mathrm{kg}$，$g = 10\,\mathrm{m/s^2}$，求：

(1) 舰载机水平运动的过程中，飞行员受到的水平力所做功 W；

(2) 舰载机刚进入 BC 时，飞行员受到竖直向上的压力 F_N 多大。



图 1

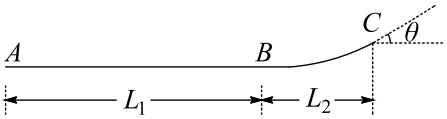
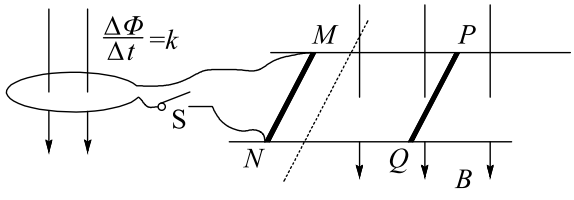


图 2

11. 如图所示，固定在水平面上间距为 l 的两条平行光滑金属导轨，垂直于导轨放置的两根金属棒 MN 和 PQ 长度也为 l、电阻均为 R，两棒与导轨始终接触良好。MN 两端通过开关 S 与电阻为 R 的单匝金属线圈相连，线圈内存在竖直向下均匀增加的磁场，磁通量变化率为常量 k。图中虚线右侧有垂直于导轨平面向下的匀强磁场，磁感应强度大小为 B。PQ 的质量为 m，金属导轨足够长，电阻忽略不计。

(1) 闭合 S，若使 PQ 保持静止，需在其上加多大的水平恒力 F，并指出其方向；

(2) 断开 S，PQ 在上述恒力作用下，由静止开始到速度大小为 v 的加速过程中流过 PQ 的电荷量为 q，求该过程安培力做的功 W。



12. 2018 年，人类历史上第一架由离子引擎推动的飞机诞生，这种引擎不需要燃料，也无污染物排放。引擎获得推力的原理如图所示，进入电离室的气体被电离成正离子，而后飘入电极 A、B 之间的匀强电场（初速度忽略不计），A、B 间电压为 U，使正离子加速形成离子束，在加速过程中引擎获得恒定的推力。单位时间内飘入的正离子数目为定值，离子质量为 m，电荷量为 Ze，其中 Z 是正整数，e 是元电荷。

(1) 若引擎获得的推力为 F_1，求单位时间内飘入 A、B 间的正离子数目 N 为多少；

(2) 加速正离子束所消耗的功率 P 不同时，引擎获得的推力 F 也不同，试推导 $\frac{F}{P}$ 的表达式；

(3) 为提高能量的转换效率，要使 $\frac{F}{P}$ 尽量大，请提出增大的三条建议。

