

2020年江苏省高考物理试卷

一、单项选择题：本题共5小题，每小题3分，共计15分。每小题只有一个选项符合题意。

1. 质量为 $1.5 \times 10^3 \text{ kg}$ 的汽车在水平路面上匀速行驶，速度为 20 m/s ，受到的阻力大小为

$1.8 \times 10^3 \text{ N}$ 。此时，汽车发动机输出的实际功率是（ ）

- A. 90W B. 30kW C. 36kW D. 300kW

【答案】C

【解析】

【详解】汽车匀速行驶，则牵引力与阻力平衡

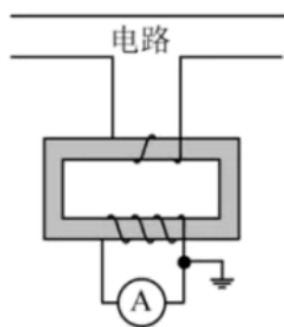
$$F = f = 1.8 \times 10^3 \text{ N}$$

汽车发动机的功率

$$P = Fv = 1.8 \times 10^3 \times 20 \text{ W} = 36 \text{ kW}$$

故选C。

2. 电流互感器是一种测量电路中电流的变压器，工作原理如图所示。其原线圈匝数较少，串联在电路中，副线圈匝数较多，两端接在电流表上。则电流互感器（ ）



- A. 是一种降压变压器
B. 能测量直流电路的电流
C. 原、副线圈电流的频率不同
D. 副线圈的电流小于原线圈的电流

【答案】D

【解析】

【详解】A. 原线圈匝数较少，电流互感器是一种降电流的变压器，A选项错误。

B. 电流互感器的工作原理是电磁感应中的互感现象，只可以测量交变电流，B选项错误。

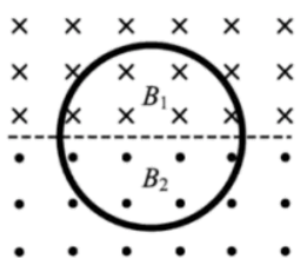
C.

电流互感器不会改变电流的频率，只改变电流，故原、副线圈电流的频率相同。C选项错误。

D. 原线圈匝数较少，电流互感器是一种降电流的变压器，副线圈的电流小于原线圈的电流。D正确。

故选D。

3. 如图所示，两匀强磁场的磁感应强度 B_1 和 B_2 大小相等、方向相反。金属圆环的直径与两磁场的边界重合。下列变化会在环中产生顺时针方向感应电流的是 ()



A. 同时增大 B_1 减小 B_2

B. 同时减小 B_1 增大 B_2

C. 同时以相同的变化率增大 B_1 和 B_2

D. 同时以相同的变化率减小 B_1 和 B_2

【答案】B

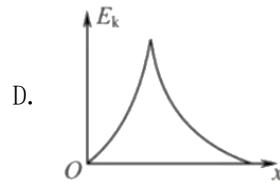
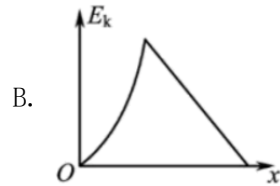
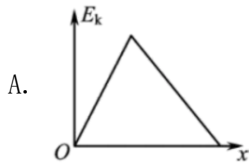
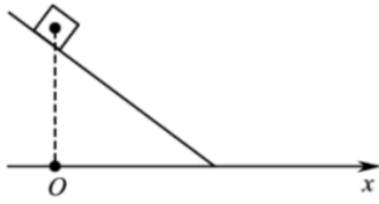
【解析】

【详解】AB. 产生顺时针方向的感应电流则感应磁场的方向垂直纸面向里。由楞次定律可知，圆环中的净磁通量变化为向里磁通量减少或者向外的磁通量增多，A错误，B正确。

CD. 同时以相同的变化率增大 B_1 和 B_2 ，或同时以相同的变化率减小 B_1 和 B_2 ，两个磁场的磁通量总保持大小相同，所以总磁通量为0，不会产生感应电流，CD 错误。

故选B。

4. 如图所示，一小物块由静止开始沿斜面向下滑动，最后停在水平地面上。斜面 and 地面平滑连接，且物块与斜面、物块与地面间的动摩擦因数均为常数。该过程中，物块的动能 E_k 与水平位移 x 关系的图象是 ()



【答案】A

【解析】

【详解】由题意可知设斜面倾角为 θ ，动摩擦因数为 μ ，则物块在斜面上下滑水平距离 x 时根据动能定理有

$$mgx \tan \theta - \mu mg \cos \theta \cdot \frac{x}{\cos \theta} = E_k$$

整理可得

$$(mg \tan \theta - \mu mg)x = E_k$$

即在斜面上运动时动能与 x 成线性关系；当小物块在水平面运动时有

$$\mu mgx = E_k$$

即在水平面运动时动能与 x 也成线性关系；综上分析可知A正确。

故选A。

5. 中欧班列在欧亚大陆开辟了“生命之路”，为国际抗疫贡献了中国力量。某运送防疫物资的班列由40节质量相等的车厢组成，在车头牵引下，列车沿平直轨道匀加速行驶时，第2节对第3节车厢的牵引力为 F 。若每节车厢所受摩擦力、空气阻力均相等，则倒数第3节对倒数第2节车厢的牵引力为（ ）

- A. F B. $\frac{19F}{20}$ C. $\frac{F}{19}$ D. $\frac{F}{20}$

【答案】C

【解析】

【详解】根据题意可知第2节车厢对第3节车厢的牵引力为 F ，因为每节车厢质量相等，阻力相同，故第2节对第3节车厢根据牛顿第二定律有

$$F - 38f = 38ma$$

设倒数第3节车厢对倒数第2节车厢的牵引力为 F_1 ，则根据牛顿第二定律有

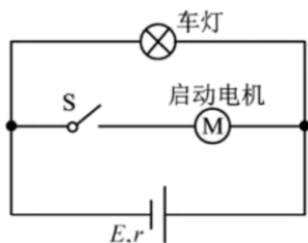
$$F_1 - 2f = 2ma$$

联立解得 $F_1 = \frac{F}{19}$ 。

故选C。

二、多项选择题：本题共4小题，每小题4分，共计16分。每小题有多个选项符合题意。全部选对的得4分，选对但不全的得2分，错选或不答的得0分。

6.某汽车的电源与启动电机、车灯连接的简化电路如图所示。当汽车启动时，开关S闭合，电机工作，车灯突然变暗，此时（ ）



- A. 车灯的电流变小
- B. 路端电压变小
- C. 电路的总电流变小
- D. 电源的总功率变大

【答案】ABD

【解析】

【详解】A. 开关闭合时，车灯变暗，故流过车灯的电流 $I_{\text{灯}}$ 变小，A正确；

B. 电路的路端电压为

$$U_{\text{路}} = U_{\text{灯}} = I_{\text{灯}} R_{\text{灯}}$$

$I_{\text{灯}}$ 变小，路端电压变小，B正确；

C. 总电流即干路电流为

$$I_{\text{干}} = \frac{U_{\text{内}}}{r} = \frac{E - U_{\text{路}}}{r}$$

$U_{\text{路}}$ 减小，干路电流增大，C错误；

D. 电源总功率为

$$P_{\text{总}} = EI_{\text{干}}$$

$I_{\text{干}}$ 增大，总功率变大，D正确。

故选ABD。

7. 甲、乙两颗人造卫星质量相等，均绕地球做圆周运动，甲的轨道半径是乙的2倍。下列应用公式进行的推论正确的有（ ）

- A. 由 $v = \sqrt{gR}$ 可知，甲的速度是乙的 $\sqrt{2}$ 倍
- B. 由 $a = \omega^2 r$ 可知，甲的向心加速度是乙的2倍
- C. 由 $F = G \frac{Mm}{r^2}$ 可知，甲的向心力是乙的 $\frac{1}{4}$
- D. 由 $\frac{r^3}{T^2} = k$ 可知，甲的周期是乙的 $2\sqrt{2}$ 倍

【答案】CD

【解析】

【详解】卫星绕地球做圆周运动，万有引力提供向心力，则

$$F_{\text{向}} = \frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r} = m\omega^2 r = m \frac{4\pi^2}{T^2} r = ma$$

A. 因为在不同轨道上 g 是不一样的，故不能根据 $v = \sqrt{gR}$ 得出甲乙速度的关系，卫星的运行线速度

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

代入数据可得

$$\frac{v_{\text{甲}}}{v_{\text{乙}}} = \sqrt{\frac{r_{\text{乙}}}{r_{\text{甲}}}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

故A错误；

B. 因为在不同轨道上两卫星的角速度不一样，故不能根据 $a = \omega^2 r$ 得出两卫星加速度的关系，卫星的运行加速度

$$a = \frac{GM}{r^2}$$

代入数据可得

$$\frac{a_{\text{甲}}}{a_{\text{乙}}} = \frac{r_{\text{乙}}^2}{r_{\text{甲}}^2} = \frac{1}{4}$$

故B错误；

C. 根据 $F_{\text{向}} = \frac{GMm}{r^2}$ ，两颗人造卫星质量相等，可得

$$\frac{F_{\text{向甲}}}{F_{\text{向乙}}} = \frac{r_{\text{乙}}^2}{r_{\text{甲}}^2} = \frac{1}{4}$$

故C正确；

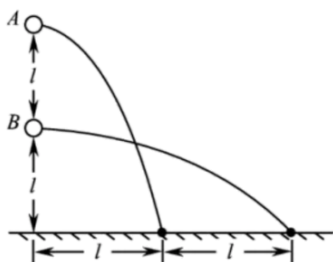
D. 两卫星均绕地球做圆周运动，根据开普勒第三定律 $\frac{r^3}{T^2} = k$ ，可得

$$\frac{T_{\text{甲}}}{T_{\text{乙}}} = \sqrt{\frac{r_{\text{甲}}^3}{r_{\text{乙}}^3}} = 2\sqrt{2}$$

故D正确。

故选CD。

8. 如图所示，小球A、B分别从 $2l$ 和 l 的高度水平抛出后落地，上述过程中A、B的水平位移分别为 l 和 $2l$ 。忽略空气阻力，则（ ）



- A. A和B的位移大小相等
- B. A的运动时间是B的2倍
- C. A的初速度是B的 $\frac{1}{2}$
- D. A的末速度比B的大

【答案】AD

【解析】

【详解】A. 位移为初位置到末位置的有向线段，如图所示可得

$$s_A = \sqrt{l^2 + (2l)^2} = \sqrt{5}l, \quad s_B = \sqrt{l^2 + (2l)^2} = \sqrt{5}l$$

A和B的位移大小相等，A正确；

B. 平抛运动运动的时间由高度决定，即

$$t_A = \sqrt{\frac{2 \times 2l}{g}} = \sqrt{2} \times \sqrt{\frac{2l}{g}}, \quad t_B = \sqrt{\frac{2 \times l}{g}} = \sqrt{\frac{2l}{g}}$$

则A的运动时间是B的 $\sqrt{2}$ 倍，B错误；

C. 平抛运动，在水平方向上做匀速直线运动，则

$$v_{xA} = \frac{l}{t_A} = \frac{\sqrt{gl}}{2}, \quad v_{xB} = \frac{2l}{t_B} = \sqrt{2gl}$$

则A的初速度是B的 $\frac{1}{2\sqrt{2}}$ ，C错误；

D. 小球A、B在竖直方向上的速度分别为

$$v_{yA} = 2\sqrt{gl}, \quad v_{yB} = \sqrt{2gl}$$

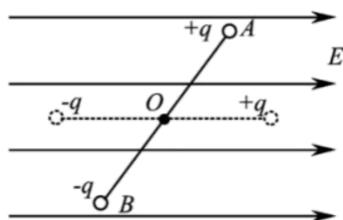
所以可得

$$v_A = \frac{\sqrt{17gl}}{2}, \quad v_B = 2\sqrt{gl} = \frac{\sqrt{16gl}}{2}$$

即 $v_A > v_B$ ，D正确。

故选AD。

9.如图所示，绝缘轻杆的两端固定带有等量异号电荷的小球（不计重力）。开始时，两小球分别静止在A、B位置。现外加一匀强电场E，在静电力作用下，小球绕轻杆中点O转到水平位置。取O点的电势为0。下列说法正确的有（ ）



- A. 电场E中A点电势低于B点
- B. 转动中两小球的电势能始终相等
- C. 该过程静电力对两小球均做负功

D. 该过程两小球的总电势能增加

【答案】AB

【解析】

【详解】A. 沿着电场线方向，电势降低，A正确；

B. 由于O点的电势为0，根据匀强电场的对称性

$$\varphi_A = -\varphi_B$$

又 $q_A = -q_B$ ， $E_p = q\varphi$ ，所以

$$E_{pA} = E_{pB}$$

B正确；

CD. A、B位置的小球受到的静电力分别水平向右、水平向左，绝缘轻杆逆时针旋转，两小球静电力对两小球均做正功，电场力做正功，电势能减少，CD错误；

故选AB。

三、简答题：本题分必做题（第10~12题）和选做题（第13题）两部分，共计42分。请将解答填写在答题卡相应的位置。

【必做题】

10. 某同学描绘一种电子元件的 $I-U$ 关系图象，采用的实验电路图如题图1所示，V为电压表

,

mA为电流表，E为电源（电动势约6V），R为滑动变阻器（最大阻值20Ω）， R_0 为定值电阻，S为开关。

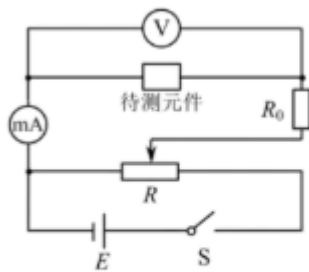


图1

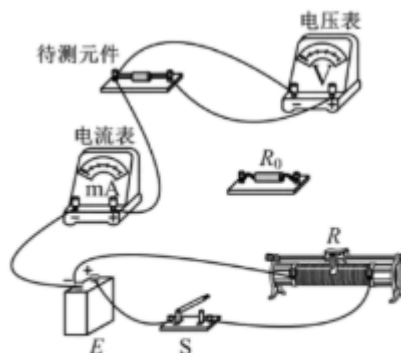


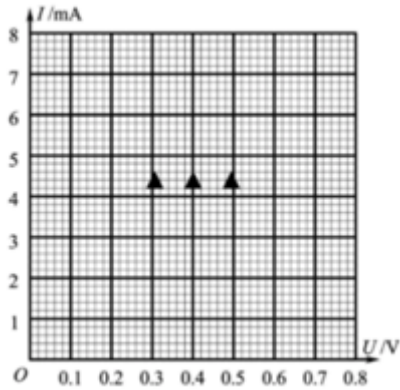
图2

(1) 请用笔画线代替导线，将题图2所示的实物电路连接完整_____。

(2) 调节滑动变阻器，记录电压表和电流表的示数如下表：

电压 U / V	0.000	0.250	0.500	0.650	0.700	0.725	0.750
电流 I / mA	0.00	0.10	0.25	0.60	1.70	4.30	7.50

请根据表中的数据，在方格纸上作出该元件的 $I-U$ 图线_____。



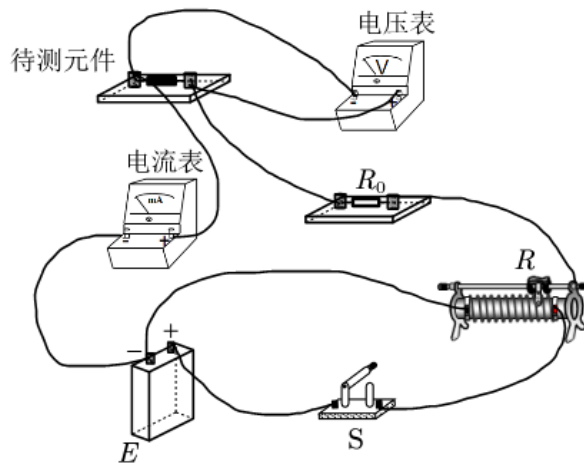
(3)根据作出的 $I-U$ 图线可知，该元件是_____（选填“线性”或“非线性”）元件。

(4)在上述测量中，如果用导线代替电路中的定值电阻 R_0 ，会导致的两个后果是_____。

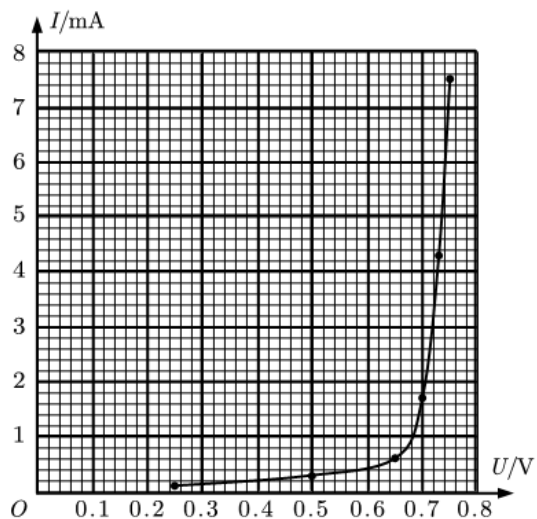
- A. 电压和电流的测量误差增大
- B. 可能因电流过大烧坏待测元件
- C. 滑动变阻器允许的调节范围变小
- D. 待测元件两端电压的可调节范围变小

【答案】

(1).



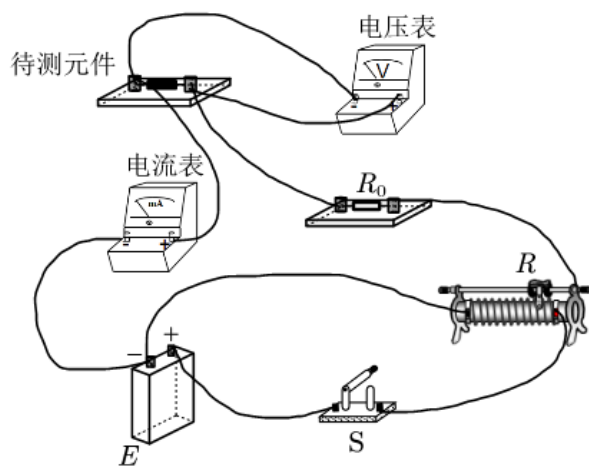
(2).



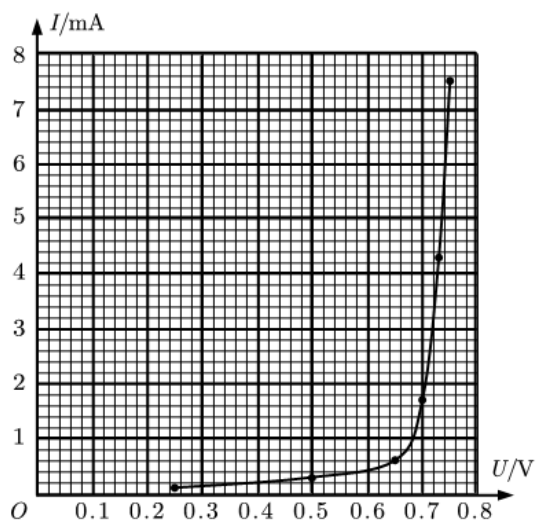
(3). 非线性元件 (4). BC

【解析】

【详解】(1)[1]根据题意连接电路如图



(2)[2]根据表格中数据描点，并用平滑的曲线连接各点如图



(3)[3]根据图像可知该元件是非线性元件。

(4)[4]AB. $I-U$ 图线上某点与原点连线的斜率为 $\frac{1}{R}$ ，根据元件的特性可知，当电压超过一定数值时，电流会急剧增大，所以电阻会急剧减小，若用导线代替 R_0 ，电流急剧增大，可能会烧坏待测元件，对电流表和电压表的测量误差无影响，A错误，B正确；

CD. 根据图像可知待测元件的电压范围小于 $1V$ ，而电源电动势为 $6V$ ，因为待测元件两端电压非常小，如果用导线代替 R_0 ，会导致滑动变阻器的调节范围变得非常小，难以调节，C正确，D错误。

故选BC。

11. 疫情期间“停课不停学”，小明同学在家自主开展实验探究。用手机拍摄物体自由下落的视频，得到分帧图片，利用图片中小球的位置来测量当地的重力加速度，实验装置如题图1所示。

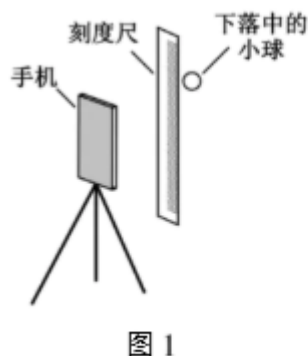


图 1

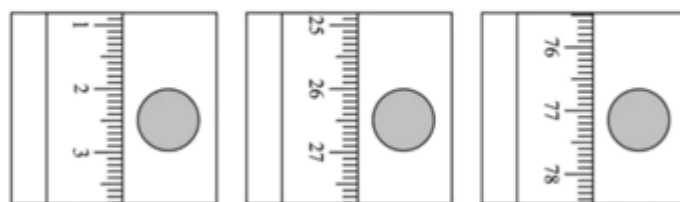


图 2

(1) 家中有乒乓球、小塑料球和小钢球，其中最适合作为实验中下落物体的是_____。

(2) 下列主要操作步骤的正确顺序是_____。（填写各步骤前的序号）

- ①把刻度尺竖直固定在墙上
- ②捏住小球，从刻度尺旁静止释放
- ③手机固定在三角架上，调整好手机镜头的位置
- ④打开手机摄像功能，开始摄像

(3) 停止摄像，从视频中截取三帧图片，图片中的小球和刻度如题图2所示。已知所截取的图片相邻两帧之间的时间间隔为 $\frac{1}{6}s$ ，刻度尺的分度值是 $1mm$ ，由此测得重力加速度为_____ m/s^2 。

(4) 在某次实验中，小明释放小球时手稍有晃动，视频显示小球下落时偏离了竖直方向。从该视频中截取图片，_____（选填“仍能”或“不能”）用(3)问中的方法测出重力加速度。

【答案】 (1). 小钢球 (2). ①③④② (3). 9.61 (9.5~9.7) (4). 仍能

【解析】

【详解】(1)要测量当地重力加速度需要尽量减小空气阻力的影响，所以密度大体积小的小钢球最适合；

(2)要完成实验首先应该将刻度尺竖直固定在墙上，安装好三脚架，调整好手机摄像头的位置；因为下落时间很短，所以一定要先打开摄像头开始摄像，然后在将小球从刻度尺旁静止释放，故顺序为①③④②；

(3)由三张图片读出小球所在位置的刻度分别为2.50cm，26.50cm，77.20cm；小球做自由落体运动，根据 $\Delta x = gT^2$ 可得

$$g = \frac{\Delta x}{T^2} = \frac{(77.20 - 26.50) \times 10^{-2} - (26.50 - 2.50) \times 10^{-2}}{\frac{0.060^2}{4}} \text{m/s}^2 = 9.61 \text{m/s}^2$$

(4)因为就算小球偏离了竖直方向，但是小球在竖直方向上的运动依然是自由落体运动，对实验结果无影响，故仍能用前面的方法测量出重力加速度。

[选修3-5]

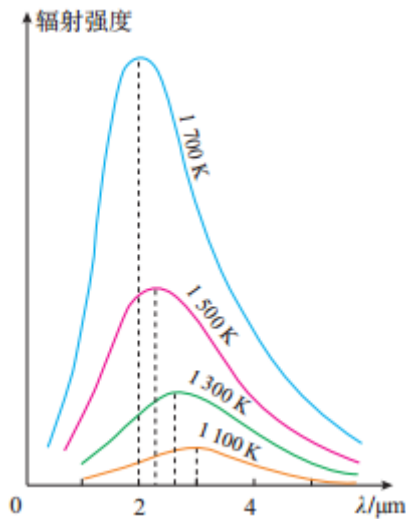
12. “测温枪”（学名“红外线辐射测温仪”）具有响应快、非接触和操作方便等优点。它是根据黑体辐射规律设计出来的，能将接收到的人体热辐射转换成温度显示。若人体温度升高，则人体热辐射强度*I*及其极大值对应的波长*λ*的变化情况是（ ）

- A. *I*增大，*λ*增大 B. *I*增大，*λ*减小 C. *I*减小，*λ*增大 D. *I*减小，*λ*减小

【答案】 B

【解析】

【详解】黑体辐射的实验规律如图



特点是，随着温度升高，各种波长的辐射强度都有增加，所以人体热辐射的强度 I 增大；随着温度的升高，辐射强度的峰值向波长较短的方向移动，所以 λ 减小。

故选B。

13.大量处于某激发态的氢原子辐射出多条谱线，其中最长和最短波长分别为 λ_1 和 λ_2 ，则该激发态与基态的能量差为_____，波长为 λ_1 的光子的动量为_____。（已知普朗克常量为 h ，光速为 c ）

【答案】 (1). $h \frac{c}{\lambda_2}$ (2). $\frac{h}{\lambda_1}$

【解析】

【详解】 [1]根据 $c = \lambda\nu$ 可知波长越短，对应光子的频率越大，对应跃迁的能级差越大；可知最短波长 λ_2 对应基态到激发态的能量差最大，结合 $\varepsilon = h\nu$ 得

$$\Delta E = h\nu_2 = h \frac{c}{\lambda_2}$$

[2]波长为 λ_1 对应的光子动量为

$$p_1 = \frac{h}{\lambda_1}$$

14.一只质量为1.4kg的乌贼吸入0.1kg的水，静止在水中。遇到危险时，它在极短时间内把吸入的水向后全部喷出，以2m/s的速度向前逃窜。求该乌贼喷出的水的速度大小 v 。

【答案】 28m/s

【解析】

【详解】乌贼喷水过程，时间较短，内力远大于外力；选取乌贼逃窜的方向为正方向，根据动量守恒定律得

$$0 = Mv_1 - mv_2$$

解得喷出水的速度大小为

$$v_2 = \frac{Mv_1}{m} = \frac{1.4 \times 2}{0.1} \text{ m/s} = 28 \text{ m/s}$$

【选做题】

本题包括A、B两小题，请选定其中一小题，并在相应的答题区域内作答。若多做，则按A小题评分。

A. [选修3-3]

15.玻璃的出现和使用在人类生活里已有四千多年的历史，它是一种非晶体。下列关于玻璃的说法正确的有（ ）

- A. 没有固定的熔点
- B. 天然具有规则的几何形状
- C. 沿不同方向的导热性能相同
- D. 分子在空间上周期性排列

【答案】 AC

【解析】

【详解】根据非晶体的特点可知非晶体是指组成物质的分子（或原子、离子）不呈空间有规则周期性排列的固体。它没有一定规则的外形。它的物理性质在各个方向上是相同的，叫“各向同性”。它没有固定的熔点。

故选AC。

16.一瓶酒精用了一些后，把瓶盖拧紧，不久瓶内液面上方形成了酒精的饱和汽，此时_____（选填“有”或“没有”）酒精分子从液面飞出。当温度升高时，瓶中酒精饱和汽的密度_____（选填“增大”“减小”或“不变”）。

【答案】 (1). 有 (2). 增大

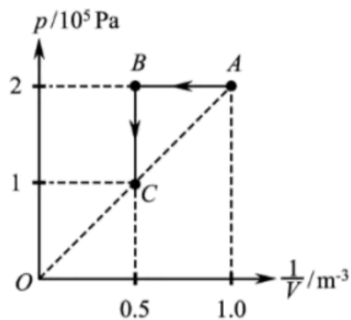
【解析】

【详解】[1]形成饱和汽后，酒精还是会蒸发，只是液体里跑到气体中的分子和气体中的分子

跑到液体里的速度一样快，整体来看是不变的。即此时仍然会有酒精分子从液面飞出；

[2]温度升高使气体分子的动能增大，离开液体表面的气体分子更多，饱和汽密度增大。

17.一定质量的理想气体从状态A经状态B变化到状态C，其 $p - \frac{1}{V}$ 图象如图所示，求该过程中气体吸收的热量Q。



【答案】 $2 \times 10^5 \text{ J}$

【解析】

【详解】根据 $p - \frac{1}{V}$ 图像可知状态A和状态C温度相同，内能相同；故从A经B到C过程中气体吸收的热量等于气体对外所做的功。根据图像可知状态A到状态B为等压过程，气体对外做功为

$$W_1 = p\Delta V = 2 \times 10^5 \times (2 - 1) \text{ J} = 2 \times 10^5 \text{ J}$$

状态B到状态C为等容变化，气体不做功；故A经B到C过程中气体吸收的热量为

$$Q = W_1 = 2 \times 10^5 \text{ J}$$

B. [选修3-4]

18.电磁波广泛应用在现代医疗中。下列属于电磁波应用的医用器械有 ()

- A. 杀菌用的紫外灯
- B. 拍胸片的X光机
- C. 治疗咽喉炎的超声波雾化器
- D. 检查血流情况的“彩超”机

【答案】 AB

【解析】

【详解】A. 紫外灯的频率高，能量强，所以用于杀菌，属于电磁波的应用，A正确；

B. X光的穿透能力较强，所以用于拍胸片，属于电磁波的应用，B正确；

C. 超声波雾化器是超声波的应用，与电磁波无关，C错误；

D. 彩超属于超声波的应用，与电磁波无关，D错误。

故选AB。

19.我国的光纤通信技术处于世界领先水平。光纤内芯（内层玻璃）的折射率比外套（外层玻璃）的_____（选填“大”或“小”）。某种光纤的内芯在空气中全反射的临界角为 43° ，则该内芯的折射率为_____。（取 $\sin 43^\circ = 0.68, \cos 43^\circ = 0.73$ ，结果保留2位有效数字）

【答案】 (1). 大 (2). 1.5

【解析】

【详解】[1]根据全反射定律 $\sin C = \frac{1}{n}$ 可知光纤内芯的折射率比外套的折射率大，这样光在

内芯和外壳的界面上才能发生全反射，保证信息的传输。

[2]折射率为

$$n = \frac{1}{\sin 43^\circ} = \frac{1}{0.68} = 1.5$$

20.国际宇航联合会将2020年度“世界航天奖”授予我国“嫦娥四号”任务团队。“嫦娥四号”任务创造了多项世界第一、在探月任务中，“玉兔二号”月球车朝正下方发射一束频率为 f 的电磁波，该电磁波分别在月壤层的上、下表面被反射回来，反射波回到“玉兔二号”的时间差为 Δt 。已知电磁波在月壤层中传播的波长为 λ ，求该月壤层的厚度 d 。

【答案】 $\frac{\lambda f}{2} \Delta t$

【解析】

【详解】电磁波的在土壤中传播速度满足

$$v = \lambda f$$

根据题意可知

$$2d = v \cdot \Delta t$$

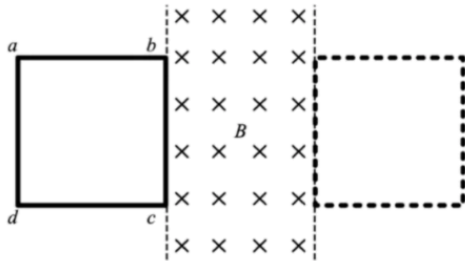
解得土壤厚度为

$$d = \frac{\lambda f}{2} \Delta t$$

四、计算题：本题共3小题，共计47分。解答时请写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤。只写出最后答案的不能得分。有数值计算的题，答案中必须明确写出数值和单位。

21.如图所示，电阻为 0.1Ω 的正方形单匝线圈 $abcd$ 的边长为 0.2m ， bc 边与匀强磁场边缘重合。磁场的宽度等于线圈的边长，磁感应强度大小为 0.5T 。在水平拉力作用下，线圈以 8m/s 的速度向右穿过磁场区域。求线圈在上述过程中：

- (1)感应电动势的大小 E ;
 (2)所受拉力的大小 F ;
 (3)感应电流产生的热量 Q 。



【答案】(1)0.8V; (2)0.8N; (3)0.32J

【解析】

【详解】(1)由题意可知当线框切割磁感线是产生的电动势为

$$E = BLv = 0.5' \cdot 0.2' \cdot 8V = 0.8V$$

(2)因为线框匀速运动故所受拉力等于安培力，有

$$F = F_{安} = BIL$$

根据闭合电路欧姆定律有

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

结合(1)联立各式代入数据可得 $F=0.8N$;

(3)线框穿过磁场所用的时间为

$$t = \frac{2L}{v} = \frac{2' \cdot 0.2}{8} s = 0.05s$$

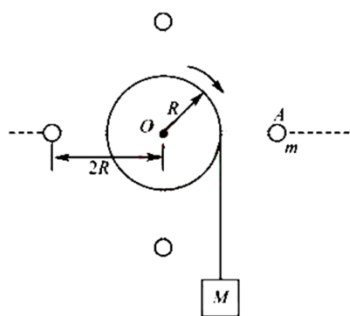
故线框穿越过程产生的热量为

$$Q = I^2 R t = \frac{E^2}{R} t = \frac{0.8^2}{0.1} \cdot 0.05 J = 0.32 J$$

22.如图所示，鼓形轮的半径为 R ，可绕固定的光滑水平轴 O 转动。在轮上沿相互垂直的直径方向固定四根直杆，杆上分别固定有质量为 m 的小球，球与 O 的距离均为 $2R$ 。在轮上绕有长绳，绳上悬挂着质量为 M 的重物。重物由静止下落，带动鼓形轮转动。重物落地后鼓形轮匀速转动，转动的角速度为 ω 。绳与轮之间无相对滑动，忽略鼓形轮、直杆和长绳的质量，不计空气阻力，重力加速度为 g 。求：

- (1)重物落地后，小球线速度的大小 v ;
 (2)重物落地后一小球转到水平位置 A ，此时该球受到杆的作用力的大小 F ;

(3)重物下落的高度 h 。



【答案】(1) $v = 2R\omega$; (2) $F = m\sqrt{4R^2\omega^4 + g^2}$; (3) $H = \frac{(M + 16m)R^2\omega^2}{2Mg}$

【解析】

【详解】(1)由题意可知当重物落地后鼓形轮转动的角速度为 ω ，则根据线速度与角速度的关系可知小球的线速度为

$$v = 2R\omega$$

(2)小球匀速转动，当在水平位置时设杆对球的作用力为 F ，合力提供向心力，则有

$$\sqrt{F^2 - (mg)^2} = m\frac{v^2}{2R}$$

结合(1)可解得杆对球的作用力大小为

$$F = m\sqrt{4R^2\omega^4 + g^2}$$

(3)设重物下落高度为 H ，重物下落过程中对重物、鼓形轮和小球组成的系统，根据系统机械能守恒可知

$$MgH = \frac{1}{2}Mv_1^2 + \frac{1}{2} \cdot 4mv^2$$

而重物的速度等于鼓形轮的线速度，有

$$v_1 = R\omega$$

联立各式解得

$$H = \frac{(M + 16m)R^2\omega^2}{2Mg}$$

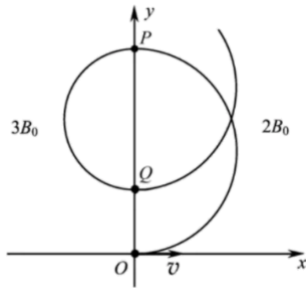
23.空间存在两个垂直于 Oxy 平面的匀强磁场， y 轴为两磁场的边界，磁感应强度分别为 $2B_0$ 、 $3B_0$ 。甲、乙两种比荷不同的粒子同时从原点 O 沿 x 轴正向射入磁场，速度均为 v 。甲第1次、第2次经过 y 轴的位置分别为 P 、 Q ，其轨迹如图所示。甲经过 Q 时，乙也恰好同时经过该点

。已知甲的质量为 m ，电荷量为 q 。不考虑粒子间的相互作用和重力影响。求：

(1) Q 到 O 的距离 d ；

(2)甲两次经过 P 点的时间间隔 Δt ；

(3)乙的比荷 $\frac{q'}{m'}$ 可能的最小值。



【答案】(1) $d = \frac{mv}{3qB_0}$ ；(2) $t = \frac{5\pi m}{2qB_0}$ ；(3) $\frac{q'}{m'} = \frac{2q}{m}$

【解析】

【详解】(1)带电粒子在磁场中做匀速圆周运动，由洛伦兹力提供向心力，由 $qvB = m\frac{v^2}{R}$

得，

$$R_1 = \frac{mv}{2qB_0}, \quad R_2 = \frac{mv}{3qB_0}$$

Q 、 O 的距离为：

$$d = 2R_1 - 2R_2 = \frac{mv}{3qB_0}$$

(2)由(1)可知，完成一周期运动上升的距离为 d ，粒子再次经过 P ，经过 N 个周期，

$$N = \frac{OP}{d} = \frac{2R_1}{d} = 3$$

所以，再次经过 P 点的时间为

$$t = NT = 3T$$

由匀速圆周运动的规律得，

$$T_1 = \frac{2\pi R_1}{v} = \frac{\pi m}{qB_0}$$

$$T_2 = \frac{2\pi R_2}{v} = \frac{2\pi m}{3qB_0}$$

绕一周的时间为：

$$T = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2}$$

解得：

$$T = \frac{5\pi m}{6qB_0}$$

所以，再次经过P点的时间为

$$t = 3T = \frac{5\pi m}{2qB_0}$$

两次经过P点的时间间隔为：

$$\Delta t = t - \frac{T_1}{2}$$

解得：

$$\Delta t = \frac{2\pi m}{qB_0}$$

(3)由洛伦兹力提供向心力，由 $qvB = m\frac{v^2}{R}$ 得，

$$R_1' = \frac{m'v}{2q'B_0}$$

$$R_2' = \frac{m'v}{3q'B_0}$$

$$d' = 2R_1' - 2R_2'$$

若乙粒子从第一象限进入第二象限的过程中与甲粒子在Q点相遇，则：

$$2R_1' + nd' = OQ = d$$

$$n\left(\frac{T_1'}{2} + \frac{T_2'}{2}\right) + \frac{T_1'}{2} = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2}$$

结合以上式子， n 无解。

若乙粒子从第二象限进入第一象限的过程中与甲离子在 Q 点相遇，则：

$$nd' = OQ$$

$$n\left(\frac{T_1'}{2} + \frac{T_2'}{2}\right) = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2}$$

计算可得

$$\frac{q'}{m'} = n \frac{q}{m} \quad (n=1, 2, 3, \dots)$$

由于甲乙粒子比荷不同，则 $n=2$ 时，乙的比荷 $\frac{q'}{m'}$ 最小，为

$$\frac{q'}{m'} = \frac{2q}{m}$$