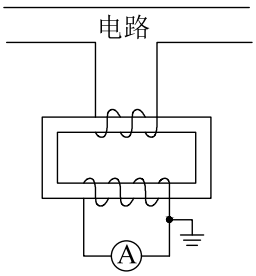
2020 年江苏

1. 质量为 $1.5\times10^3\,\mathrm{kg}$ 的汽车在水平路面上匀速行驶，速度为 $20\,\mathrm{m/s}$，受到的阻力大小为 $1.8\times10^3\,\mathrm{N}$。此时，汽车发动机输出的实际功率是 (C)

A. $90\,\mathrm{W}$　　B. $30\,\mathrm{kW}$　　C. $36\,\mathrm{kW}$　　D. $300\,\mathrm{kW}$

> 汽车匀速行驶，牵引力与阻力平衡，$F=f=1.8\times10^3\,\mathrm{N}$，汽车发动机输出的实际功率 $P=Fv=1.8\times10^3\times20\,\mathrm{W}=36\,\mathrm{kW}$，故 C 正确，ABD 错误。

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 (D)

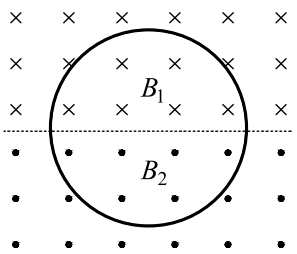


A. 是一种降压变压器　　B. 能测量直流电路的电流

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

> 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 (B)



A. 同时增大 B_1 减小 B_2　　B. 同时减小 B_1 增大 B_2

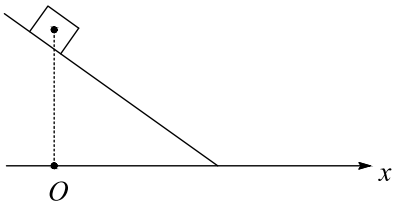
C. 同时以相同的变化率增大 B_1 和 B_2　　D. 同时以相同的变化率减小 B_1 和 B_2

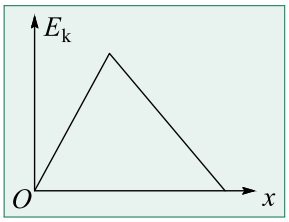
AB．产生顺时针方向的感应电流则感应磁场的方向垂直纸面向里。由楞次定律可知，圆环中的净磁通量变化为向里磁通量减少或者向外的磁通量增多，A 错误，B 正确。

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。

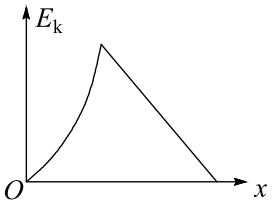
故选 B。

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。斜面和地面平滑连接，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 (A)

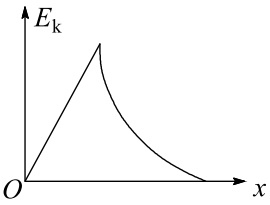




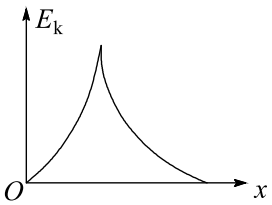
A.



B.



C.



D.

由动能定理可知 $E_k - x$ 图象的斜率表示物块受到的合外力，因为物块与斜面、物块与地面间的动摩擦因数均为常数，所以物块在斜面、地面上运动时受到的合外力均为恒力，$E_k - x$ 图象为两段直线，故 A 正确，BCD 错误。

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，

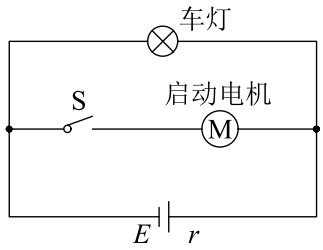
第 2 节对第 3 节车厢的牵引力为 F。若每节车厢所受摩擦力、空气阻力均相等，则倒数第 3 节对倒数第 2 节车厢的牵引力为（C）

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

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，故对第 2 节车厢以后的 38 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，则对最后 2 节车厢有 $F_1-2f=2ma$；联立解得 $F_1=\frac{F}{19}$。

故选 C。

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（ABD）



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

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

B．电路的路端电压 $U_{路}=U_{灯}=I_{灯}R_{灯}$，$I_{灯}$ 变小，路端电压变小，B 正确；

C．总电流即干路电流 $I_{干}=\frac{U_{内}}{r}=\frac{E-U_{路}}{r}$，$U_{路}$ 减小，干路电流增大，C 错误；

D．电源总功率 $P_{总}=EI_{干}$，$I_{干}$ 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（CD）

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

卫星绕地球做圆周运动，万有引力提供向心力，则 $F_{向}=\frac{GMm}{r^2}=\frac{mv^2}{r}=m\omega^2 r=m\frac{4\pi^2}{T^2}r=ma$。

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 $\frac{v_{甲}}{v_{乙}}=\sqrt{\frac{r_{乙}}{r_{甲}}}=\frac{\sqrt{2}}{2}$，故 A 错误；

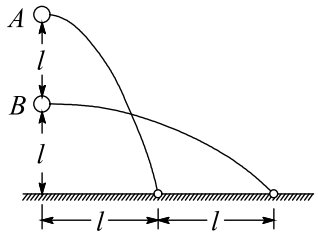
B．因为在不同轨道上两卫星的角速度不一样，故不能根据 $a=\omega^2 r$ 得出两卫星加速度的关系，卫星的运行加速度 $a=\frac{GM}{r^2}$，代入数据可得 $\frac{a_{甲}}{a_{乙}}=\frac{r_{乙}^2}{r_{甲}^2}=\frac{1}{4}$，故 B 错误；

C．根据 $F_{向}=G\frac{Mm}{r^2}$，两颗人造卫星质量相等，可得 $\frac{F_{向甲}}{F_{向乙}}=\frac{r_{乙}^2}{r_{甲}^2}=\frac{1}{4}$，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 $\frac{T_{甲}}{T_{乙}}=\sqrt{\frac{r_{甲}^3}{r_{乙}^3}}=2\sqrt{2}$，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 (AD)

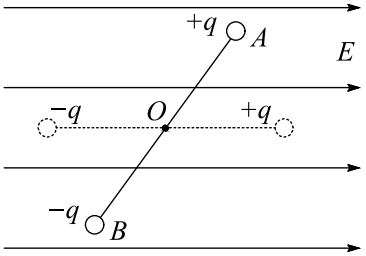


A. A 和 B 的位移大小相等　　B. A 的运动时间是 B 的 2 倍

C. A 的初速度是 B 的 $\frac{1}{2}$　　D. A 的末速度比 B 的大

小球 A 和 B 的位移大小都为 $\sqrt{(2l)^2+l^2}=\sqrt{5}l$，故 A 正确；由 $h=\frac{1}{2}gt^2$ 可知小球 A 的运动时间是小球 B 的 $\sqrt{2}$ 倍，故 B 错误；由 $h=\frac{1}{2}gt^2$、$x=v_0t$ 可知小球 A 的初速度是小球 B 的 $\frac{\sqrt{2}}{4}$，故 C 错误；由 $h=\frac{1}{2}gt^2$、$x=v_0t$、$v_y=gt$、$v=\sqrt{v_0^2+v_y^2}$ 可知小球 A 的末速度为 $v_A=\frac{\sqrt{17}}{2}\sqrt{gl}$，小球 B 的末速度为 $v_B=2\sqrt{gl}$，因此小球 A 的末速度比小球 B 的大，故 D 正确。

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 (AB)



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

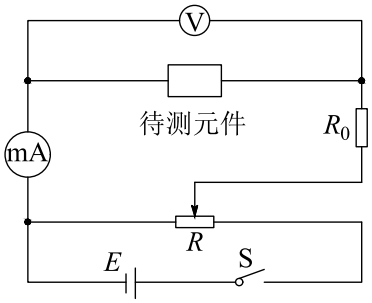
A．沿着电场线方向，电势降低，A 正确；

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；

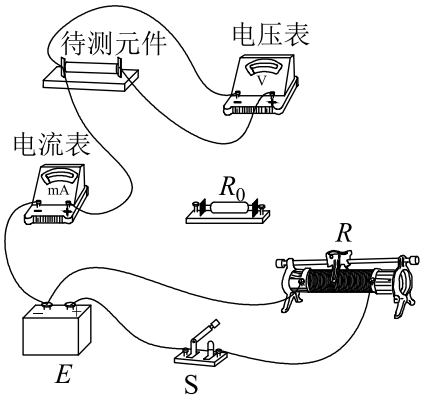
CD．A、B 位置的小球受到的静电力分别水平向右、水平向左，绝缘轻杆逆时针旋转，两小球静电力对两小球均做正功，电场力做正功，电势能减少，CD 错误。

故选 AB。

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



图甲



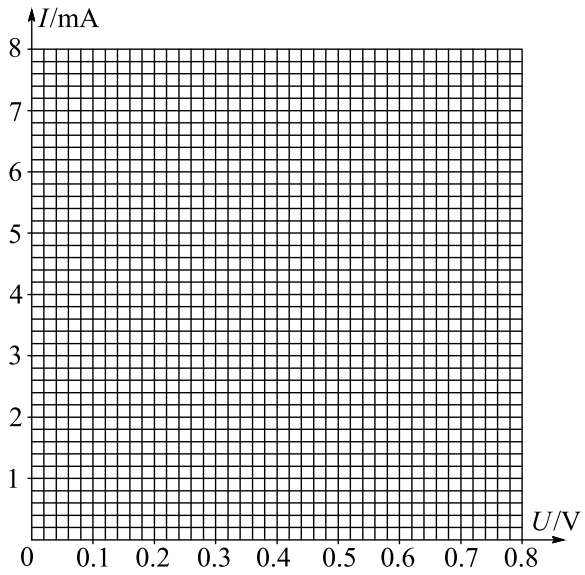
图乙

(1) 请用笔画线代替导线，将题图 乙 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，该元件是非线性（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 BC。

A．电压和电流的测量误差增大

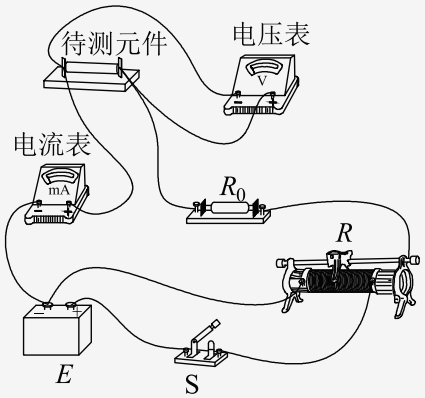
B．可能因电流过大烧坏待测元件

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

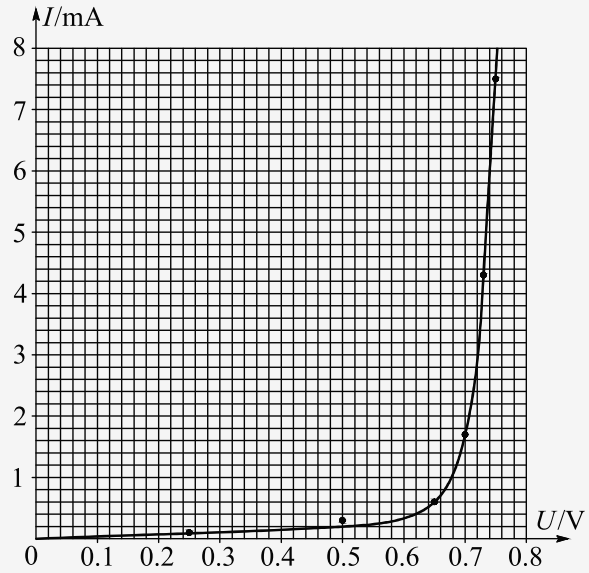
(1) 实物连线如答图甲所示。 (2) $I-U$ 图线如答图乙所示。 (3) 非线性。 (4) BC。

（1）根据电路图连接实物图，画线不能跨过仪器、不能交叉，滑动变阻器采用分压式接法，实物图如答图甲所示。



答图甲

（2）根据表格数据描点连线，让尽可能多的点在线上，线尽可能平滑地连接各点，偏离过大的点应舍去，则该元件的 $I-U$ 图线如答图乙所示。

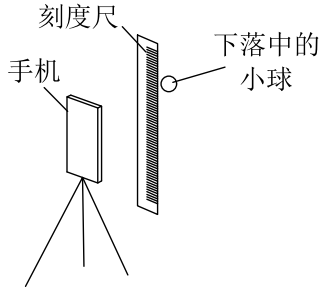


答图乙

（3）根据作出的 $I-U$ 图线可知该元件是非线性元件。

（4）定值电阻 R_0 在电路中起到分压、保护电路的作用，如果用导线代替 R_0，电压和电流的测量误差不会增大，待测元件两端电压的可调节范围不变，会导致滑动变阻器允许的调节范围变小，也可能因电流过大烧坏待测元件，故 AD 错误，BC 正确。

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 甲 所示。



图甲

(1) 家中有乒乓球、小塑料球和小钢球，其中最适合用作实验中下落物体的是小钢球。

(2) 下列主要操作步骤的正确顺序是①③④②。（填写各步骤前的序号）

①把刻度尺竖直固定在墙上

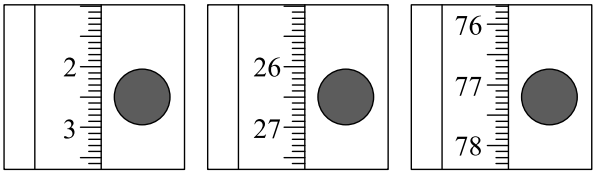
②捏住小球，从刻度尺旁静止释放

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 乙 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 1 mm，由此测得

重力加速度为 9.6 $\mathrm{m/s^2}$。



图乙

(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，仍能（选填“仍能”或“不能”）用（3）问中的方法测出重力加速度。

(1) 小钢球 (2) ①③④② (3) 9.6（9.5～9.7 均可） (4) 仍能

（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，然后再将小球从刻度尺旁静止释放，故正确的操作顺序为固定刻度尺、调整手机镜头、开始摄像、释放小球。

（3）由三张图片读出小球所在位置的刻度分别为 2.50 cm，26.50 cm，77.15 cm；小球做自由落体运动，根据 $\Delta x = gT^2$ 可得 $g = \frac{\Delta x}{T^2} = \frac{(77.15-26.50)\times10^{-2}-(26.50-2.50)\times10^{-2}}{\left(\frac{1}{6}\right)^2}\,\mathrm{m/s^2} = 9.6\,\mathrm{m/s^2}$。

（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。

12. 本题为选修 3-5 模块。

(1) “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 (B)

A. I 增大，λ 增大　　B. I 增大，λ 减小

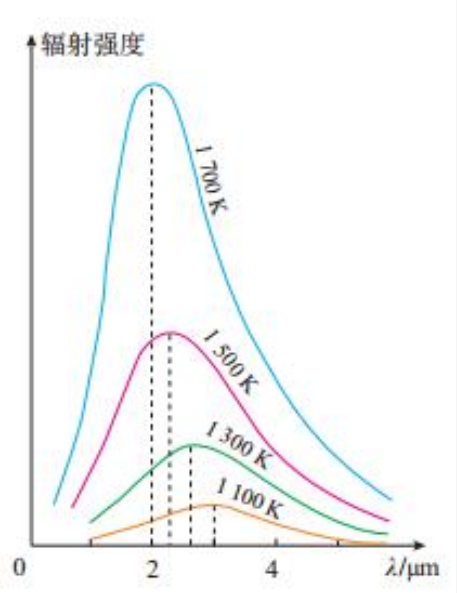
C. I 减小，λ 增大　　D. I 减小，λ 减小

(2) 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 $\frac{hc}{\lambda_2}$，波长为 λ_1 的光子的动量为 $\frac{h}{\lambda_1}$。（已知普朗克常量为 h，光速为 c）

(3) 一只质量为 1.4 kg 的乌贼吸入 0.1 kg 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 2 m/s 的速度向前逃窜。求该乌贼喷出的水的速度大小 v。

(1) B　(2) $\frac{hc}{\lambda_2}$，$\frac{h}{\lambda_1}$　(3) 28 m/s

（1）黑体辐射的实验规律如图所示。随温度升高，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；随温度升高，辐射强度的峰值向波长较短的方向移动，所以 λ 减小，故 B 正确，ACD 错误。



（2）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 $E=h\nu$ 得 $\Delta E=h\nu_2=\frac{hc}{\lambda_2}$；波长为 λ_1 对应的光子动量为 $p_1=\frac{h}{\lambda_1}$。

（3）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 $v_2=\frac{Mv_1}{m}=\frac{1.4\times2}{0.1}\,\mathrm{m/s}=28\,\mathrm{m/s}$。

13. 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）（12 分）

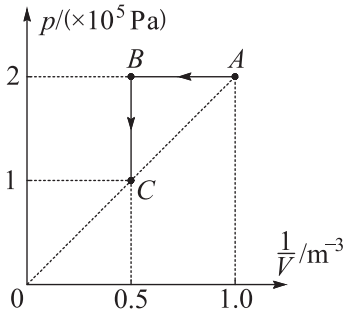
(1) 玻璃的出现和使用在人类生活里已有四千多年的历史，它是一种非晶体。下列关于玻璃的说法正确的有（AC）

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

(2) 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，此时有（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增大（选填“增大”“减小”或“不变”）。

(3) 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。



B.（选修 3-4）（12 分）

(1) 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 (AB)

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

(2) 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）的大（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 1.5。（取 $\sin 43^\circ = 0.68$，$\cos 43^\circ = 0.73$，结果保留 2 位有效数字）

(3) 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。

(1) A：（1）AC；（2）有，增大；（3）$Q = 2\times10^5$ J。 (2) B：（1）AB；（2）大，1.5；（3）$d = \frac{f\lambda\Delta t}{2}$。

A.（1）玻璃是非晶体，没有固定的熔点，不具有规则的几何形状，分子在空间上没有周期性排列，物理性质具有各向同性，即沿不同方向的导热性能相同，故 AC 正确，BD 错误。

（2）与液体处于动态平衡的蒸汽叫作饱和汽，所以此时有酒精分子从液面飞出；当温度升高时，饱和汽中酒精分子数增多，体积不变，所以瓶中酒精饱和汽的密度增大。

（3）根据 $p-\frac{1}{V}$ 图象可知状态 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。根据图象可知状态 A 到状态 B 为等压过程，气体对外做功为 $W_1 = p\Delta V = 2\times10^5\times(2-1)\,\text{J} = 2\times10^5\,\text{J}$，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

$Q = W_1 = 2 \times 10^5\,\mathrm{J}$。

B.（1）杀菌用的紫外灯用的是紫外线，拍胸片的 X 光机用的是 X 射线，都是电磁波的应用，故 AB 正确；超声波雾化器、“彩超”机都是超声波的应用，都是机械波的应用，故 CD 错误。

（2）光纤通信利用了光的全反射现象，光由光密介质射入光疏介质时才会发生全反射，所以光纤内芯的折射率比外套的大；该内芯的折射率为 $n = \frac{1}{\sin C} = \frac{1}{\sin 43^\circ} = \frac{1}{0.68} \approx 1.5$。

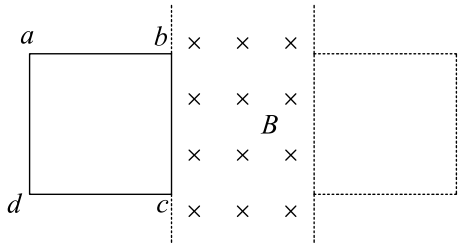
（3）电磁波在土壤中的传播速度 $v = f\lambda$，由题意得 $2d = v\Delta t$，解得 $d = \frac{f\lambda\Delta t}{2}$。

14. 如图所示，电阻为 $0.1\,\Omega$ 的正方形单匝线圈 $abcd$ 的边长为 $0.2\,\mathrm{m}$，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 $0.5\,\mathrm{T}$。在水平拉力作用下，线圈以 $8\,\mathrm{m/s}$ 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。



(1) $0.8\,\mathrm{V}$　(2) $0.8\,\mathrm{N}$　(3) $0.32\,\mathrm{J}$

（1）由题意可知，当线框切割磁感线时产生的电动势为 $E = BLv = 0.5 \times 0.2 \times 8\,\mathrm{V} = 0.8\,\mathrm{V}$。

（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 $F = 0.8\,\mathrm{N}$。

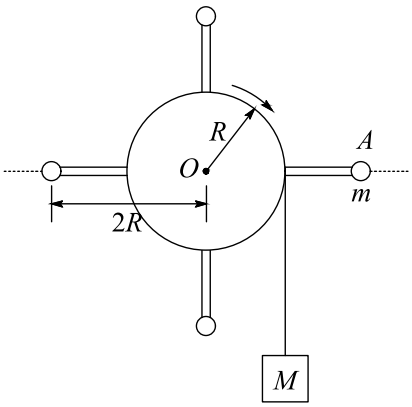
（3）线框穿过磁场所用的时间为 $t = \frac{2L}{v} = \frac{2\times0.2}{8}\,\mathrm{s} = 0.05\,\mathrm{s}$，故线框穿越过程产生的热量为 $Q = I^2Rt = \frac{E^2}{R}t = \frac{0.8^2}{0.1} \times 0.05\,\mathrm{J} = 0.32\,\mathrm{J}$。

15. 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。



(1) $v=2\omega R$ (2) $F=\sqrt{(2m\omega^2R)^2+(mg)^2}$ (3) $h=\frac{(M+16m)R^2\omega^2}{2Mg}$

（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 $v=\omega r$，可知小球的线速度为 $v=2\omega R$。

（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 $F=\sqrt{(2m\omega^2R)^2+(mg)^2}$。

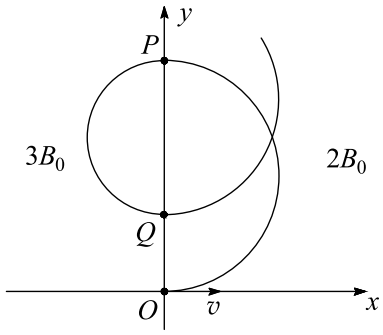
（3）设重物下落高度为 h，重物下落过程中对重物、鼓形轮和小球组成的系统，根据系统机械能守恒可知 $Mgh=\frac{1}{2}Mv_1^2+\frac{1}{2}\cdot 4mv^2$，而重物的速度等于鼓形轮的线速度，有 $v_1=\omega R$，联立各式解得 $h=\frac{(M+16m)R^2\omega^2}{2Mg}$。

16. 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) 乙的比荷可能的最小值。



(1) $d=\frac{mv}{3qB_0}$　(2) $\Delta t=\frac{2\pi m}{qB_0}$　(3) $\frac{2q}{m}$

（1）甲粒子先后在两磁场中做匀速圆周运动，设半径分别为 r_1、r_2，由半径 $r=\frac{mv}{qB}$ 得 $r_1=\frac{mv}{2qB_0}$，$r_2=\frac{mv}{3qB_0}$，且 $d=2r_1-2r_2$，联立解得 $d=\frac{mv}{3qB_0}$。

（2）甲粒子先后在两磁场中做匀速圆周运动，设运动时间分别为 t_1、t_2，由 $T=\frac{2\pi m}{qB}$ 得 $t_1=\frac{\pi m}{2qB_0}$，$t_2=\frac{\pi m}{3qB_0}$，且 $\Delta t=2t_1+3t_2$，联立解得 $\Delta t=\frac{2\pi m}{qB_0}$。

（3）乙粒子周期性地先后在两磁场中做匀速圆周运动，若经过两磁场的次数均为 n（$n=1,2,3,\cdots$），相遇时，有 $n\frac{m'v}{3q'B_0}=d$，$n\frac{5\pi m'}{6q'B_0}=t_1+t_2$，解得 $\frac{q'}{m'}=n\frac{q}{m}$。根据题意，$n=1$ 舍去；当 $n=2$ 时，$\frac{q'}{m'}$ 有最小值 $\left(\frac{q'}{m'}\right)_{\min}=\frac{2q}{m}$。若先后经过右侧、左侧磁场的次数分别为 $(n+1)$、n（$n=1,2,3,\cdots$），经分析不可能相遇。综上分析，比荷的最小值为 $\frac{2q}{m}$。